

**UNIwersYTET IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU
WYDZIAŁ NAUK GEOGRAFICZNYCH I GEOLOGICZNYCH
INSTYTUT GEOGRAFII FIZYCZNEJ I KSZTAŁTOWANIA
ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO**

Maciej Imbierowicz

Temperatura powietrza w Poznaniu w latach 1920 – 2010

Air temperature in Poznań in the period 1920 - 2010

Praca magisterska wykonana
w Zakładzie Klimatologii
pod kierunkiem
prof. UAM dra hab. Leszka Kolendowicza

POZNAŃ 2012

*Szanownemu Panu
Profesorowi Leszkowi Kolendowiczowi składam
serdeczne podziękowania za wskazówki i pomoc
udzieloną przy pisaniu niniejszej pracy.*

Autor

Spis treści

1. WSTĘP	5
1.1. CEL, ZAKRES PRACY I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	5
<i>Sposoby wyznaczania średniej dobowej temperatury powietrza</i>	<i>7</i>
1.2. METODY OPRACOWANIA I ANALIZY	9
1.3. PRZEGLĄD LITERATURY	12
 2. CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO MIASTA POZNANIA	 14
2.1. POŁOŻENIE GEOGRAFICZNE	15
2.2. POŁOŻENIE POZNANIA NA TLE REGIONALIZACJI KLIMATYCZNYCH POLSKI	16
2.3. WARUNKI KLIMATYCZNE	18
2.4. HISTORIA POMIARÓW TEMPERATURY W POZNANIU	26
 3. ANALIZA ZMIENNOŚCI TEMPERATURY POWIETRZA W POZNANIU W LATACH 1920 – 2010	 39
<i>Czynniki wpływające na stosunki termiczne</i>	<i>39</i>
3.1. ŚREDNIE ROCZNE.....	40
3.1.1. Lata ekstremalne pod względem termicznym	49
3.2. ŚREDNIE SEZONOWE.....	52
3.2.1. Zima	54
3.2.2. Wiosna	56
3.2.3. Lato	58
3.2.4. Jesień.....	60
3.2.5. Termiczne pory roku.....	62
3.3. ŚREDNIE MIESIĘCZNE	62
3.4. ŚREDNIE DOBOWE	83
<i>Zmienność temperatury w ciągu roku</i>	<i>83</i>
<i>Frekwencja wybranych klas temperatury</i>	<i>85</i>
 4. PODSUMOWANIE.....	 87
 LITERATURA	 91
SPIS TABEL	95
SPIS RYCIN.....	96
SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	99
ZAŁĄCZNIKI	100

1. Wstęp

Temperatura powietrza bez wątpienia jest jednym z najważniejszych elementów pogody i za razem kluczowym i najlepiej poznanym składnikiem opisującym klimat kuli ziemskiej. Oprócz swego podstawowego znaczenia w samym opisie pogody i klimatu danego obszaru lub miejsca parametr ten służy również do badania zmian i wahań klimatu, a wskutek swojego szerokiego zastosowania i częstego wykorzystywania przez klimatologów temperatura powietrza stała się „*najlepiej dopracowanym pod względem sposobu opracowania elementem meteorologicznym*” (Wyszkowski, 2008).

Temperatura to wielkość fizyczna, która określa stopień nagrzania ciała (Woś, 2006). Z punktu widzenia termodynamiki, temperaturą jest nazywana wielkość fizyczna wyrażająca prędkość ruchów cieplnych cząsteczek danego ciała – jest wskaźnikiem średniej energii kinetycznej jednej cząsteczki w zbiorze cząsteczek tworzących dane ciało (Tamulewicz, 1997), wyrażoną wzorem:

$$T = \frac{1}{3}mv^2k^{-1} \quad (1)$$

gdzie: T – temperatura powietrza, m – ciężar cząsteczkowy powietrza, v – średnia prędkość kinetyczna cząsteczek, k – stała Stefana-Boltzmannna ($1,38 \times 10^{-23} \text{ JxK}^{-1}$).

Temperatura powietrza określa zatem stan cieplny atmosfery nad powierzchnią ziemi, na wielkość której wpływa przede wszystkim grupa czynników określona w literaturze jako czynniki geograficzne i meteorologiczne.

1.1. Cel, zakres pracy i materiały źródłowe

Głównym celem niniejszej pracy była kompleksowa analiza czasowa struktury zmienności warunków termicznych na obszarze Poznania. W opracowaniu tym, podjęto również próbę rozpoznania skali, tendencji oraz charakteru wahań temperatury powietrza jakie występowały w Poznaniu na przestrzeni lat. Kwestią równie istotną była próba wyjaśnienia związków pomiędzy zmiennością temperatury w poszczególnych miesiącach, a zmianami średnich rocznych wartości temperatury w przebiegu wieloletnim. Tym samym starano się ustalić które okresy w roku najbardziej wpływają na występujące różnice

¹ Tamulewicz (1997)

w przebiegu wieloletnim średniej temperatury rocznej. Ponadto celem badań było również wyznaczenie termicznych pór roku, dat ich początku i końca oraz porównanie ich pod względem statystycznym. Celem nadrzędnym, który przyświecał autorowi tego opracowania była próba wzbogacenia istniejącego zasobu wiedzy i informacji o przebiegu, wahaniami, zmianach i trendach temperatury występujących w ostatnich latach w Poznaniu, które od połowy lat dziewięćdziesiątych i na początku XXI wieku nie stanowiły zainteresowania innych autorów.

Dodatkowymi celami badań było:

- Określenie prawidłowości w rocznym, sezonowym i miesięcznym przebiegu temperatury powietrza.
- Wyznaczenie charakterystycznych okresów termicznych w przebiegu wieloletnim temperatur rocznych.
- Wyróżnienie lat ekstremalnych pod względem termicznym.
- Ustalenie i przedstawienie obecnych oraz historycznych punktów wykonujących pomiary temperatury powietrza w Poznaniu.

Problemy badawcze można przedstawić w formie następujących pytań:

- Jak kształtował się przebieg wieloletni, rocznych temperatur powietrza?
- Jak zmieniały się temperatury w poszczególnych porach roku i miesiącach?
- Co wpływa na to, że średnia roczna temperatura powietrza ulega zmianie, czy jest jakaś konkretna pora roku lub miesiąc, który na to wpływa?
- Jakie miesiące i pory roku wykazują się największymi amplitudami temperatury?
- Czy i w jakich latach następowały wzrosty lub spadki wartości temperatur powietrza?
- Jakie są trendy zmian temperatury powietrza w Poznaniu i czy występuje ocieplenie?
- Czy tendencje zmian temperatury są stałe, czy okresowe?
- Czy zmiany termiczne są jednakowe we wszystkich sezonach?
- Które pory roku i które miesiące cechuje największa zmienność w przebiegu wieloletnim?
- W których latach temperatura powietrza osiągała minimum, a w których maksimum roczne?
- Który miesiąc jest najchłodniejszy, a który najcieplejszy w roku i czy zawsze są to te same miesiące?
- W których dniach temperatury powietrza osiągały najwyższe, a w których najniższe wartości?

- Czy w wieloleciu można wyznaczyć różniące się od innych okresy termiczne?
- Czy występują anomalie termiczne w przebiegu wieloletnim, kiedy i jaka była ich częstotliwość i jakie przybierała wielkości?
- Jaki jest czas trwania, i kiedy rozpoczynają się poszczególne termiczne pory roku?
- Jakie wartości temperatury pojawiają się w Poznaniu najczęściej?
- Ile i jak wiele stacji prowadzi obecnie pomiary temperatury powietrza na obszarze Poznania?
- Ile stacji meteorologicznych prowadziło w historii Poznania pomiary temperatury powietrza?

Przyjęty w pracy okres badawczy obejmuje lata 1920 – 2010. Rozpiętość czasowa wynosi zatem 91 lat, jednak w roku 1945 oraz w drugiej połowie 1939 roku w wyniku działań wojennych nie prowadzono w Poznaniu pomiarów temperatury. Z powodu uproszczenia nazewnictwa w niniejszym opracowaniu okres badawczy obejmujący sumarycznie 89 lat i 7 miesięcy nazywany jest *90-letnią serią pomiarową*, *90-letnim okresem badawczym* lub *dziewięćdziesięcioleciem*.

Materiały źródłowe wykorzystane w pracy obejmowały codzienne dane dotyczące wartości średniej dobowej temperatury powietrza ze stacji pomiarowych zlokalizowanych na terenie Poznania - seria danych z lat 1920 – 1935 ze stacji Poznań-Uniwersytet, kolejna z okresu 1935 – 1945 ze stacji Poznań-Sołacz, natomiast seria z lat 1946 – 2010 ze stacji IMGW Poznań-Ławica. Dane dotyczące lat 1920 – 1980 zostały zaczerpnięte z historycznych *dzienników meteorologicznych*. Wartości średniej dobowej temperatury powietrza z lat 1981 - 2000 uzyskano z *Codziennego Biuletynu Meteorologicznego* wydawanego przez IMGW. Źródłem ostatnim był amerykański serwis internetowy NOAA - *NNDC Climate Data Online*, z którego pobrano dane za okres 2001 - 2010. Nadmienić należy, iż na przestrzeni wieków nie tylko lokalizacja stacji pomiarowych w Poznaniu ulegała zmianom (omówiona w rozdziale 2.4.), ale zmieniał się również sposób obliczania średniej dobowej wartości temperatury powietrza.

Sposoby wyznaczania średniej dobowej temperatury powietrza

Wieloletnie wartości temperatury powietrza – serie danych – wykorzystywane w opracowaniach klimatycznych pozyskuje się w wyniku pomiarów meteorologicznych na specjalnie do tego celu stworzonych stacjach meteorologicznych. W stacjach tych zainstalowane są specjalne przyrządy pomiarowe, a służący do pomiarów temperatury

termometr, jest prawdopodobnie najbardziej znanym przyrządem meteorologicznym na świecie. Stacje meteorologiczne wykonują obecnie codzinne pomiary temperatury każdego dnia w charakterystycznych klatkach meteorologicznych, w których zainstalowane są termometry na wysokości 2 m n.p.g. Owe klatki spełniają rolę bufora, ograniczając wpływ różnych czynników, które mogłyby oddziaływać na termometr i tym samym powodować błędy pomiarowe.

Ważnym aspektem o którym należy w tym miejscu wspomnieć jest metoda obliczania średniej dobowej temperatury powietrza oraz termin wykonywania pomiarów, które zmieniały się na przestrzeni lat. Obecnie w XXI wieku średnią dobową temperaturę powietrza stanowi średnia arytmetyczna z 24 codzinnnych wartości zmierzonych o pełnych godzinach w danym dniu. Do 31 grudnia 1970 roku średnią dobową obliczano wg wzoru:

$$T_{sr.dob.} = \frac{t_{06} + t_{12} + 2 t_{20}}{4} \quad (2)$$

gdzie: t_{06} , t_{12} , t_{20} – temperatury powietrza zmierzone o godzinach 06:00, 12:00, 20:00 (GMT).

Od 1 stycznia 1971 do 31 grudnia 1995 roku średnią dobową wyliczano jako średnią ważoną:

$$T_{sr.dob.} = \frac{t_{00} + t_{06} + t_{12} + t_{18}}{4} \quad (3)$$

gdzie: t_{00} , t_{06} , t_{12} , t_{18} – temperatury powietrza zmierzone o godzinach 00:00, 06:00, 12:00, 18:00 (GMT).

Natomiast Od 1 stycznia 1996 do początków XXI wieku dobową temperaturę powietrza obliczana była jako średnia arytmetyczna wartości z godzin 06:00 i 18:00 (GMT) oraz temperatury minimalnej i maksymalnej:

$$T_{sr.dob.} = \frac{t_{06} + t_{18} + t_{min} + t_{max}}{4} \quad (4)$$

gdzie: t_{06} , t_{18} , t_{min} , t_{max} – temperatury powietrza zmierzone o godzinach 06:00, 18:00 (GMT) oraz temperatury minimalna i maksymalna.

² Wyszowski (2008)

³ Wyszowski (2008)

⁴ Wyszowski (2008)

1.2. Metody opracowania i analizy

W celu przedstawienia wyników badań w niniejszej pracy wykorzystano metody statystyczne, wskaźnikowe oraz opisowe. Analizie statystycznej zostały poddane wartości temperatury średniej dobowej, dzięki której przy użyciu średniej arytmetycznej obliczono średnie temperatury roczne, sezonowe, miesięczne i dziesięcioletnie.

$$x_a = \frac{x_1 + x_2 + \dots x_n}{n} \quad (5)$$

gdzie: x_a – średnia arytmetyczna, x – wartości i -tej jednostki, n – liczebność zbiorowości.

Na podstawie obliczonych wartości średnich, wykreślono wieloletni przebieg temperatury powietrza, który zaprezentowano w formie wykresów oraz tabelarycznej. Dzięki nim zobrazowano wahania temperatury jakie występują w Poznaniu na przestrzeni lat w różnych rozpatrywanych okresach.

Następnym krokiem wykonanym w pracy było wygładzenie szeregów czasowych. W tym celu wykreślono linie trendu oraz średnie ruchome 10-letnie. To pozwoliło na przeprowadzenie dodatkowej analizy porównawczej przebiegu poszczególnych sezonów oraz miesięcy i wykrycie pewnych zależności występujących między nimi. Do określenia miary trendu termicznego - wzrostu bądź spadku temperatur, zarówno wartości średnich rocznych, jak i średnich sezonowych oraz miesięcznych, posłużono się równaniem regresji, którego istotność sprawdzono za pomocą testu t-Studenta dla $n-2$ stopni swobody.

równanie prostych regresji:

$$Y = aX + b \quad (6)$$

gdzie: a – współczynnik kierunkowy prostej, b – współczynnik przesunięcia prostej.

wartość statystyki „t” testu
t-Studenta:

$$t_{(n-2)} = \frac{|r|}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} \quad (7)$$

gdzie: n – liczebność par zmiennych X i Y , r – współczynnik korelacji, r^2 – współczynnik determinacji.

⁵ Greń (1982)

⁶ Greń (1982)

⁷ Greń (1982)

Poza porównaniem przebiegu krzywych wyznaczonych przez 10-letnie średnie konsekwentne pomocny w analizie okazał się także podział badanej serii danych na dziesięciolecia i obliczenie średnich wartości temperatury każdego miesiąca, sezonu w każdym dziesięcioleciu. Dodatkowo dla dokładniejszego określenia zmienności występujących w latach 1920 – 2010 obliczono „roczne” odchylenia standardowe temperatur od średniej w danym roku. Wzór odchylenia standardowego jest następujący:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (8)$$

gdzie: δ – odchylenie standardowe, x – wartość temperatury powietrza, \bar{x} – średnia temperatura w badanym okresie, n – liczebność szeregu.

Na tym etapie odkryto ciekawe zależności, które występowały pomiędzy średnią roczną temperaturą powietrza, a średnim odchyleniem temperatur od średniej w danym roku. Jej zrozumienie było możliwe po analizie przebiegu rocznych przypadków ekstremalnych, które w przypadku niniejszej pracy stanowiły lata o najwyższej i najniższej średniej rocznej temperaturze powietrza. Kolejnym etapem badań było wyznaczenie anomalii termicznych. Dokonano tego poprzez wyznaczenie klas – zakresów temperatur (ustalonych na podstawie odchylenia standardowego) i odniesieniu ich do wartości średniej rocznej każdego roku. Zastosowanie wszystkich powyższych metod pozwoliło na wydzielenie charakterystycznych okresów termicznych w przebiegu rocznym temperatury powietrza w Poznaniu, które posiadają różne cechy wyróżniające je od pozostałych. Temperatury występujące w Poznaniu scharakteryzowano także za pomocą innych miar statystycznych jak np. amplituda, czy mediana i określono wartości ekstremalne występujące w roku, sezonach, miesiącach a nawet dniach. Amplitudę obliczono odejmując wartości najniższe od najwyższych, natomiast medianę znając zależność, iż jest to wartość środkowa i dzieli zbiorowość na dwie równe części.

W następnej części badań starano się odpowiedzieć na pytanie, czy występują w roku pewne okresy – miesiące których występujące fluktuacje w szczególnym stopniu wpływają na obraz rocznych stosunków termicznych w Poznaniu. W tym celu przeprowadzono analizę

⁸ Wyszowski (2008)

zależności zmienności średniej rocznej temperatury powietrza od zmienności w poszczególnych miesiącach do której posłużono się współczynnikiem korelacji wyrażonym następującym wzorem:

$$\rho_{XY} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\delta_X \delta_Y} \quad (9)$$

gdzie: ρ – współczynnik korelacji w populacji, X, Y – zmienne, cov – kowariancja, δ – odchylenie standardowe.

Termiczne pory roku ustalono na podstawie przedziałów Romera (1949a), a do wyznaczenia termicznych pór roku skorzystano ze wzorów Gumińskiego na wzrost i spadek średniej miesięcznej zamieszczonych w (Kossowska-Cezak i in. 2000):

wzrost:

$$x = \frac{t_p - t_1}{t_2 - t_1} d^* \quad (10)$$

spadek:

$$x = \frac{t_1 - t_p}{t_1 - t_2} d^* \quad (11)$$

gdzie: x – liczba dni dzieląca dzień z temperaturą progę od 15 dnia miesiąca poprzedzającego, t_1 – temperatura średnia w miesiącu poprzedzającym temperaturę progę, t_2 – temperatura średnia w miesiącu następującym po temperaturze progę, t_p – temperatura progę, d^* - rzeczywista liczba dni danego miesiąca.

Ostatnia część opracowania dotyczy frekwencji występowania w Poznaniu określonej wartości średniej dobowej temperatury powietrza. Podstawą wyliczenia częstości występowania określonej temperatury powietrza było sporządzenie przedziałów o rozpiętości 5°C. Frekwencja stanowi liczbę dni w całym wieloleciu z temperaturą średnią dobową mieszczącą się w określonym przedziale. Wyniki przedstawiono w przybliżonych wartościach procentowych w postaci tabelarycznej, oraz za pomocą histogramu.

⁹ Wikipedia, wolna encyklopedia

¹⁰ Kossowska-Cezak i in. (2000)

¹¹ Kossowska-Cezak i in. (2000)

1.3. Przegląd literatury

Wyniki prowadzonych w Poznaniu pomiarów meteorologicznych analizowano w przeszłości wielokrotnie (Tamulewicz, Woś, 1994). Pierwsze publikacje powstały prawdopodobnie w latach sześćdziesiątych XIX wieku i wydawane były w języku niemieckim. W wieku XX na uwagę zasługują publikacje Smosarskiego (1923, 1925) w których autor charakterystykę termiczną porównywał z wielkościami opadów, oraz (1938), dotyczących wahań klimatu Poznania. W późniejszych latach informacje o charakterze zmian temperatury powietrza w stolicy wielkopolski czerpać można było z powstających opracowań dotyczących klimatu Polski, takich autorów jak Gumiński (1948) i Romer (1949b). Wiadomości o stosunkach termicznych Poznania zawarte w tych opracowaniach, ze względu na kompleksowy – klimatyczny charakter owych prac nie były dość szczegółowe i przede wszystkim sprowadzały się do przedstawienia najważniejszych cech i wartości średnich z wielolecia. Nieco innym, dokładniejszym charakterem cechowała się praca Bartkowskiego (1970), w której autor w jednym z rozdziałów opisał klimat Wielkopolski w tym również temperatury powietrza bazując głównie na danych z lat 50. Wcześniej, w roku 1968 ukazała się publikacja Szczerbackiego. Na podstawie swych dwuletnich pomiarów wielu elementów meteorologicznych dokonywanych w 7 punktach Poznania odkrył on duże różnice temperatur minimalnych występujące w różnych dzielnicach Poznania. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych zainteresowanie tematyką zmienności temperatury powietrza w Poznaniu było niewielkie. Na uwagę z tego okresu zasługuje Kotońska (1980), która określiła częstość występowania lat i miesięcy ze średnią normalną temperaturą powietrza, a swe badania zestawiała z występowaniem opadów atmosferycznych. Największe zainteresowanie cechami termicznymi Poznania występowało w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. Wynikiem tego są liczne opublikowane prace, których problematyka dotyczyła bardzo wielu kwestii takich jak tendencja zmian, czy cykliczności wahań temperatury powietrza w Poznaniu. Jako pierwsza, próbę określenia zmian w wieloleciu podjęła Lotko-Łozińska (1991). Stwierdziła, iż następuje powolne ocieplenie klimatu Poznania, a taki systematyczny wzrost temperatur powietrza zauważył również Kowalski (1992b). Ten sam autor we wcześniejszym artykule (1992a) wyznaczył kilka istotnych cykli zmian temperatury w wieloleciu. Wahania temperatury w przebiegu wieloletnim przeanalizował również Woś (1992). Badał zmienności w porach roku oraz zmiany średniej rocznej temperatury powietrza. W ostatnim z trzech wydzielonych przez siebie okresów dostrzegł wzrost częstości występowania lat z niższymi temperaturami od średniej z wielolecia. Inną metodę badań

zastosowali Tamulewicz i Woś (1994). Uznali oni, iż okresy termiczne w wieloleciu wyznaczyć można na podstawie stosunku liczby miesięcy normalnych, chłodnych i ciepłych. Takie podejście pozwoliło wyróżnić dziewięć okresów zróżnicowanych pod względem struktury temperatur miesięcznych (Tamulewicz, Woś, 1994). Kolejną pozycję stanowiło opracowanie Farata (1996), w którym autor na podstawie krótkich serii danych opisał warunki klimatyczne w tym również scharakteryzował po krótce temperaturę powietrza jaka zazwyczaj notowana była w Poznaniu. Badaniem zmian temperatury powietrza w skali międzydobowej w Poznaniu zajął się Tamulewicz (1998). W XXI wieku porównania różnic dobowych wartości temperatury powietrza występujących w mieście (Poznań-Ławica) i w leśnej strefie podmiejskiej (stacja ekologiczna UAM w Jeziorach) podjęła się Bednorz (2003). Opracowanie to wykazało, że największe różnice termiczne występowały w czasie fali upałów w miesiącach letnich przy napływie mas powietrza zwrotnikowego lub polarnego (Bednorz, 2003). Podobne porównanie dokonane przez Łukasika (2005), tym razem pomiędzy stacją na Ławicy, a reprezentującą miejski obszar parkowo-leśny stacją w Ogrodzie Botanicznym, wykazały obniżenie wartości temperatur ekstremalnych w parku oraz zmniejszenie amplitud temperatur. W roku 2004 temperatury oraz inne elementy klimatu Poznania z końca XX wieku opisuje Farat (2004). W (2005) roku Miller i Miller określili na podstawie zmian w 150 letniej serii pomiarów temperatury oraz opadów, iż klimat Poznania wykazuje się stabilnością, a w roku 2007 Jędryś i Leśny analizując średnie miesięczne z lat 1973 – 2003 wyznaczyli tendencję wzrostową w odniesieniu do 9 miesięcy (Jędryś, Leśny, 2007) oraz istotny statystycznie trend dodatni średnich rocznych wartości temperatur powietrza w Poznaniu.

2. Charakterystyka środowiska geograficznego miasta Poznania

Znajdujący się w środkowozachodniej części Polski, w centrum województwa wielkopolskiego Poznań jest jednym z największych i najstarszych miast naszego kraju (ryc. 1). Jego początki sięgają źródeł Polskiej państwowości, czyli czasów Polan i pierwszych Piastów. Założyli oni osadę na Ostrowie Tumskim oraz rozbudowywali ją nad brzegami rzeki Cybiny i prawym pobrzeżu rzeki Warty. W 1253 roku z inicjatywy Przemysła I nastąpiła lokacja miasta na lewym brzegu Warty, która wywarła znaczący wpływ na dalsze losy Poznania, przyczyniając się do rozwoju miasta i jego ekspansji w kierunku zachodnim.



Rycina 1. Położenie Poznania na tle granic administracyjnych Polski i województwa wielkopolskiego.

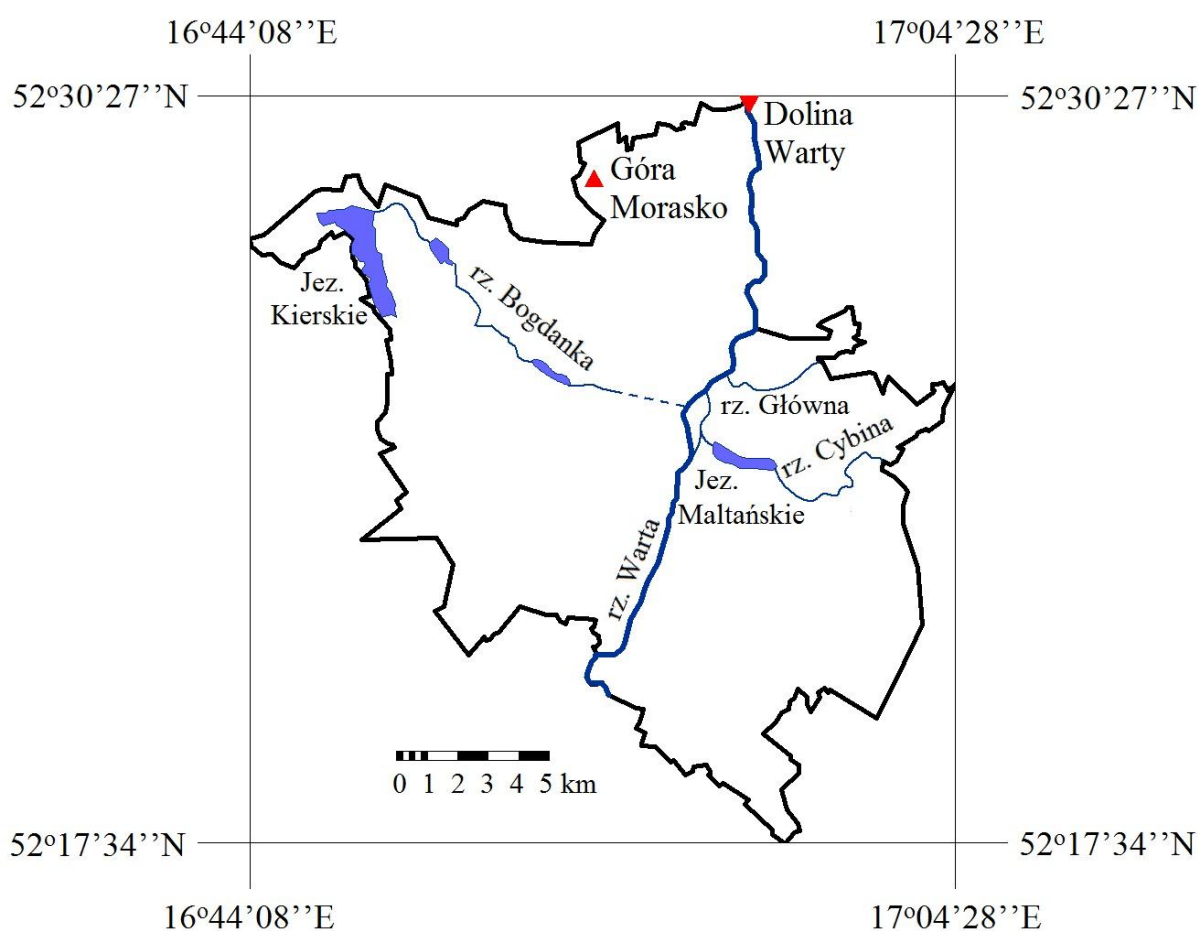
Źródło: Opracowanie własne.

Obecnie Poznań pełni rolę liczącego się ośrodka gospodarczego, przemysłowego, kulturalnego i naukowego. Jest największym miastem województwa wielkopolskiego (zajmuje obszar 261,91 km²) i zarazem jego stolicą. Według danych GUS 1 stycznia 2011 roku Poznań był piątym pod względem liczby ludności miastem w Polsce - mieszkało w nim wówczas 551 627 osób (*Powierzchnia...*, 2011). Dzięki swojej dogodnej lokalizacji, ośrodek

miejski stał się ważnym węzłem komunikacyjnym, zarówno drogowym, jak i kolejowym, a poprzez port lotniczy Poznań-Ławica, który zapewnia szybkie połączenia krajowe i międzynarodowe, miasto nieustannie rozwija się stając się nie tylko atrakcyjnym partnerem gospodarczym, ale również miejscem coraz częściej odwiedzanym przez turystów.

2.1. Położenie geograficzne

Obszar stolicy Wielkopolski zawarty jest pomiędzy następującymi równoleżnikami: 52°30'27''N od północy i 52°17'34''N od południa oraz następującymi południkami: od zachodu 16°44'08''E i 17°04'28''E od wschodu (ryc. 2). Długość granic administracyjnych miasta wynosi około 112 km, natomiast powierzchnia miasta niespełna 262 km².



Rycina 2. Plan miasta Poznań.
Źródło: Opracowanie własne.

Miasto Poznań położone jest nad rzeką Wartą oraz w dolinach mniejszych cieków - Bogdanki, Cybiny i Główniej. Na jego obszarze znajduje się kilka jezior, zarówno pochodzenia naturalnego, jak i utworzonych sztucznie dla celów rekreacyjnych. Największe z nich to polodowcowe Jezioro Kierskie oraz zaporowe jezioro Maltańskie. Poznań swym zasięgiem obejmuje głównie obszary wysoczyznowe, a także doliny rzeczne, które posiadają wyraźnie zaznaczone poziomy terasowe. Obszar miasta charakteryzuje się rzeźbą polodowcową, która została wykształcona przez działalność plejstocńskiego lądolodu w fazie poznańskiej zlodowacenia bałtyckiego (Kaniecki, 2004), a ostatecznie ukształtowana została przez wody płynące (zjawiska pluwialne) i osadniczą działalność człowieka. Najwyższym punktem Poznania jest położona w północnej części miasta Góra Morasko (154 m n.p.m.), natomiast najniżej usytuowanym obszarem (około 54 m n.p.m.) jest Dolina Warty, która z racji swego południkowego przebiegu, wysokość tą osiąga w punkcie przecięcia północnej granicy miasta (ryc. 2).

Według klasyfikacji Kondrackiego (1998) obecny obszar Poznania leży na terenie trzech mezoregionów fizjograficznych: zachodnia część na Pojezierzu Poznańskim, najstarsza - centralna znajduje się na dnie przebiegającego południkowo Poznańskiego Przełomu Warty, a wschodnia na Równinie Wrzesińskiej.

2.2. Poznań na tle regionalizacji klimatycznych Polski

Na podstawie zgromadzonej wiedzy oraz po dokonaniu przeglądu i analizy piśmiennictwa poświęconemu klimatowi Polski wnioskować można, iż zagadnienie podziału obszaru Polski na podstawie różnic klimatycznych nie było przez naukowców często poruszane.

W występujących w literaturze szczegółowej opracowaniach dotyczących tematyki regionalizacji klimatu Polski, obszar miasta Poznania zaliczany był przez różnych autorów do różnych obszarów. Jest to efektem posługiwania się przez badaczy odmiennymi metodami i niejednakowymi kryteriami przy dokonywaniu delimitacji i podziału kraju. Odmienności te widoczne są nie tylko w przebiegu granic ale również w samym kształcie wyznaczonych na terenie Polski regionów klimatycznych.

Regionalizacja klimatu Polski z 1949 roku autorstwa E. Romera została wykonana na podstawie analizy wartości liczbowych 30 różnych wskaźników, m.in. średnich miesięcznych wartości temperatur powietrza, rocznych sum opadów, stosunku opadów zimowych do letnich, długości okresu wegetacyjnego, długości termicznych pór

roku (Romer, 1949b). Według regionalizacji Romera Poznań zaliczał się do regionu „C” (pogranicze C₅ i C₆) – regionu wielkich dolin, a okręg ten był największym w omawianym opracowaniu i rozciągał się od zachodniej do wschodniej granicy Polski, obejmując swym zasięgiem centralne dzielnice naszego kraju.

Zupełnie innym zasięgiem cechował się region „śląsko-wielkopolski”, w granicach którego znalazł się obszar Poznania w podziale autorstwa D. Martyn i W. Okołowicza (1979). Opracowane przez nich nowe wydanie mapy regionów klimatycznych oparte zostało na analizie 50 map przestrzennego rozkładu wybranych elementów pogody w Polsce.

W przedstawionej w 2010 roku monografii zatytułowanej: *„Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku”*, A. Woś zaprezentował uaktualnioną wersję własnego podziału Polski na regiony klimatyczne. Autor wyznaczył 48 różnych typów pogody, które ustalił na podstawie trzech kryteriów – termicznego, opadowego i kryterium zachmurzenia. Następnie za podstawę przy wyznaczaniu granic i zasięgów regionów klimatycznych wyznaczył frekwencję poszczególnych, wyróżnionych typów pogody występujących nad danym obszarem w ciągu roku. Regionalizacja stanowiła zatem wynik badań nad przestrzennym zróżnicowaniem stosunków pogodowych występujących nad obszarem Polski podczas roku w wieloleciu (Woś, 2010a). Poznań w owej regionalizacji został objęty zasięgiem regionu „14 - Wielkopolska Zachodnia”.

Całkowicie innym kryterium podziału Polski na regiony posłużyli się J. Paszyński i B. Krawczyk (1970). Uznali oni, że wymiana energii pomiędzy podłożem, a atmosferą ma istotne znaczenie na kształtowanie stosunków klimatycznych, dlatego podstawą ich podziału Polski na regiony klimatyczne stanowił lokalny stosunek strat ciepła na parowanie do salda promieniowania na danym obszarze. W podziale klimatycznym J. Paszyńskiego i B. Krawczyk z 1970 roku Poznań zaliczony został do obszaru „3c”.

W 1991 roku T. Kozłowska-Szczęsna przedstawiła propozycję podziału obszaru Polski z punktu widzenia bioklimatologii. Autorka uwzględniła 8 czynników klimatycznych, które wpływają na organizm człowieka. Owe czynniki – wskaźniki bioklimatyczne to wysoka i niska temperatura powietrza, silny wiatr, mała i duża wielkość ochładzająca powietrza, długotrwały opad atmosferyczny, całodzienna mgła i parność (Kozłowska-Szczęsna, 1991). Na ich podstawie wyznaczonych zostało 7 regionów bioklimatycznych, a Poznań mieścił się w regionie „IV”, w regionie o typowych dla naszego kraju warunkach bioklimatycznych.

2.3. Warunki klimatyczne

Warunki klimatyczne panujące w Poznaniu są w znacznym stopniu kształtowane w wyniku napływających nad obszar miasta mas powietrza. Najczęściej napływają i stacjonują nad Poznaniem masy powietrza polarno-morskiego – 75 % (tab. 1), które pochodzą z nad Oceanu Atlantyckiego. Powietrze to zawiera dużo pary wodnej, w zimie przynosząc ocieplenie i zachmurzenie, natomiast latem ochłodzenie i opady atmosferyczne. Najczęściej obecność powietrza polarnomorskiego notuje się latem – 85 % i jesienią – 80 %, rzadziej wiosną i zimą – 69 % (tab. 1). Powietrze arktyczne to druga pod względem frekwencji masa powietrza, która pojawia się nad obszarem Poznania. Średnio w ciągu roku jej częstotliwość występowania wynosi około 16 %. Dociera ona z północnych rejonów Europy i przynosi spore ochłodzenie. Znacznie rzadziej nad Poznań dociera powietrze polarno-kontynentalne, mające swój obszar źródłowy na wschodzie Europy i w Azji. W całym roku pojawia się z częstością około 7 %, najczęściej zimą – 10 % (tab. 1). Cechuje się niską zawartością pary wodnej, tym samym pojawienie się tej masy powietrza zwiastuje spadek zachmurzenia nieba oraz wilgotności. W okresie zimy powietrze to jest bardzo mroźne, natomiast latem upalne. Najrzadziej pojawiającą się masą powietrza w Poznaniu jest powietrze zwrotnikowe. Na omawianym obszarze zalega średnio przez 2 % dni w roku.

Tabela 1. Częstość występowania mas powietrza w poszczególnych porach roku w Poznaniu. Wartości średnie za lata 1981-1990 w procentach.

Masy powietrza	Wiosna III - V	Lato VI - VIII	Jesień IX - XI	Zima XII-II	Rok
Arktyczne	21	7	14	21	16
Polarnomorskie	69	85	80	69	75
Polarnokontynentalne	8	4	4	10	7
Zwrotnikowe	1	3	2	0	2

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Buchert, 1992*.

Równie istotnymi czynnikami, wpływającymi na klimat Poznania są wszelkie zjawiska związane z występowaniem i wędrówką układów barycznych oraz frontów atmosferycznych. Przeważającymi frontami stacjonującymi i przemieszczającymi się nad terenem Poznania są fronty chłodne. W ciągu roku występuje średnio 67 dni w których notuje się przemieszczanie tego frontu atmosferycznego. Najczęściej fronty chłodne pojawiają się

jesienią – 19 dni i latem – 18 dni (tab. 2), a ich obecność związana jest z występowaniem gwałtownych opadów atmosferycznych, porywistych wiatrów, a także ze spadkiem temperatury powietrza i wahaniami ciśnienia atmosferycznego. Frontowi ciepłemu towarzyszą natomiast długotrwałe opady atmosferyczne oraz rozległe zachmurzenie warstwowe. Fronty ciepłe w okolicach Poznania występują podczas 42 dni w roku, a największą częstotliwość osiągają wiosną. Gdy fronty chłodne łączą się z frontami ciepłymi powstaje front zokludowany. Taki rodzaj frontu przemieszcza się nad obszarem Poznania jedynie w okresie 27 dni w roku. Zdecydowanie najdłużej w roku występuje okres bezfrontowy, a więc czas w którym nie zalegają, ani nie przemieszczają się żadne fronty atmosferyczne. W Poznaniu, takich dni w roku można naliczyć około 230.

Tabela 2. Liczba dni z frontami atmosferycznymi w poszczególnych porach roku w Poznaniu. Wartości średnie za lata 1981-1990.

Front	Wiosna III - V	Lato VI - VIII	Jesień IX - XI	Zima XII-II	Rok
Chłodny	16	18	19	14	67
Ciepły	12	10	9	11	42
Okluzji	8	5	6	8	27
Razem	36	33	34	33	136

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Buchert, 1992*.

Ciśnienie powietrza atmosferycznego w Poznaniu cechuje się wyrównanym przebiegiem rocznym (tab. 3) i średnio wynosi 1005 hPa (1016 hPa po zredukowaniu do poziomu morza). Należy pamiętać iż są to wartości uśrednione z wielolecia, które w poszczególnych dniach w wyniku lokalnej cyrkulacji atmosferycznej (przebiegające fronty atmosferyczne), mogą odbiegać od wartości średnich. Największe wahania wartości ciśnienia atmosferycznego przypadają na miesiące zimowe, natomiast najmniejsze na okres letni (Farat, 1996).

Tabela 3. Średnie miesięczne wartości ciśnienia powietrza atmosferycznego w Poznaniu w latach 1951-1990 w hPa.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1005	1005	1005	1003	1005	1004	1004	1005	1006	1007	1005	1004	1005

Źródło: *Farat, 1996*.

Przeważające na obszarze Poznania wiatry wiejące z sektora zachodniego są pochodną obecności nad Europą dwóch stałych ośrodków barycznych – występującego w okolicach Islandii – Nizu Islandzkiego i zazwyczaj mającego swe centrum w pobliżu Wysp Azorskich - Wyżu Azorskiego. Średnia roczna prędkość wiatru obserwowana w Poznaniu wynosi $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Największe średnie wartości prędkości wiatru odnotowuje się zimą i wczesną wiosną (marzec - $4,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), najmniejsze natomiast w miesiącach letnich (sierpień - $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (tab. 4). Cechującymi się najwyższą prędkością wiatrami, docierającymi do Poznania są wiatry wiejące z południa oraz z południowego wschodu i południowego zachodu (tab. 5). W przypadku wiatru wiejącego z sektora południowego można zauważyć, że jest to wiatr o niskiej frekwencji – 8,5 %, zaś wiatr południowo zachodni jest drugim pod względem częstotliwości pojawiania się na obszarze Poznania (ryc. 3). Ustępuje jedynie zachodnim podmuchom wiatru, które występują przez 19,4 dni w roku. Przez 13,1 % dni w ciągu roku odnotowuje się wiatry wiejące z północnego zachodu, a przez 12,2% z południowego wschodu.

Tabela 4. Prędkość wiatru w Poznaniu. Wartości średnie miesięczne za lata 1951-1980 w $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

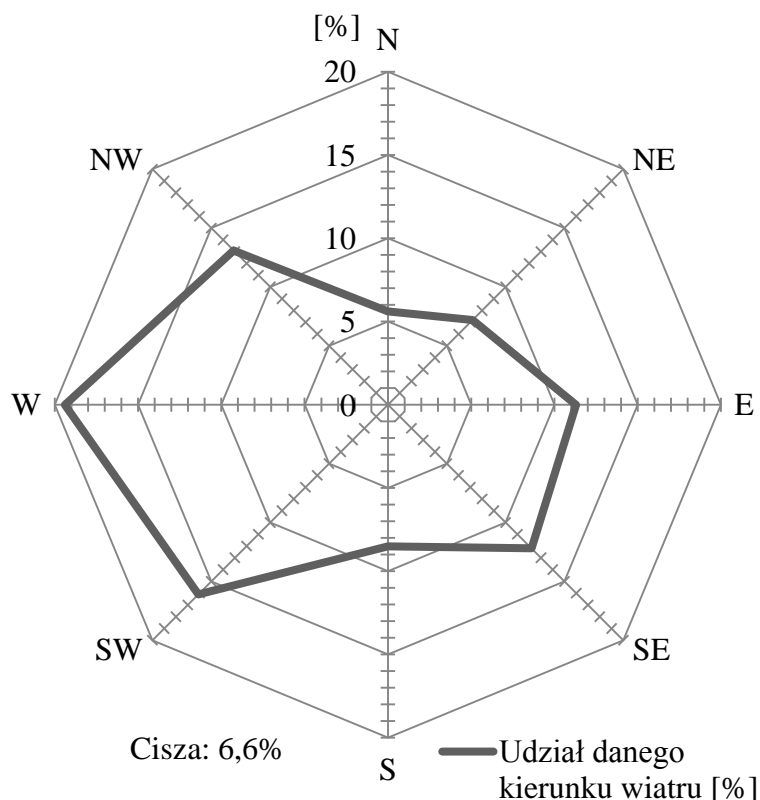
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
4,3	4,3	4,8	4,2	4	3,8	3,7	3,5	3,6	3,6	4,3	4,3	4

Źródło: Woś, 1994.

Tabela 5. Średnia prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) z określonego kierunku. Poznań, 1961 - 1990.

Kierunek wiatru	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Średnia prędkość wiatru	3,1	3,6	3,7	4	4,2	4	3,3	2,9

Źródło: Farat, 1996.



Rycina 3. Rozkład kierunków wiatru w Poznaniu w latach 1961 – 1990.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Farat, 1996*.

Warunki klimatyczne w Poznaniu, podobnie jak we wszystkich większych miastach, formowane są nie tylko w wyniku przemieszczania się frontów atmosferycznych i mas powietrza, ale również w wyniku typowych zjawisk i specyficznego charakteru jakim obdarzony jest funkcjonujący organizm miejski. Dopływ do atmosfery wytwarzanego sztucznie przez człowieka ciepła, emitowanie zanieczyszczeń, oraz zmiany albedo nie pozostają bez wpływu na lokalny klimat panujący w stolicy Wielkopolski.

Na stosunki klimatyczne Poznania wpływa również usłonecznienie. Usłonecznienie to czas w którym do powierzchni Ziemi dociera bezpośrednie promieniowanie słoneczne (Tamulewicz, 1997). W rejonie Poznania, średnia roczna liczba godzin usłonecznienia rzeczywistego (faktyczny czas dopływu promieniowania) wynosi 1515 godzin (Farat, 1996). Najmniejsze usłonecznienie rzeczywiste jest notowane zimą, a największe latem (tab. 6). W grudniu, czas w którym promieniowanie słoneczne bezpośrednio dociera do powierzchni Ziemi wynosi tylko 32 godziny podczas gdy w maju i czerwcu osiąga długość 214 godzin.

Tabela 6. Średnie miesięczne sumy godzin usłonecznienia rzeczywistego w Poznaniu w latach 1961-1990.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	W	L	J	Z	Rok
39	61	108	151	214	214	211	205	138	102	40	32	473	630	280	132	1515

I, II, ..., XII – *miesiące*, W – *wiosna* (III-V), L – *lato* (VI-VIII), J – *jesień* (IX-XI), Z *zima* (XII-II).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Farat, 1996*.

Usłonecznienie jest uzależnione od długości dnia, a także od stopnia zakrycia nieba. Wielkość średniego rocznego zachmurzenia ogólnego nieba w Poznaniu wynosi 64%. W przebiegu rocznym widoczna jest nierównomierność w stopniu pokrycia nieba chmurami. Porą roku o największym zachmurzeniu w Poznaniu jest zima, a najmniejszym zachmurzeniem wśród pór roku cechuje się lato (tab. 7). Grudzień to miesiąc charakteryzujący się największym zachmurzeniem (77 %), sierpień natomiast najmniejszym (54 %) (Szyga-Pluta, 2010).

Tabela 7. Średnie miesięczne i sezonowe wartości zachmurzenia ogólnego nieba w procentach (%). Poznań, 1961-2000 r.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	W	L	J	Z	Rok
73	71	63	60	57	59	59	54	57	61	75	77	60	57	64	74	64

I, II, ..., XII – *miesiące*, W – *wiosna* (III-V), L – *lato* (VI-VIII), J – *jesień* (IX-XI), Z *zima* (XII-II).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Woś, 2010a*.

Mgła to zawiesina mikroskopijnych kropelek wody, sięgająca w miejscu obserwacji do powierzchni Ziemi zmniejszając poziomą widzialność do poniżej 1 km (Tamulewicz, 1997). Średnia roczna liczba dni z mgłą w Poznaniu wynosi niespełna 64 dni (tab. 8). Najbardziej mglistym miesiącem w roku jest październik, a najbardziej mglistą porą roku – jesień (powyżej 25 dni z mgłą). W zimie również występuje duża liczba dni z mgłą. Wśród miesięcy zimowych, to listopad odznacza się najczęstszym zamgleniem. Lato to pora roku, w której mgły pojawiają się dość rzadko. Statystycznie występuje 6,5 dnia z mgłą w tej porze roku.

Tabela 8. Liczba dni z mgłą. Wartości średnie miesięczne i sezonowe w Poznaniu za lata 1956-1970.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	W	L	J	Z	Rok
7,6	6,1	4,5	2,7	2,2	1,7	2,3	2,5	4,4	12	9,5	8,4	9,4	6,5	25,7	22,1	63,7

I, II, ..., XII – *miesiące*, W – *wiosna (III-V)*, L – *lato (VI-VIII)*, J – *jesień (IX-XI)*, Z *zima (XII-II)*.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Woś, 2010a.

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych wynosząca w Poznaniu 517 mm jest jedną z najniższych w Polsce. Jest to spowodowane zjawiskiem cienia opadowego, w którego oddziaływaniu znajduje się Wielkopolska oraz jej stolica. Mimo iż swoistą własnością opadów atmosferycznych jest ich duża zmienność i nieregularność czasowa, to analizując rozkład miesięcznych sum opadów atmosferycznych na terenie Poznania zauważyć można znaczącą systematyczność tego zjawiska atmosferycznego (tab. 9). Minima roczne występują zimą (styczeń – 29 mm, luty – 26 mm). Po tym okresie następuje wzrost sum opadów miesięcznych aż do osiągnięcia maksimum w lipcu – 75 mm. Następnie rozpoczyna się okres spadków sum miesięcznych opadów aż do ponownego osiągnięcia minimum, które przypada na luty. Przewaga opadów letnich nad zimowymi nie jest wynikiem różnicy częstości ich występowania, która najwyższa jest późną jesienią i w okresie zimowym (tab. 10). Różnica jest efektem większego natężenia opadów notowanych w lecie (Woś, 1994). Na obszarze Poznania deszcz pojawia się w 159 dniach w roku, a miesiącem w którym notuje się najmniejszą liczbę dni z opadem jest wrzesień (11 dni).

Tabela 9. Średnie miesięczne i sezonowe sumy opadów atmosferycznych (mm) w latach 1951-2000 w Poznaniu.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	W	L	J	Z	Rok
29	26	30	34	51	61	75	57	44	36	35	38	115	193	116	93	517

I, II, ..., XII – *miesiące*, W – *wiosna (III-V)*, L – *lato (VI-VIII)*, J – *jesień (IX-XI)*, Z *zima (XII-II)*.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Woś, 2010a.

Tabela 10. Liczba dni z opadem w Poznaniu. Wartości średnie miesięczne i sezonowe w latach 1951-2000.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	W	L	J	Z	Rok
16	13	13	12	12	12	14	12	11	12	15	17	37	38	39	46	159

I, II,..., XII – *miesiące*, W – *wiosna (III-V)*, L – *lato (VI-VIII)*, J – *jesień (IX-XI)*, Z *zima (XII-II)*.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Woś, 2010a*.

W przebiegu rocznym, najliczniejsze przypadki występowania dni z burzą w Poznaniu mają miejsce w czasie lata (tab. 11). Mniejsza aktywność burzowa przypada na okres wiosny (6 dni z burzą), natomiast najmniejsza na jesień (1 dzień) i zimę (1 dzień). Mimo że, badanie wieloletniego przebiegu liczby dni z burzą wskazuje na dużą zmienność częstości występowania badanego zjawiska z roku na rok (Kolendowicz, 2007), to prezentowany materiał źródłowy pozwala na stwierdzenie, iż miesiącami w których występuje najwięcej dni burzowych w stolicy Wielkopolski są czerwiec, lipiec i sierpień – po 4 dni. Suma dni z burzą w tych trzech letnich miesiącach, stanowi wartość większą aniżeli suma dni burzowych w pozostałej części roku.

Tabela 11. Liczba dni z burzą w Poznaniu. Wartości średnie miesięczne i sezonowe w latach 1951-2000.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	W	L	J	Z	Rok
1	0	1	2	3	4	4	4	1	0	0	0	6	12	1	1	20

I, II,..., XII – *miesiące*, W – *wiosna (III-V)*, L – *lato (VI-VIII)*, J – *jesień (IX-XI)*, Z *zima (XII-II)*.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Woś, 2010a*.

Z opadami atmosferycznymi w okresie zimowym związane są opady śniegu i utrzymująca się po nich pokrywa śniegowa. Na obszarze Poznania występuje ona średnio w 50 dniach roku, zazwyczaj od początków grudnia do połowy marca (tab. 12). W poszczególnych latach możliwe są odstępstwa od średnich wieloletnich, którego wyrazem są opady występujące w listopadzie, a nawet w maju (tab. 12).

Tabela 12. Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną oraz daty początku i zaniku pokrywy śnieżnej w Poznaniu w latach 1951-1990.

Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną	Data początku wystąpienia pokrywy śnieżnej			Data zaniku pokrywy śnieżnej		
	Średnia	Najwcześniejsza	Najpóźniejsza	Średnia	Najwcześniejsza	Najpóźniejsza
50	4 XII	2 XI	21 I	16 III	8 I	2 V

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Woś, 2010a*.

Przebieg wilgotności względnej w Poznaniu cechuje się zauważalnym rozkładem rocznym (tab. 13). Najwyższą wilgotność względną notuje się w chłodnej porze roku (powyżej 85%), zaś najniższą na przełomie wiosny i lata (maj – 68 %, czerwiec – 69 %). Średnia roczna wartość wilgotności względnej w wieloleciu na terenie miasta Poznania wynosi 78%.

Tabela 13. Średnia wilgotność względna powietrza w Poznaniu. Dane z lat 1951-1990 w procentach (%).

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
86	86	78	72	68	69	73	73	78	83	87	88	78

Źródło: *Farat, 1996*.

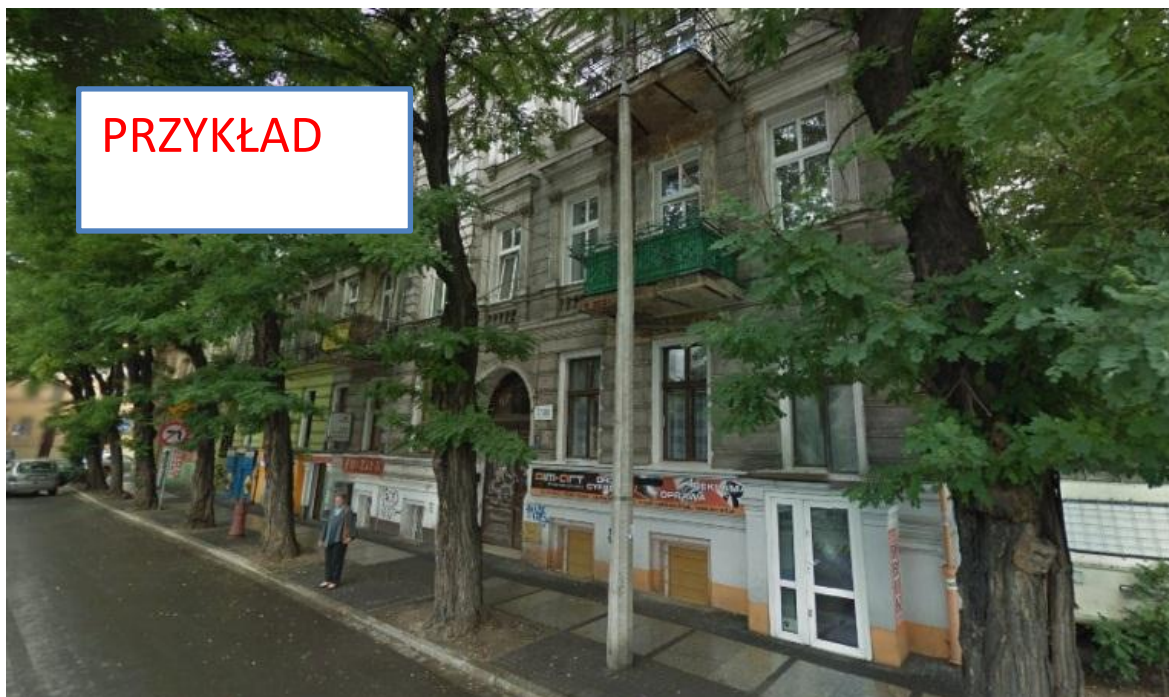
Przedstawione w niniejszym rozdziale cechy klimatu Poznania mają jedynie charakter poglądowy. Stanowią tło informacyjne którego zadaniem jest przybliżenie panujących w mieście warunków klimatycznych oraz ich sezonowej zmienności. Ponadto, ogólny obraz właściwości klimatycznych umniejszony został o cechy termiczne występujące w stolicy Wielkopolski. Ich dokładna analiza stanowi główną część niniejszego opracowania i została przedstawiona w rozdziale 3.

2.4. Historia pomiarów temperatury w Poznaniu

Systematyczne pomiary temperatury w Poznaniu prowadzone są od dnia 1 stycznia 1848 roku. Pierwszym obserwatorem od wspomnianego roku 1848 był prof. Spiller, a pierwszy posterunek w którym dokonywał swych pomiarów, powstał na terenie ówczesnego **górnego miasta** - tą nazwą określano zachodnią część Poznania leżącą nad tarasem zalewowym (Plenzler, 1966). Pomiary te znacznie różniły się od tych wykonywanych obecnie. Prof. Spiller umieścił termometry za oknem, na zewnętrznej ścianie swego mieszkania. Wysokość umieszczonych termometrów nad gruntem nie jest znana, wiadomo tylko, iż była to ściana północno-zachodnia i termometrami tymi dokonywano także pomiarów temperatur ekstremalnych. Był to pierwszy Posterunek Meteorologiczny na terenie Poznania (ryc. 13). Wykonywano w nim pomiaru temperatury trzy razy na dobę.

W 1862 roku termometry przeniesiono na **plac przy kościele Franciszkanów** (dzisiejszy Kościół św. Franciszka Serafickiego – bernardynów) i osadzono je 2,5 m nad ziemią (około 64 m n.p.m.). Pomiary temperatury w tym miejscu wykonywane były do 1885 roku.

Od roku 1867 do 1873 prowadzono obserwacje w domu przy dzisiejszej ulicy **Zielonej nr 3** (ryc. 8).



Rycina 4. Kamienica przy dzisiejszej ulicy Zielonej nr 2.
Źródło: Zasoby własne.

Zdecydowanie więcej informacji zachowało się o stacji utworzonej w sierpniu 1885 roku przy ulicy **Zielonej nr 2** (65 m n.p.m.). Termometry bez osłony umieszczono na wysokości 6,2 m nad gruntem, przy oknie wychodzącym ku zachodowi na ciasne podwórko otoczone z dwóch stron budynkami (Plenzler, 1966). Termometry nie były poddane bezpośredniemu działaniu promieni słonecznych, lecz najbliższe sąsiedztwo kilkupiętrowych budynków w znacznym stopniu ograniczało przepływ powietrza. Stacja przy ulicy Zielonej nr 2 funkcjonowała do końca roku 1910.

1 stycznia 1911 roku rozpoczęto mierzenie temperatury w nowo założonym posterunku **Poznań – Uniwersytet** (Woś, 2010b). Mieścił się on przy jednym z budynków Akademii Królewskiej (dzisiejszym Collegium Minus Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza) na wysokości 78 m n.p.m.. Ogródek meteorologiczny zlokalizowano w ogrodzie botanicznym o powierzchni 40 x 80 m, do którego przylegał od zachodu wykop z torami kolejowymi, od północy ogrody, od wschodu i południa budynki Collegium Minus (Plenzler, 1966) (ryc. 5).



Rycina 5. Zachodnia ściana budynku Collegium Minus, przy której funkcjonowała stacja meteorologiczna w okresie 1.01.1911r. – 31.07.1935r.
Źródło: Zasoby własne.

Klatka meteorologiczna typu angielskiego (ryc. 6), w której umieszczone były termometry, początkowo stała w odległości 12 metrów od zachodniej ściany budynku Collegium Minus. Następnie przeniesiono ją około 15 metrów dalej na zachód i w 1914 roku w klatce zamontowano termograf. Do grudnia 1918 roku obserwacje prowadzili przeważnie nauczyciele fizyki szkół średnich, a po krótkiej przerwie związanej z wybuchem powstania wielkopolskiego patronat nad stacją przejął powstały w 1919 roku Uniwersytet Poznański (Plenzler, 1966). Posterunek klimatologiczny Poznań – Uniwersytet prowadził swe badania do dnia 31 lipca 1935 roku, po czym został zamknięty.



Rycina 6. Klatka meteorologiczna typu angielskiego. Poznań – Dziegielowa.
Źródło: Zasoby własne (fot. M. Kaźmierczyk).

Pierwsze systematyczne obserwacje temperatury w stolicy wielkopolski należy wiązać przede wszystkim z powstaniem sieci pomiarowej należącej do utworzonego w roku 1847 Pruskiego Instytutu Meteorologicznego (Parczewski, 1949). Po I Wojnie Światowej, rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 28 kwietnia 1919 roku został utworzony Państwowy Instytut Meteorologiczny. W jego ramach rozpoczęto trwające mniej więcej do końca lat dwudziestych XX wieku, prace nad scaleniem i ujednoliceniem sieci pomiarowej istniejącej

wcześniej na terenie trzech zaborców (Girguś, 1969). Sieć punktów pomiarowych w Polsce systematycznie się rozwijała. Również w Poznaniu utworzono nowe stanowiska pomiarowe.

W 1921 rozpoczął pracę posterunek **Poznań – Ławica**, który działał w okresie międzywojennym jako stacja wojskowa na lotnisku, a w roku 1927 **Poznań – Gołęcin**. Stacja na Gołęczynie (ówczesne północno-zachodnie obrzeże Poznania), działała od 1 sierpnia 1927 do 31 sierpnia 1935 roku. Została ona ulokowana przy folwarku Gołęcin, należącego do Wydziału Rolnego Uniwersytetu Poznańskiego. Usytuowanie stacji „wśród wysokiego mieszanego drzewostanu” (Plenzler, 1996) sprawiło, że wyniki uzyskiwane z tej stacji nie oddawały w pełni charakterystyki termicznej miasta.

Kolejnym miejscem w którym prowadzono pomiary temperatury na obszarze Poznania był Sołacz. Badania wartości temperatury w stacji **Poznań – Sołacz** rozpoczęto po zamknięciu stacji na Gołęczynie i posterunku przy Uniwersytecie. Stacja pod władaniem Polskim pracowała do czasu wybuchu II Wojny Światowej w 1939 roku. Po krótkiej przerwie trwającej niecałe trzy miesiące (od początków października do 20 grudnia 1939 roku) posterunek wznowił pomiary, lecz już pod panowaniem hitlerowskim i funkcjonował przez całą wojnę do 20 stycznia 1945 roku.

W czasie II Wojny Światowej Państwowy Instytut Meteorologiczny został zlikwidowany. Ciągłość obserwacji w czasie wojny na terenach Polski zachowały nieliczne posterunki meteorologiczne, m.in. w Poznaniu. Lecz nawet te fragmenty sieci, które zachowały się w okresie okupacji hitlerowskiej uległy niemal całkowitej zagładzie podczas ostatniej fazy działań wojennych na ziemiach polskich (Farat, 2004).

Po wojnie, uchwałą Rady Ministrów z dnia 8 marca 1945 roku, nastąpiło połączenie służby hydrologicznej i meteorologicznej w jeden „Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny” (PIHM). Oddział PIHM w Poznaniu utworzono w maju 1945 roku i przystąpiono do odbudowy sieci pomiarowej.

Stacja **Poznań – Ławica** (ryc. 7), funkcjonująca w czasie wojny jako posterunek lotniskowy, wznowiła działalność 20 kwietnia, a niespełna 9 miesięcy później – 11 stycznia 1946 roku, została przekazana polskim władzom, czyli poznańskiemu oddziałowi PIHM. Pomiarów temperatury na Ławicy dokonuje się po dzień dzisiejszy, jednak w obrębie lotniska klatkę meteorologiczną przenoszono kilkakrotnie. Początkowo w wyniku zniszczeń wywołanych działaniami wojennymi stacja została przeniesiona do południowo-wschodniej części lotniska. Następnie w roku 1948 przeniesiono ją o około 2 km na północny-wschód. Obecną lokalizację (52°25'02"N, 16°50'09"E; wysokość: 83 m n.p.m.), na płaskiej i otwartej przestrzeni w pobliżu pasa startowego (Bednorz, 2003) ogródek meteorologiczny uzyskał



Rycina 7. Ogródek meteorologiczny na Lotniskowej Stacji Meteorologicznej Poznań-Ławica.
Źródło: *Farat, 2004* (fot. R. Farat).

w 1955 roku, w którym postanowiono przenieść klatkę wraz z termometrami o kolejne 100 m, tym razem na południowy-zachód, tak aby oddalić się od zabudowań, mogących wpływać na uzyskiwane wyniki pomiarów. W dniu 15 listopada 1956 roku na bazie działającej stacji meteorologicznej utworzono Lotniskowe Biuro Pogody podlegające od 1973 roku Instytutowi Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), powstałemu po połączeniu Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego z Instytutem Gospodarki Wodnej. Stacja meteorologiczna Poznań – Ławica jest obecnie miejscem w którym najdłużej w historii Poznania dokonuje się systematycznych pomiarów temperatury. Należy podkreślić również, iż oprócz swej 60 letniej długości (niewątpliwie reprezentatywnej dla klimatologii) są to pomiary nieprzerwane, wykonywane obecnie w odstępach półgodzinnych od 0:00 do 23:30 codziennie. Jest to możliwe dzięki prowadzonej w ostatnich latach systematycznej modernizacji, której wynikiem jest przede wszystkim automatyzacja. Terminy: modernizacja i automatyzacja odnoszą się bezpośrednio do prowadzonych pomiarów temperatury przez stację Poznań – Ławica, bowiem wyniki uzyskiwane przez omawianą stację pozyskuje się poprzez termometr automatyczny, a wynikami otrzymywanymi przy wykorzystaniu aparatury standardowej jedynie wspomaga się przy porównywaniu, kalibrowaniu, czy też w innych sytuacjach ekstremalnych jak np. awarie, uszkodzenia lub spadek napięcia elektrycznego.

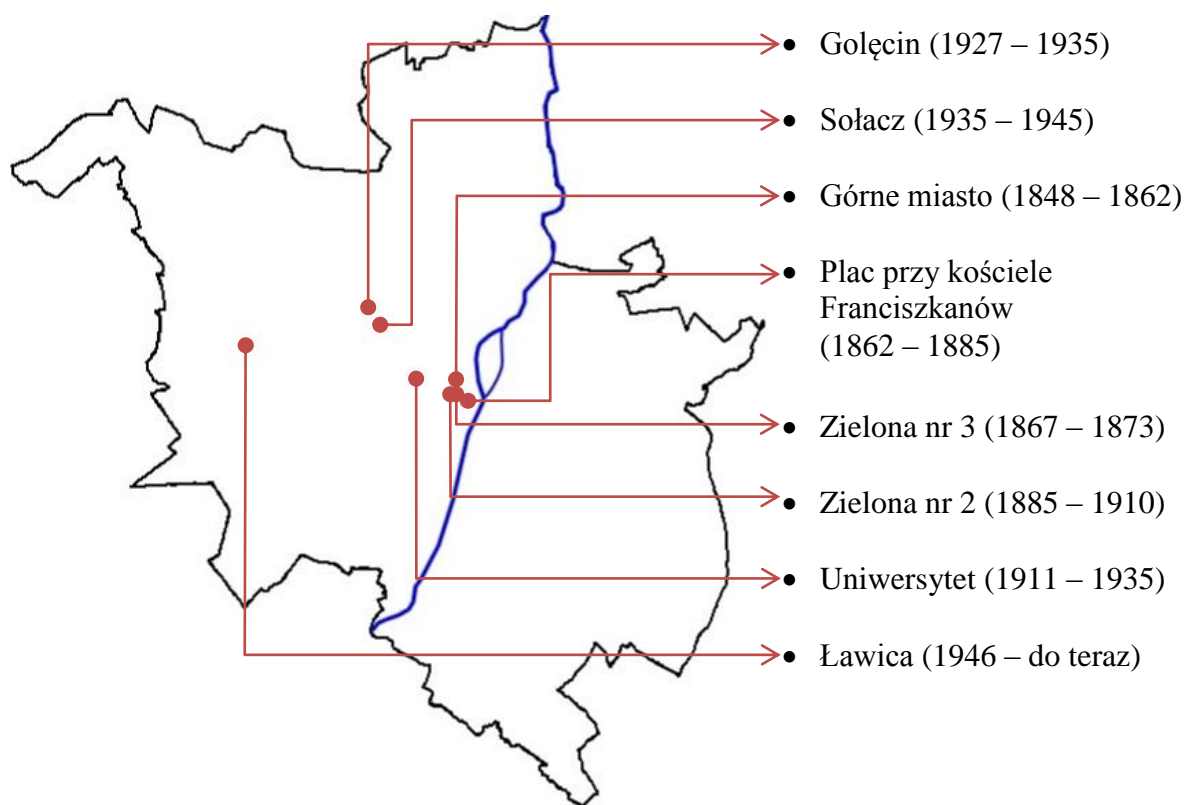
W przeszłości, obok działającej w ramach IMGW standardowej sieci meteorologicznej na terenie miasta Poznania istniały także punkty pomiarowe należące do innych jednostek naukowych oraz przedsiębiorstw (*Farat, 2004*) takich jak: Poznańskie Wodociągi

i Kanalizacja Spółka z o.o. (dzisiejszy Aquanet Spółka Akcyjna), Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Poznaniu (RDLP), Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu, Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Poznaniu i Zarząd Dróg Powiatowych w Poznaniu.

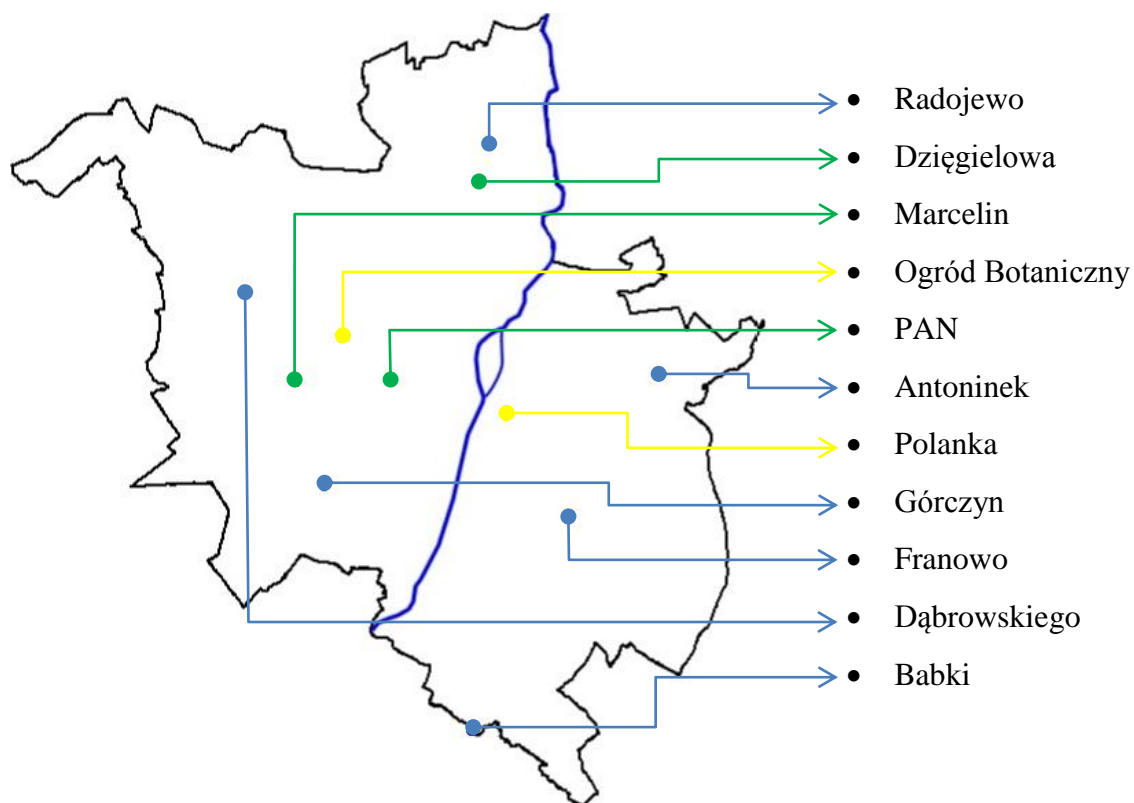
Obecnie w stolicy Wielkopolski, oprócz stacji Poznań - Ławica, która należy do sieci IMGW funkcjonują także inne posterunki pomiarowe, należące do różnych instytucji, w których dokonuje się codziennych pomiarów temperatur, a wyniki wykorzystywane są do różnych celów.

Do celów naukowych swoje stacje wykorzystuje Uniwersytet im Adama Mickiewicza. W granicach administracyjnych Poznania posiada on obecnie jedną stację meteorologiczną, nazwaną na potrzeby niniejszego opracowania jako **Poznań – Dzięgielowa** (ryc. 6). Początkowo wydziałowa stacja meteorologiczna ulokowana była na dachu budynku Collegium Geographicum, lecz z uwagi na niestandardową lokalizację postanowiono utworzyć tradycyjny, naziemny ogródek meteorologiczny i przenieść tam część aparatury pomiarowej. Obecnie stacja zlokalizowana jest po południowej stronie budynku Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych przy ul. Dzięgielowej 27 (52°27'47"N, 16°56'29"E; wysokość: xx m n.p.m.). Jest w pełni wyposażona w specjalistyczne przyrządy pomiarowe i spełnia wszelkie kryteria i standardy międzynarodowe, jakim podlegają również stacje meteorologiczne IMGW. Pomiary prowadzone są w niej w sposób tradycyjny - instrumentalny oraz automatyczny za pomocą przyrządów firmy HOBO.

Inną jednostką naukową dokonującą pomiarów temperatury powietrza w Poznaniu jest Uniwersytet Przyrodniczy. Należący do niego Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu (ówczesny Wydział Ogrodniczy Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu) utworzył w 2004 roku stację doświadczalno - meteorologiczną „**Marcelin**” i rozpoczął regularne pomiary od 16 grudnia 2004 roku. Stacja Marcelin (52°24'24"N, 16°51'41"E; wysokość: 88 m n.p.m.) mieści się przy ul. Zgorzeleckiej 4, około 120 m od Pałacu na Marcelinie (ryc. 9). Pomiary temperatury powietrza na wysokości 2 m wykonywane są co 1 sekundę, a co 5 minut zapamiętywana jest średnia wartość z wykonywanych pomiarów. Przy zapamiętywaniu pomiarów co 5 minut rejestrator zapisuje 3168 wartości w ciągu doby (www.au.poznan.pl/wogr/hobo/index.html). Zebrane dane mogą być wykorzystywane przez pracowników i studentów Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w celach dydaktycznych oraz badawczych.



Rycina 8. Miejsca wykonywania pomiaru temperatury w Poznaniu przed II Wojną Światową.
Źródło: Zasoby własne.



Rycina 9. Miejsca wykonujące pomiary temperatury powietrza w Poznaniu w 2011 roku.
Źródło: Zasoby własne.

Następną instytucją prowadzącą pomiary temperatury w Poznaniu jest Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ). Sieć WIOŚ-u na obszarze Poznania tworzą dwie automatyczne stacje kontenerowe, zamontowane na terenie miasta pod koniec 2004 roku. Pierwsza z nich: **Poznań 1 ul. Polanka** umiejscowiona jest na prawobrzeżnej części miasta przy ul. Polanka ($52^{\circ}23'58''\text{N}$, $16^{\circ}57'34''\text{E}$; wysokość: 67 m n.p.m.), natomiast druga: **Poznań 2 Ogród Botaniczny** ($52^{\circ}25'13''\text{N}$, $16^{\circ}52'38''\text{E}$; wysokość: 84 m n.p.m.) w centrum należącego do Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza Ogrodu Botanicznego, mieszczącego się przy ul. Dąbrowskiego 165 (ryc. 10). Opisywane stacje powstały w wyniku udziału WIOŚ Poznań w projekcie Unii Europejskiej: „Phare 2001 PL 01.05.06 Systemy oceny jakości powietrza”, związanego z wdrażaniem dyrektywy „96/62/EC” dotyczącej oceny i zarządzania jakością powietrza. Dlatego też omawiane stacje prowadzą głównie pomiary pod kątem ochrony zdrowia ludzkiego, a pomiary temperatury wykonują jedynie jako tło potrzebne do analizy zanieczyszczeń powietrza (Jankowiak-Krysiak, Borowiak, Zbierska, 2010).



Rycina 10. Stacja WIOŚ „Poznań 2 - Ogród Botaniczny”.
Źródło: Zasoby własne (fot. M. Imbierowicz).

Badania temperatury, począwszy od 1 stycznia 2005 roku są wykonywane automatycznie co godzinę przez cały rok. Wyniki natomiast gromadzi się w siedzibie WIOŚ w Poznaniu, następnie weryfikuje, zatwierdza, archiwizuje i zamieszcza w Internecie na stronach Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu. Przez wysoką

awaryjność urządzeń pomiarowych zainstalowanych w obu stacjach, serie pomiarowe zarówno stacji Poznań 1 ul. Polanka, jak i Poznań 2 Ogród Botaniczny są niepełne i niekompletne.

Kolejną jednostką naukową w której wykonuje się stałe pomiary temperatury jest **Polska Akademia Nauk (PAN)**. Na budynku należącym do Instytutu Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu została zainstalowana niewielka stacja dokonująca automatycznych pomiarów temperatury powietrza. Główną pieczę nad stacją ($52^{\circ}24'27''\text{N}$, $16^{\circ}54'19''\text{E}$), która znajduje się na północnej ścianie gmachu przy ul. Bukowskiej 19 (od strony Starego Zoo) sprawuje Zakład Klimatu i Zasobów Wodnych.

Oprócz państwowych placówek naukowo – badawczych istotną rolę w badaniu temperatury w granicach administracyjnych miasta Poznania odgrywają również instytucje prywatne. Działają one na zasadzie firm outsourcingowych, wykonując pomiary na zlecenie innych instytucji. Przykładem takim jest firma TRAX elektronik z siedzibą w Krakowie przy ul. Ks. Truszkowskiego 54. Spółka TRAX elektronik zajmuje się pomiarami wielu elementów meteorologicznych w tym również pomiarami temperatury powietrza. Posiada swe stacje pomiarowe zlokalizowane na terenie całej Polski, przeważnie przy głównych ciągach komunikacyjnych, ale również w lasach, czy na stadionach piłkarskich. Firma od kilku lat współpracuje z uczelniami, instytucjami naukowo-badawczymi, organami odpowiedzialnymi za utrzymanie dróg (www.traxelektronik.pl/www/index.php?c=1) i wieloma innymi znaczącymi podmiotami na terenie naszego kraju, także tymi, których siedziby mieszczą się w Poznaniu. Należą do nich: Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy Poznań, Zarząd Dróg Miejskich (ZDM), Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) oraz Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych (RDLP). Poznańskie stacje pomiarowe firmy TRAX elektronik są w pełni zautomatyzowane, rozmieszczone głównie przy drogach lub w ich najbliższym sąsiedztwie. Wykonują pomiar temperatury powietrza na wysokości 2 metrów a także temperatury nawierzchni. Nazwy poszczególnych stacji zaczerpnięto od nazw ulic, nazw dzielnic, lub nazw części miejscowości w których zostały umieszczone. Na terenie Poznania zostały utworzone następujące punkty: Antoninek, Babki, Dąbrowskiego, Franowo, Górczyn, Radojewo.

Stacja **Antoninek** mieści się przy przebudowywanym węźle drogowym, nieopodal stacji kolejowej „Poznań-Antoninek” we wschodniej części Poznania ($52^{\circ}24'37''\text{N}$, $17^{\circ}01'38''\text{E}$). Z pomiarów dokonywanych w tej stacji korzysta głównie Zarząd Dróg Miejskich w Poznaniu, ale w okresie zimowym o informacje sporadycznie proszą

również pracownicy poznańskiego oddziału Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

Babki - to stacja pomiarowa utworzona na terenie Nadleśnictwa Babki, na południowo-wschodnim skraju miasta ($52^{\circ}18'41''\text{N}$, $16^{\circ}56'23''\text{E}$). Jest to jedna z leśnych stacji meteorologicznych utworzonych na obszarze RDLP, której zadaniem oprócz pomiarów temperatury powietrza na wysokości 2 metrów, jest także badanie temperatury występującej na powierzchni gruntu i 20 cm poniżej.

Punkt pomiarowy **Dąbrowskiego** (ryc. 11) ($52^{\circ}25'52''\text{N}$, $16^{\circ}50'16''\text{E}$) utworzony został na zachodzie Poznania, przy drodze krajowej nr 92 (ul. Dąbrowskiego, na wysokości ulicy Kołobrzeskiej) Wykorzystywany jest przez Poznański Zarząd Dróg Miejskich, podobnie jak stacja w Antoninku.



Rycina 11. Automatyczna stacja pomiarowa należąca do firmy TRAX elektronik zlokalizowana przy ul. Dąbrowskiego w Poznaniu.

Źródło: Zasoby własne (fot. M. Imbierowicz).

Dane meteorologiczne z pozostałych trzech poznańskich stacji firmy TRAX elektronik (Franowo, Górczyn, Radojewo) również wykorzystywane są przez organy miejskie odpowiedzialne za dobry stan dróg (ZDM Poznań). Rozmieszczenie stacji **Franowo** - południowy wschód (52°25'52"N, 16°50'16"E), **Górczyn** - południowy zachód (52°25'52"N, 16°50'16"E), **Radojewo** - północ (52°25'52"N, 16°50'16"E) oraz stacji Antoninek i Dąbrowskiego jest nieprzypadkowe. Usytuowanie ich przy ulicach miejskich w różnych częściach miasta (co przedstawiono na rycinie 9 - niebieskie punkty) sprawia, iż stanowią one rzetelne źródło informacji dla ZDM o warunkach panujących na poznańskich drogach we wszystkich częściach miasta.

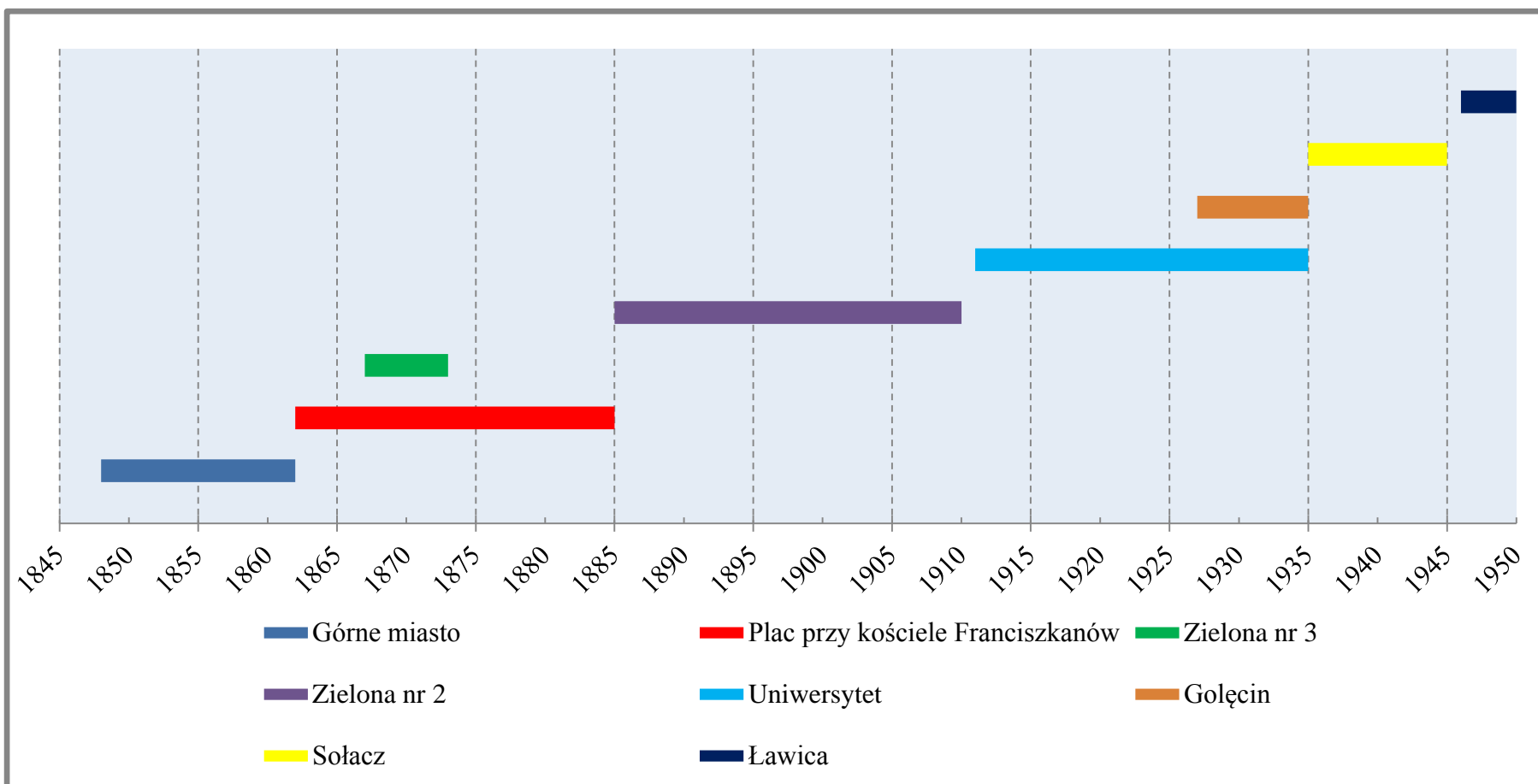
Poza wykwalifikowanymi instytucjami, ośrodkami badawczymi, uczelniami i prywatnymi firmami, istnieje jeszcze jedna grupa, która dokonuje pomiarów i obserwacji temperatury powietrza w Poznaniu, a o której jeszcze nie wspomniano. Do tej grupy zaliczyć można wszystkich tych mieszkańców, tego ponad półmilionowego miasta, którzy dokonują codziennych pomiarów temperatury, spoglądając każdego dnia na zamontowane za oknem swych domów lub mieszkań termometry. Poza termometrami domowymi, Poznaniacy korzystać mogą również z coraz częściej spotykanych termometrów w samochodach osobowych, elektronicznych zegarach miejskich, a także z zainstalowanych na przystankach Poznańskiego Szybkiego Tramwaju tablic informacyjnych (ryc. 12), które również wyposażone są w termometry elektroniczne z funkcją wyświetlania aktualnie zmierzonej temperatury powietrza. Choć takie pomiary i obserwacje zdają się być nieprofesjonalne, a wyniki nie zostają gromadzone w bazach danych (zapewne sami „obserwatorzy” nie zapamiętują tych wyników na dłużej niż kilka minut), to nie sposób nie docenić tej jakże licznej grupy ludzi. Nie z uwagi na istotność ich badań dla celów naukowych, bo przecież obserwacje te nie podlegają dalszym analizom meteorologów i klimatologów, lecz z uwagi na ważność ich obserwacji dla nich samych. Ludziom przydatne są obserwacje temperatury i towarzyszą im od wielu lat. Wykorzystują je niemal każdego dnia życia - choćby podczas doboru odpowiedniego odzienia, w którym wyjdą ze swych miejsc zamieszkania i najmniej odczują bodźce termiczne panujące na dworze. Dlatego z powyższych przyczyn omówienie tej grupy „badaczy” na pewno uznać można za zasadne, gdyż jest to istotna i przede wszystkim najliczniejsza grupa osób wykonująca codzienne pomiary i obserwacje temperatury powietrza w Poznaniu.

Na terenie stolicy Wielkopolski już kilkadziesiąt lat temu skończyły się czasy, w których pomiary temperatury powietrza dokonywano jedynie w standardowych ogródkach meteorologicznych. Czasy w których jedyną organizacją dokonującą codziennych pomiarów

elementów meteorologicznych był IMGW również minęły bezpowrotnie. Obecnie, jak wynika z powyższego tekstu, punktów prowadzących pomiary temperatury powietrza na terenie Poznania jest kilkanaście. Istnienie tak wielu miejsc dokonujących pomiaru temperatury związane jest niewątpliwie ze stale rosnącym zapotrzebowaniem na wiedzę, informację i prognozy meteorologiczne. Istotnym impulsem, który w ostatnich latach wspomagał powstawanie na obszarze Poznania tak licznych punktów pomiarowych jest również niewątpliwy światowy postęp techniczny. Obecne stacje produkowane są w najnowszej technologii. Są to urządzenia automatyczne, nie wymagają zatrudnienia dodatkowego personelu zajmującego się odczytami i zarządzaniem wynikami. Stacje potrafią w sposób bezobsługowy wykonywać, zapisywać, a nawet poprzez sieć GSM wysyłać uzyskane pomiary na serwer w którym przy użyciu prostego oprogramowania, automatycznie tworzy się bazy danych. Omawiany postęp techniczny, połączony z otwarciem rynków (większy napływ towarów z krajów azjatyckich do Polski) i rywalizacją producentów (którego efektem są stale obniżające się koszty produkcji urządzeń pomiarowych), istotnie wpłynął i jak można się spodziewać, nieustannie wpływać będzie, na łatwość (prostotę) zakładania i dalszego funkcjonowania nowych punktów pomiarowych.



Rycina 12. Tablica wskazująca aktualną temperaturę powietrza na przystanku tramwajowym „Słowiańska” na trasie PST, kierunek os. Sobieskiego.
Źródło: Zasoby własne (fot. M. Imbierowicz).



Rycina 13. Miejsca w których wykonywano pomiary temperatury w Poznaniu w latach 1848 - 1950.

Źródło: Opracowanie własne.

3. Analiza zmienności temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1920 – 2010

Stosunki termiczne są jedną z najważniejszych własności klimatycznych Poznania. Temperatury występujące w Poznaniu mają bardzo duże znaczenie dla życia człowieka, a także są ściśle powiązane z wieloma dziedzinami szeroko rozumianej działalności gospodarczej poznanianów. Właściwości termiczne występujące w Poznaniu zostały opisane za pomocą wartości średnich temperatury powietrza występującej na przestrzeni lat. Głównie wnioskowano na podstawie wartości średnich dobowych dzięki którym wyznaczono średnie miesięczne, sezonowe i roczne, a te posłużyły do dalszych analiz.

Czynniki wpływające na stosunki termiczne

Na wielkość temperatur występujących w Poznaniu oraz ich zmienność w czasie wpływają różne, wzajemnie na siebie oddziałujące czynniki. Można je podzielić na kilka grup.

Pierwszą stanowią czynniki **geograficzne**, do których zalicza się: szerokość geograficzna, rozkład mórz i lądów, wyniesienie nad poziom morza, oddalenie od morza, rzeźba terenu, pokrycie terenu, prądy morskie (Woś, 1994; Tamulewicz, 1997).

Do drugiej grupy należą czynniki **geofizyczne** - kulisty kształt Ziemi i atmosfery, ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca i nachylenie osi kuli ziemskiej do płaszczyzny ekliptyki pod kątem około $23,5^\circ$, a także ruch obrotowy Ziemi wokół własnej osi i ruch Ziemi po eliptycznej orbicie wokół Słońca (następstwem tego jest zmienna w ciągu roku ziemskiego odległość Ziemi od Słońca (występowanie aphelium i peryhelium) (www.imgw.pl/wl/internet/zz/klimat/0401_strefowe.html).

Kolejnym czynnikiem jest **astrofizyczny** czynnik klimatyczny, czyli ilość energii promieniowania Słońca docierająca do górnej granicy atmosfery ziemskiej (stała słoneczna - 1366 W/m^2).

Poza czynnikami geograficznymi, geofizycznymi i astrofizycznymi na warunki termiczne panujące w Poznaniu znaczący wpływ wywierają także czynniki **meteorologiczne**, takie jak: zachmurzenie nieba, napływające nad obszar miasta masy powietrza i związane z nimi wiatry – ich kierunek i prędkość (Kozuchowski, 2005).

3.1. Średnie roczne

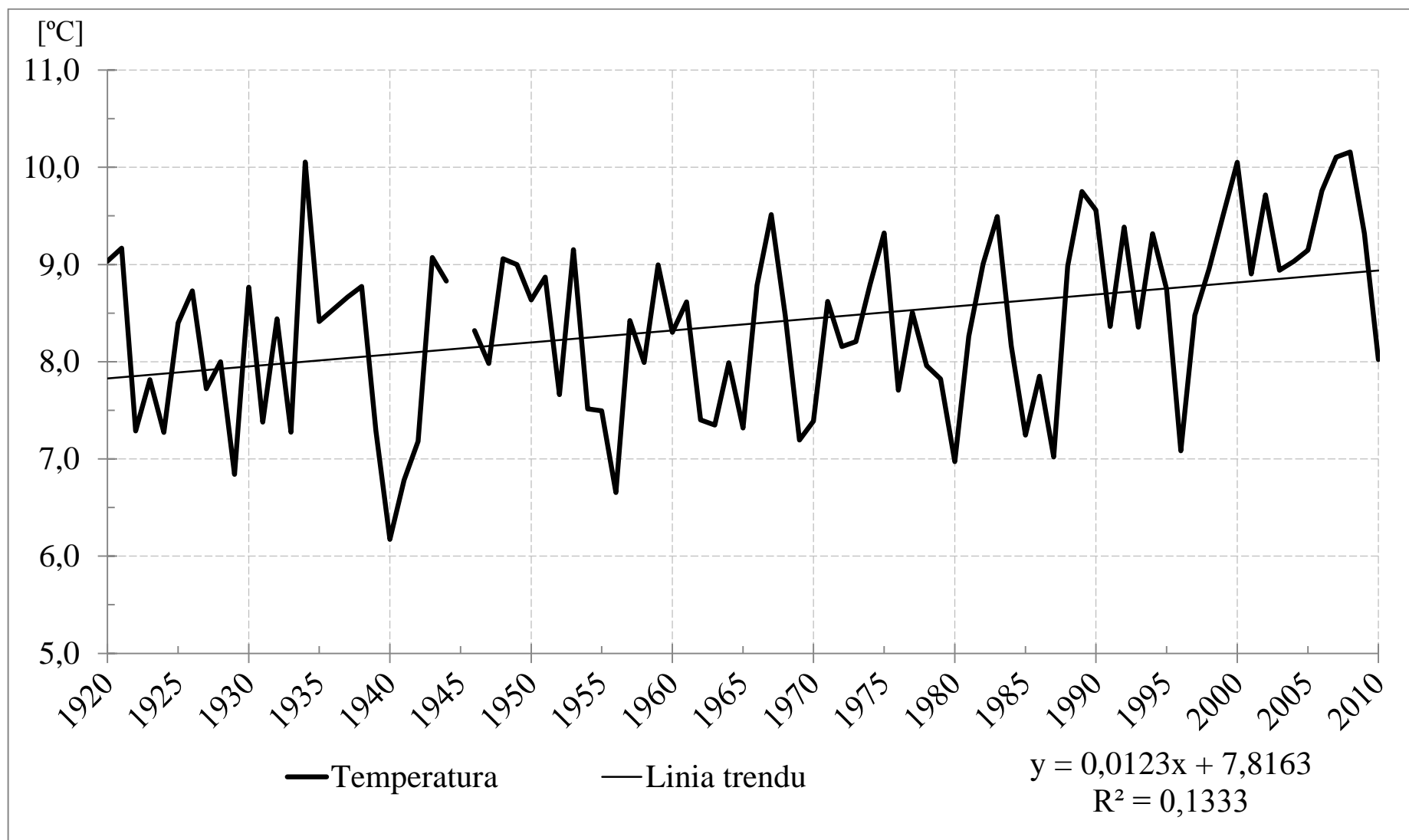
Na rycinie 14 przedstawiono przebieg średnich rocznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010. Średnia roczna temperatura powietrza w Poznaniu w badanym okresie wyniosła 8,4°C. Najzimniejszym rokiem w analizowanym przedziale czasowym był 1940 z temperaturą średnią wynoszącą 6,2°C, natomiast rok o najwyższej średniej temperaturze powietrza to 2008, w którym średnia wyniosła 10,2°C.

Średnioroczne wartości temperatury w badanym wieloleciu cechowały się dużą zmiennością. Fluktuacje te są cechą charakterystyczną w umiarkowanych szerokościach geograficznych w których notuje się także systematyczny wzrost temperatury powietrza (Woś, 1992). Poznań nie odbiega pod tym względem od innych miast i również w stolicy wielkopolski uwidacznia się trend wzrostowy. W badanym wieloleciu wzrost temperatury przedstawiono w ujęciu graficznym i analitycznym na rycinie 14, za pomocą trendu liniowego i równania regresji, która przyjęła wartość $y = 0,012x + 7,8404$ (ryc. 14), co oznacza, że średnie roczne temperatury powietrza w ciągu 90 lat wzrosły w Poznaniu o 1,08°C (trend istotny na poziomie $\alpha = 0,001$) (zał. 2).

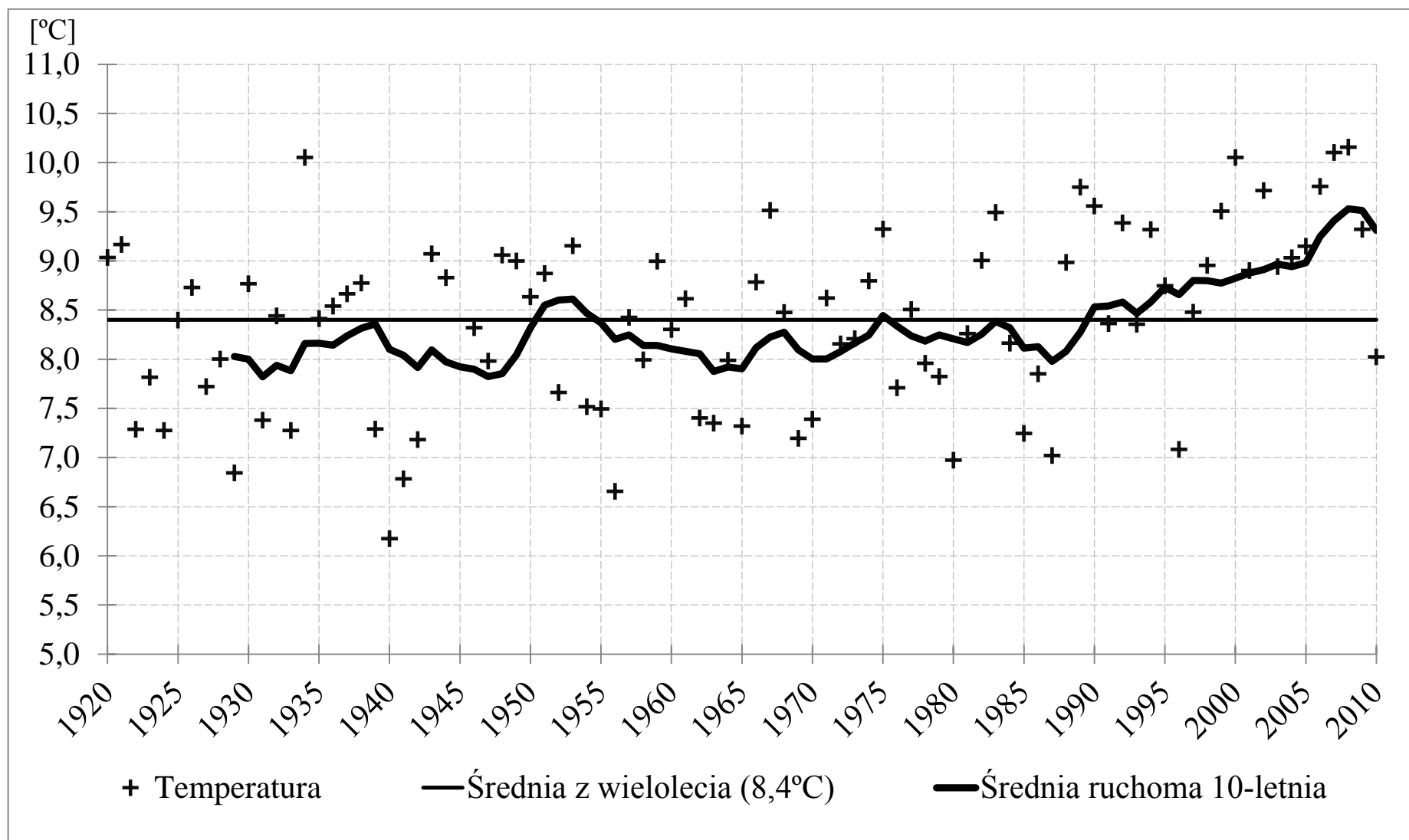
Wzrost temperatur rocznych w Poznaniu jest szczególnie zauważalny w ostatnich dwudziestu latach. Przedstawia to rycina 15 z zaznaczoną średnią ruchomą 10-letnią (średnia konsekwentna). Na jej podstawie wyznaczyć można cykle o różnych tendencjach zmian - okresy w których temperatury powietrza w Poznaniu wzrastają i okresy w których notowane były spadki temperatury powietrza.

Od roku 1987 do 2008 zaznacza się okres cechujący się (w stosunku do lat poprzedzających) nader wyraźnym, ciągłym wzrostem temperatury. Okresem wzrostowym, wykazanym przez średnie ruchome 10-letnie, okazały się również lata 1931-1935, 1947-1953 oraz 1969-1975. Do okresów w których notowane były spadki wartości temperatury z roku na rok na podstawie wyznaczonej średniej konsekwentnej zaliczyć można przedziały pomiędzy 1938-1947, 1953-1962 oraz mniejszy pomiędzy 83 a 87 rokiem XX wieku.

Zgodnie z panującymi w ostatnich latach teoriami dotyczącymi globalnego ocieplenia klimatu, temperatura w przebiegu rocznym w Poznaniu wykazuje tendencję dodatnią. Jej zmienność nie jest jednak prostoliniowa i nie następuje w charakterze ciągłym, lecz w pewnych cyklach przedzielonych (urozmaiconych) wahaniami - spadkami średnich rocznych temperatur powietrza, które wykazują znamię dużej okresowości.



Rycina 14. Przebieg temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1920 – 2010.
Źródło: Opracowanie własne.



Rycina 15. Wieloletni przebieg temperatury powietrza w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekutywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.

W celu dokładniejszej analizy występujących zmienności temperatur rocznych w Poznaniu dokonano podziału badanej serii na 9 okresów dziesięcioletnich, których średnie wartości termiczne przedstawiono w tabeli 14. Wyznaczone dziesięciolecia obejmują następujące okresy:

1. lata 1921 – 1930 (21-30),
2. lata 1931 – 1940 (31-40),
3. lata 1941 – 1950 (41-50),
4. lata 1951 – 1960 (51-60),
5. lata 1961 – 1970 (61-70),
6. lata 1971 – 1980 (71-80),
7. lata 1981 – 1990 (81-90),
8. lata 1991 – 2000 (91-00),
9. lata 2001 – 2010 (01-10).

Wartości temperatury w okresach dziesięcioletnich podobnie jak w ujęciu rocznym, ukazanym na rycinach 14 oraz 15, również cechują się fluktuacjami. W pierwszych trzech dziesięcioleciach temperatury wykazują tendencję wzrostową do punktu kulminacyjnego

Tabela 14. Średnie miesięczne, sezonowe i roczne wartości temperatury powietrza w wyznaczonych dziesięcioleciach oraz średnie miesięczne, sezonowe i roczna za lata 1920 - 2010 w Poznaniu.

Okres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Średnia
Lata	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-00	01-10	1920-2010
Roczne	8,0	8,1	8,3	8,1	8,0	8,2	8,5	8,8	9,3	8,4
Wiosna (III-V)	7,7	7,8	8,0	7,1	7,5	7,5	8,5	8,8	9,1	8,0
Lato (VI-VIII)	17,0	17,9	17,9	17,7	17,5	17,3	17,3	17,8	19,0	17,7
Jesień (IX-XI)	8,4	8,8	8,7	8,4	9,1	8,2	8,7	8,4	9,3	8,6
Zima (XII-II)	-1,3	-2,0	-1,6	-1,1	-2,2	-0,4	-0,5	0,2	-0,3	-1,0
I	-1,2	-2,4	-3,2	-1,7	-3,3	-1,7	-1,2	-0,2	-1,2	-1,7
II	-1,8	-1,7	-1,6	-2,5	-1,6	-0,3	-1,0	0,5	0,4	-1,0
III	2,8	2,3	1,8	1,6	1,6	2,9	3,4	3,6	3,6	2,7
IV	7,1	7,5	8,5	7,1	8,2	6,7	7,8	9,1	9,3	8,0
V	13,2	13,7	13,9	12,7	12,6	12,9	14,2	13,6	14,3	13,5
VI	15,4	17,2	16,6	17,1	17,6	16,5	16,0	16,5	17,5	16,7
VII	18,4	19,0	18,7	18,4	18,0	17,7	18,2	18,6	20,2	18,6
VIII	17,1	17,6	18,4	17,6	17,0	17,6	17,6	18,3	19,2	17,8
IX	13,5	14,0	14,8	13,3	14,0	12,9	13,3	13,5	14,3	13,7
X	8,5	8,5	8,3	8,6	9,2	7,9	9,3	8,5	8,8	8,6
XI	3,3	3,9	3,1	3,4	4,1	3,8	3,5	3,1	4,7	3,6
XII	-0,9	-1,2	0,0	0,8	-1,8	0,9	0,6	0,2	0,0	-0,2

Źródło: Opracowanie własne.

przypadającego na dziesięciolecie trzecie (1941 – 1950). Od tego okresu następuje spadek wielkości temperatur do wartości 8,0°C w dekadzie piątej, po której temperatury następnych okresów dziesięcioletnich systematycznie rosną do ostatniego okresu - 9. Średni wzrost temperatur pomiędzy 5 a 8 dziesięcioleciem wynosi około 0,3°C i wydaje się być znaczącym. Jednak największy wzrost temperatury powietrza w Poznaniu pomiędzy średnimi dziesięcioletnimi okresami zanotowano pomiędzy dekadą ósmą a dziewiątą. Temperatura dziesięciolecia 2001 – 2010 była najwyższą spośród całego badanego wielolecia podzielonego na przedziały liczące 10 lat i wyższą od poprzedzającego ją okresu o 0,5°C.

Bardziej szczegółowe wnioski na temat wahań temperatury występujących na przestrzeni lat w Poznaniu uzyskano poprzez wyznaczenie anomalii – wielkości odchyłeń od normy średnich temperatur rocznych. Stopień odstępstwa od normy wyznaczono na podstawie obliczenia średniego odchylenia standardowego (δ) wszystkich temperatur rocznych od wartości średniej wieloletniej dla roku, przyjmując następującą gradację:

- Średnia temperatura roczna zawarta w zakresie wartości średniego wieloletniego odchylenia standardowego – rok normalny.

Wartości przekraczające ten przedział to swego rodzaju termiczne anomalie, zatem:

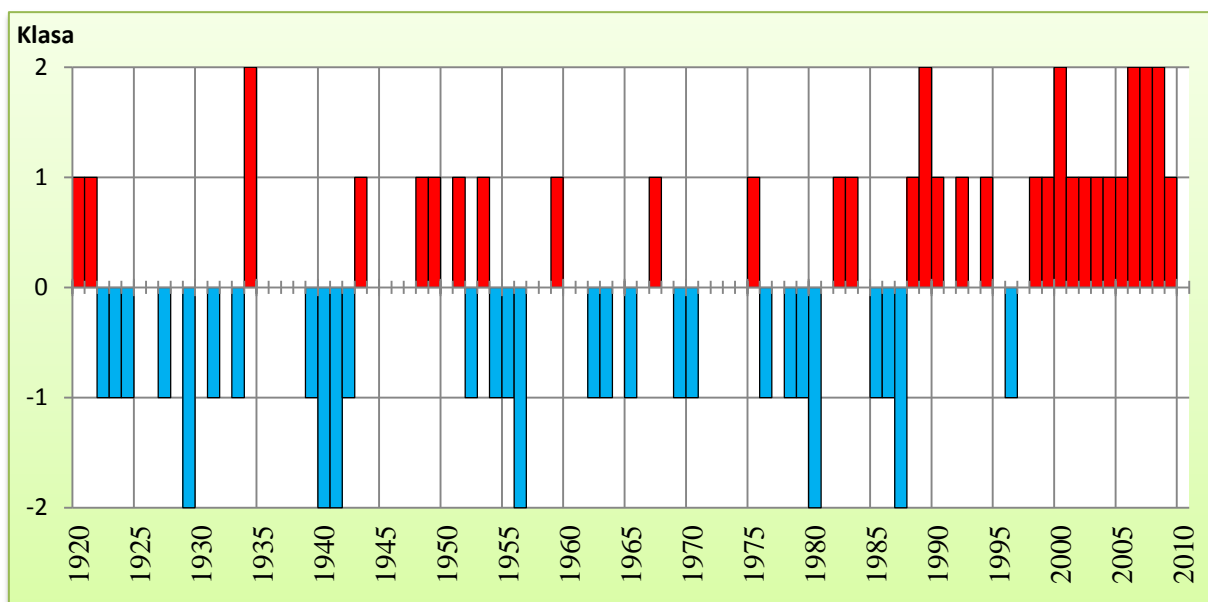
- Średnia temperatura roczna niższa/wyższa od wartości średniego wieloletniego odchylenia standardowego (δ) – rok chłodny/ciepły.
- Średnia temperatura roczna niższa/wyższa od podwojonej wartości średniego wieloletniego odchylenia standardowego (2δ) – rok bardzo chłodny/ciepły.

Na podstawie powyższych zależności ustalono następujące klasy o termicznych zakresach:

- -2 – rok bardzo chłodny $T_{\text{sr.}} \leq 7,07^{\circ}\text{C}$
- -1 – rok chłodny $7,07^{\circ}\text{C} < T_{\text{sr.}} \leq 7,96^{\circ}\text{C}$
- 0 – rok normalny $7,96^{\circ}\text{C} < T_{\text{sr.}} \leq 8,84^{\circ}\text{C}$
- 1 – rok ciepły $8,84^{\circ}\text{C} < T_{\text{sr.}} \leq 9,73^{\circ}\text{C}$
- 2 – rok bardzo ciepły $9,73^{\circ}\text{C} < T_{\text{sr.}}$

T_{sr} – temperatura średnia danego roku.

Po przyporządkowaniu każdego roku odpowiedniej klasie stwierdzono, iż w ciągu badanego czasokresu wystąpiły 32 lata z temperaturą roczną normalną, 28 anomalii ujemnych, z czego 22 w klasie -1 i 6 w klasie -2. Liczba anomalii dodatnich wynosi 30, na co składają się 24 lata ciepłe (klasa 1) i 4 bardzo ciepłe (klasa 2). W przebiegu rocznym zauważyć można pewne charakterystyczne prawidłowości dotyczące wyników średnich



Rycina 16. Klasy temperatury wyznaczone na podstawie standardowego odchylenia (δ) temperatury powietrza od średniej w okresie 1920 – 2010 w Poznaniu.

Źródło: Opracowanie własne.

rocznych. W początkowych latach analizowanego okresu w Poznaniu częstotliwość występowania anomalii ujemnych jest większa, aniżeli anomalii dodatnich. Zdecydowana większość lat ciepłych (anomalii dodatnich) wystąpiła w ostatnich dwóch dekadach (ryc. 16). Potwierdza to teorię głoszącą o ociepleniu klimatu, szczególnie intensywnym na przełomie XX i XXI wieku. Ponadto, temperatury roczne wykazują dużą zmienność z roku na rok, nadzwyczaj często w latach 1957 – 1977.

W przebiegu rocznym w analizowanej serii poznańskiej pierwsze dwa lata należały do anomalnie ciepłych. Później warunki termiczne w Poznaniu uległy zmianie, ponieważ nastąpiło znaczne ochłodzenie trwające aż do roku 1934, w którym odnotowała się znacząca zmiana, jednak była ona tylko jednoroczna. W latach 1939 - 1941 po 4 latach normalnych wystąpiło kolejne znaczące ochłodzenie, a temperatury były chłodniejsze o ponad $1,1^{\circ}\text{C}$ w stosunku do średniej 90-letniej (1920-2010). Po tym okresie nastąpiło ocieplenie, a temperatury początkowo oscylowały w okolicach normy, by przejść w krótką (4-letnią) fazę ocieplenia. Następnie temperatury spadały do 1956 roku, po którym nastąpiło ocieplenie (powrót do wartości normalnych) i okres występowania naprzemiennych anomalii z nieznacznie większą liczbą lat chłodnych. Ten okres trwał do 1975 roku. Od 1976 do 1986 roku w Poznaniu wystąpiło kolejne ochłodzenie, w którym odnotowano 7 anomalii chłodnych (z czego 2 mieściły się w klasie -2), a w roku 1983 i 1984 2 anomalie ciepłe. W końcu

lat 80 XX wieku rozpoczął się w Poznaniu okres ciepły. TemperatURY od roku 1988 znacząco wzrosły i zawierały się w klasach ciepłej (12 razy) i bardzo ciepłej (5-krotnie). W tym czasie wystąpiły 3 lata ze średnią roczną temperaturą powyżej 10,0°C. Trend wzrostowy w ostatnich dwóch dekadach jest bardzo istotny i wyraźny. Wysokie temperatury w latach 1998-2009 miały kluczowe znaczenie na wzrost średniej wartości temperatury w badanym wieloleciu.

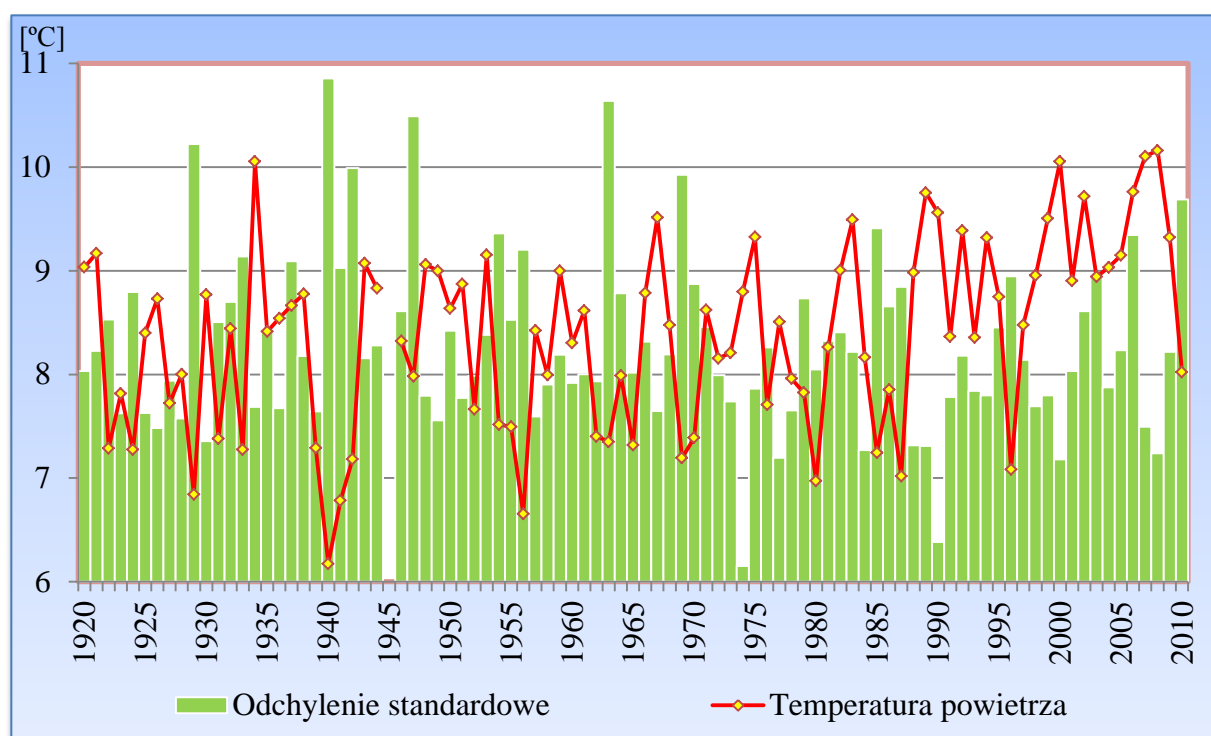
Na podstawie powyższych spostrzeżeń dotyczących przebiegu średnich rocznych wartości temperatury powietrza, a także bazując na zgromadzonym materiale badawczym, oraz wykorzystując stworzone dla potrzeb niniejszego opracowania ryciny 14, 15, dokonano podziału wielolecia na następujące, charakterystyczne okresy termiczne:

- 1) *Bardzo chłodny*. Okres 1 charakteryzuje się przewagą lat chłodnych z trzema latami, w których temperatury roczne spadały poniżej 7,0°C. W tym trwającym od 1922 do 1942 roku okresie wystąpił również najchłodniejszy rok (1940), w którym średnia roczna temperatura powietrza równa była 6,2°C.
- 2) *Ciepły*. Okres ten cechuje się występowaniem w przewadze anomalii dodatnich. Temperatury poszczególnych lat tego okresu mieszczą się w przedziale wyznaczonych klas termicznych od 0 do 1, z wyjątkiem roku 1951 zakwalifikowanego do klasy -1. Okres 2 w stosunku do pozostałych jest bardzo krótkim ponieważ trwa od 1943 do 1953 roku.
- 3) *Chłodny*. Najdłuższym wyznaczonym okresem termicznym jest trwający 33 lata okres trzeciej (lata 1953 – 1987). Charakterystyczną cechą tego okresu są wahania temperatur od klasy -2 do 1, przy czym okres ten cechuje się znaczną przewagą anomalii ujemnych nad dodatnimi. W przebiegu rocznym okresu 3 zaznacza się ciekawa własność dotycząca pojawiania się odstępstw termicznych od normy wieloletniej, mianowicie anomalie dodatnie występowały jednostkowo (pojedynczo), natomiast anomalie ujemne w grupach, składających się z co najmniej trzech występujących po sobie latach chłodnych.
- 4) *Bardzo Ciepły*. Ostatni z wyznaczonych okresów wykazuje się największą stabilnością. Jest to okres wybitnie ciepły z notowanymi średnimi temperaturami rocznymi najwyższymi z całego badanego wielolecia. Rozpoczyna się w 1988 i kończy w ostatnim roku analizowanej serii danych. W okresie 4 wystąpił jeden rok zaklasyfikowany do anomalii ujemnych (-1). Był nim rok 1996, po którym nastąpił jedenastoletni, nieprzerwany ciąg lat z anomaliami ciepłymi (klasa 1) i bardzo ciepłymi (klasa 2).

Zmienność temperatur Poznania obserwowana na przestrzeni lat zbadana została również przy pomocy średnich rocznych odchyłeń standardowych temperatury powietrza. Roczne odchylenie standardowe temperatury powietrza jest miarą szerokości rozproszenia się wartości temperatur występujących w danym roku od wartości średniej tego roku. Odchylenie to wskazuje zatem zakres najczęstszych temperatur jakie pojawiły się w danym roku. Otrzymane wartości informują przede wszystkim o występujących odchyleniach temperatury od średniej w poszczególnych latach i ich zmianach następujących w badanym wieloleciu. Na rycinie 17 poza średnimi rocznymi odchyleniami temperatury powietrza przedstawiono także przebieg wieloletni temperatury średniej rocznej, która posłużyła do porównania i wskazania pewnych własności. Średnie roczne odchylenia standardowe w badanym wieloleciu mieszają się w zakresie od 6,2°C do 10,9°C. Najwyższe wartości odchylenia, a więc największe wahania temperatury (nie mylić z amplitudą roczną) wystąpiły w roku 1940, natomiast najmniejsza w roku 1974 oraz 1990 (6,4°C) (ryc. 17). Wysokimi odchyleniami cechowały się również lata 1963 (10,6°C), 1947 (10,5°C), a także rok 1929 w którym temperatury najczęściej odchodziły się o 10,2°C od średniej rocznej wartości temperatury tego roku. W przebiegu wieloletnim zauważyć można wzrost wartości odchylenia standardowego w początkowych latach analizowanej serii poznańskiej. Wzrost ten osiągnął swą kulminację w latach 1940 – 1947, które można uznać za okres w którym temperatury wykazywały się największą zmiennością w badanym 90-leciu. Po roku 1947 temperatury w kolejnych latach odznaczały się większą stabilnością i średnio odchodziły się od temperatury rocznej o 8,0°C. Ten wyrównany okres przedzielony był pojedynczymi „skokami” w roku 1963 i 1969 po którym wartości odchyłeń ulegały stopniowemu zmniejszaniu i do 1992 oscylowały wokół 7,5°C. (ryc. 17), W latach dziewięćdziesiątych ponownie rozpoczyna się cykl w którym występują zwiększone wahania temperatury, jednak nie przyjmują one wartości tak wysokich jak odchylenia roczne z lat czterdziestych.

Analizując występujące w kolejnych latach odchylenia temperatury od wartości średnich rocznych można zauważyć pewną zależność. Lata o największych wartościach odchylenia standardowego cechują się zazwyczaj niskimi wartościami średniej rocznej temperatury powietrza. Taka sytuacja wystąpiła w roku 1929, 1963 i 2010, a ekstremalny wyraz przybrała w latach 1940, 1941, 1942. Podobna sytuacja występuje również w odwrotnym kierunku. Przy wysokiej średniej rocznej temperaturze powietrza, znacznie przekraczającej średnią przeciętną, występują zazwyczaj niskie wartości odchylenia w ciągu roku od wspomnianej średniej (lata 1934, 1967, 2000 i ekstremalne przypadki w latach 1974, 1990, 2008). Bliższa analiza temperatur sezonowych i miesięcznych w tych omawianych

przypadkach pozwala zrozumieć zależność warunkującą zaistnienie takiej sytuacji. Za wystąpienie wysokich średnich rocznych odchylen termicznych odpowiedzialne są przede wszystkim miesiące zimowe i wiosenne. Miesiące luty, styczeń i marzec cechują się największymi zmiennościami w przebiegu wieloletnim. Pozostałe pory roku charakteryzują się słabszymi fluktuacjami. Przebieg wieloletni temperatury w pozostałych porach roku jest bardziej wyrównany i nie odbiega znacząco od wartości średnich tym samym nie wpływają one w takim stopniu na odchylenie roczne jak miesiące zimowe. Gdy w czasie zimy wystąpią temperatury bardzo chłodne, zwiększają one stopień odchylenia temperatury od standardowych wartości i za razem modelują – obniżają średnioroczną wartość temperatury powietrza. W przypadku gdy zimy były ciepłe a temperatury nie spadały w czasie jej trwania znacząco poniżej zera, to średnia roczna temperatura powietrza była wyższa od średniej wieloletniej. Brak znaczących mrozów (a więc i odchylen temperatury od średniej zimy) powodował, że odchylenia roczne były niskie. Jak wspomniano wcześniej miesiące letnie nie wykazują się dużymi zmiennościami i przez to w mniejszym stopniu wpływają na wysokość anomalii średniej rocznej temperatury oraz średniego rocznego odchylenia standardowego temperatury w Poznaniu.



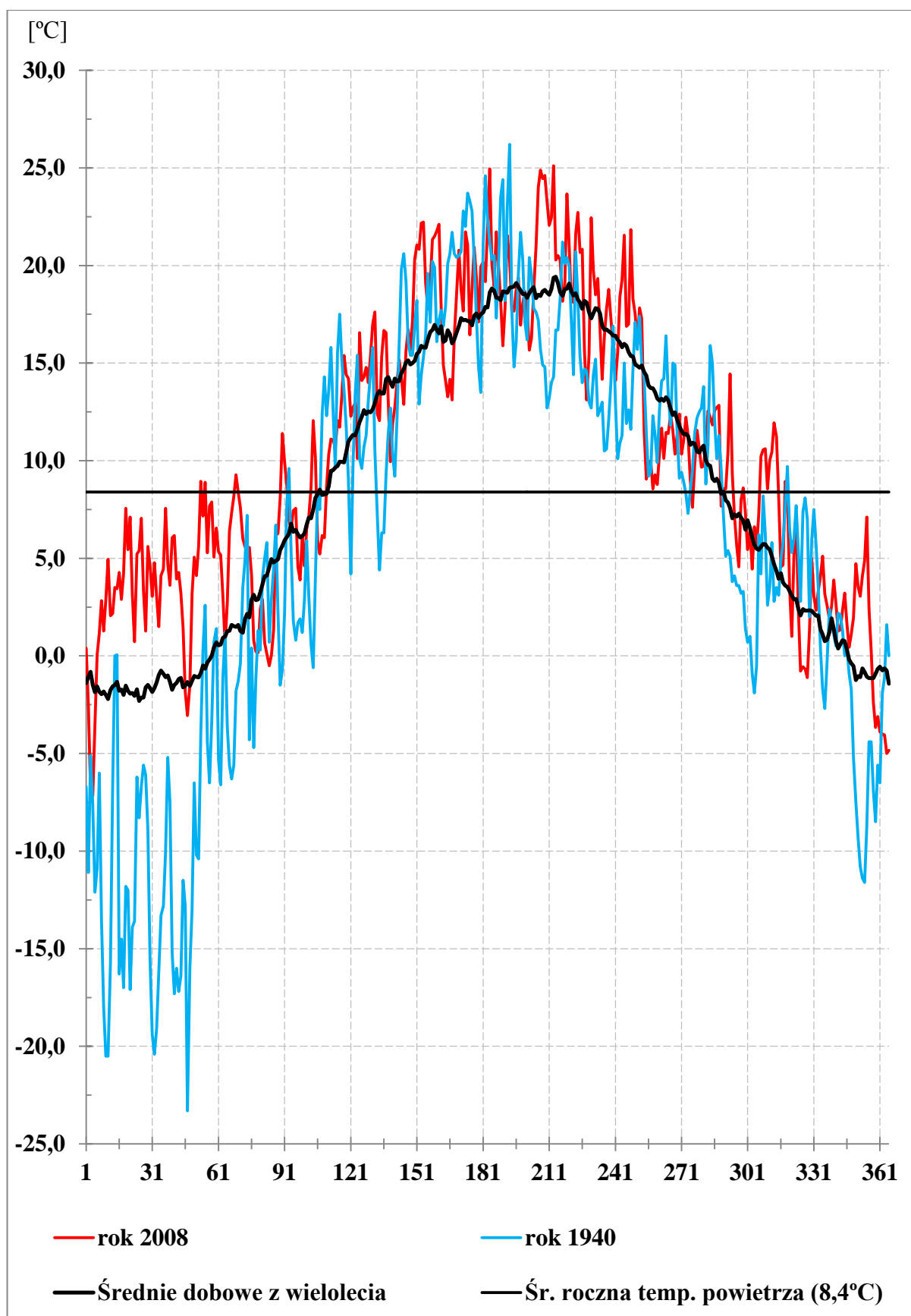
Rycina 17. Średnie roczne odchylenia standardowe temperatury powietrza [°C] na tle średnich rocznych wartości temperatury powietrza [°C] w Poznaniu w latach 1920-2010.
Źródło: Opracowanie własne.

3.1.1. Lata ekstremalne pod względem termicznym

Do najcieplejszych lat oprócz roku 2008 zaliczyć można również lata: 1934, 2000 i 2007 ze średnią roczną temperaturą powietrza równą $10,1^{\circ}\text{C}$, oraz 1989 i 2006 gdzie średnia temperatura roczna nie przekroczyła progu 10°C ale osiągnęła wartość $9,8^{\circ}\text{C}$, co pozwala określić te lata jako gorące. Na wysoką średnią roczną temperaturę w 2008 roku wpłynęły głównie wysokie temperatury powietrza w zimie (ryc. 18), która w owym roku była wyższa o $3,6^{\circ}\text{C}$ w stosunku do średniej z wielolecia (zima obliczona jako temperatura średnia z miesięcy zimowych danego roku, czyli dla zimy z roku 2008 to średnia arytmetyczna ze wszystkich dni stycznia, lutego oraz grudnia 2008 roku). Ciepłymi miesiącami w tej porze roku były przede wszystkim: luty (średnia temperatura lutego w roku 2008 wyniosła $4,3^{\circ}\text{C}$) i styczeń (ze średnią w 2008 wynoszącą $2,4^{\circ}\text{C}$). Istotny wpływ wywarły także wartości temperatury lata (wyższe o $1,5^{\circ}\text{C}$ od średniej z wielolecia), wiosny (wyższe o $1,3^{\circ}\text{C}$), a nieco mniejszy jesieni (wyższe o $0,8^{\circ}\text{C}$) (zał. 1). W latach 1934, 2000 i 2007 temperatura była wyższa od przeciętnej o $1,7^{\circ}\text{C}$ (ryc. 14). Jednak czynniki kształtujące te fluktuacje są różne. Za główną przyczynę wystąpienia wyższych wartości w roku 1934 odpowiada ciepła wiosna i zima (odpowiednio cieplejsze o $2,3^{\circ}\text{C}$ i $2,1^{\circ}\text{C}$ od średniej wieloletniej (zał. 1). Temperatury jesieni były wyższe o $1,6^{\circ}\text{C}$, natomiast lata o $0,7^{\circ}\text{C}$ od wartości przeciętnych. Rok 2000 również cechował się gorącą wiosną i zimą, jednak temperatury tych pór roku okazały się wyższe i w większym stopniu oddziaływały na średnią roczną temperaturę tego roku (wiosna i zima cieplejsza o $2,6^{\circ}\text{C}$ od analogicznych wartości średnich sezonów w całym badanym okresie). Cieplesza była również jesień (o $1,8^{\circ}\text{C}$). Lato natomiast nie wpływało na wzrost temperatury w 2000 roku. Było ono chłodniejsze od wartości średniej o $0,4^{\circ}\text{C}$ (. Rekordowo ciepłym sezonem w roku 2007 była zima. Przede wszystkim za sprawą temperatury powietrza w styczniu – średnia tego miesiąca w roku 2007 wyniosła $4,4^{\circ}\text{C}$. Oprócz cieplejszej o $3,3^{\circ}\text{C}$ zimy, wyższą temperaturę osiągały również dni wiosenne. Będąc gorętszą o $2,9^{\circ}\text{C}$ wywarła znaczny wpływ na wartości średnie w tym roku. Za sprawą gorącego czerwca 2007, lato w Poznaniu było cieplejsze o $1,2^{\circ}\text{C}$ aniżeli przeciętne (ryc. 26). Oznacza to, iż temperatury miesięcy letnich miały jedynie drugorzędny wpływ na kształtowanie termiki w 2007 roku. Ponieważ sezon jesienny odznaczał się niższymi wartościami temperatury powietrza od średnich z wielolecia o $0,6^{\circ}\text{C}$ nie miał wpływu na wzrost, lecz na spadek wartości temperatury powietrza.

Poza wyjątkowo zimnym 1940 rokiem, w Poznaniu w latach 1920 – 2010 występowały jeszcze trzy lata w których średnia roczna temperatura powietrza nie przekraczała 7°C . Były to: 1956 z temperaturą $6,7^{\circ}\text{C}$ oraz 1929 i 1941 rok, ze średnią roczną

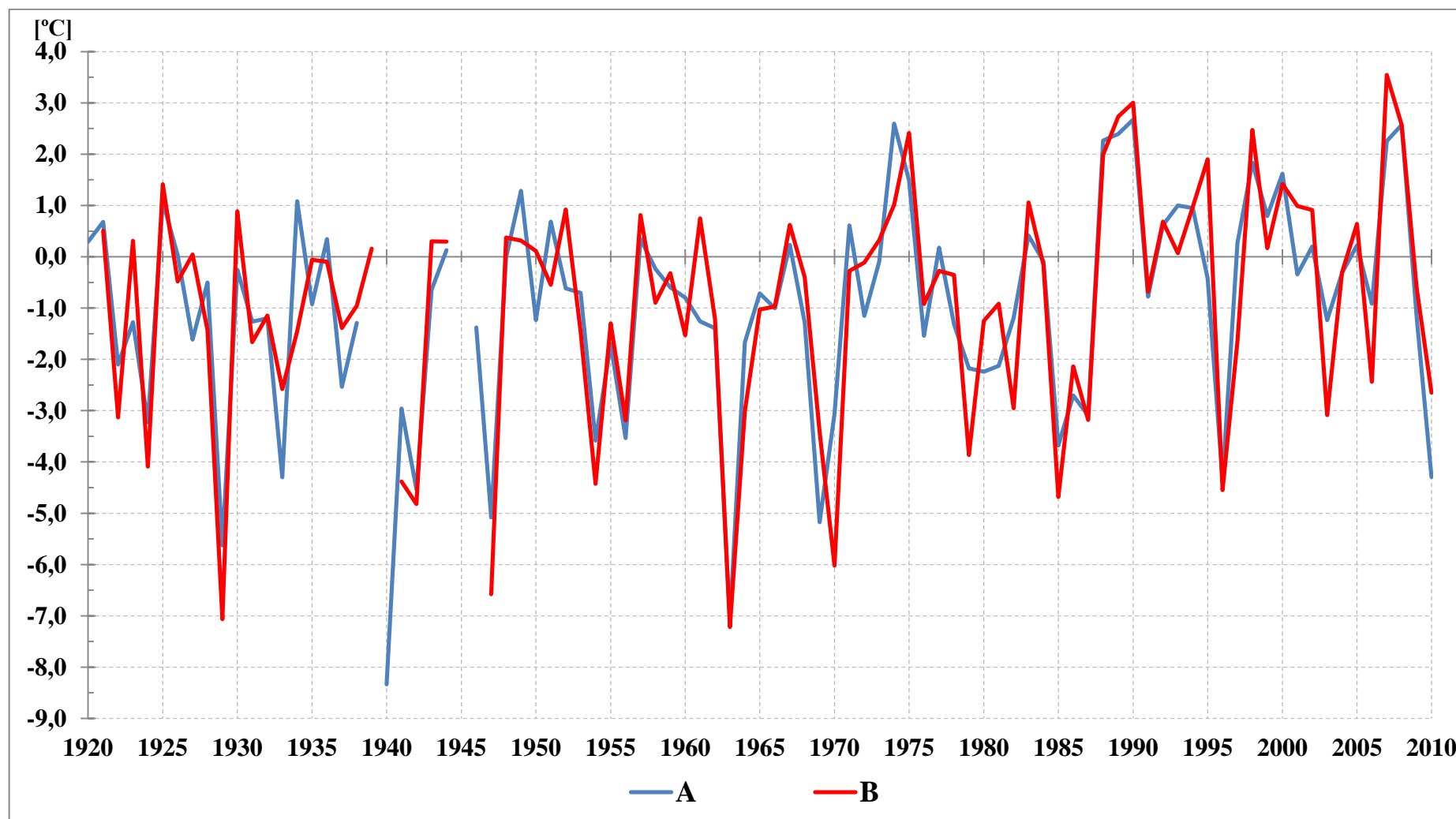
wynoszącą 6,8°C. W latach 1980, a także 1987 średnia roczna temperatura powietrza osiągnęła wartość 7,0°C (ryc. 15). Za wystąpienie ekstremalnie niskiej średniej rocznej temperatury w 1940 roku odpowiedzialne są wyjątkowo niskie wartości temperatury powietrza występujące w miesiącach zimowych w tym roku (ryc. 18). Temperatury miesięcy zimowych składające się na kwartalną zimę w 1940 roku były chłodniejsze od średnich wieloletnich dla zimy aż o 7,3°C i wyniosły -8,3°C. Również temperatury wiosny wpłynęły na niską średnią roczną. Ta pora roku w 1940 roku była chłodniejsza od typowych wiosen o 1,3°C. Temperatury miesięcy letnich i jesiennych oscylowały w okolicach wartości standardowych, będąc jedynie nieznacznie zimniejszymi od średnich sezonowych, dlatego też ich wpływ na spadek temperatury 1940 roku można uznać za niewielki. W roku 1956 będącym zimniejszym o 1,6°C od okresu 90-letniego główną przyczyną, która spowodowała obniżenie wartości temperatury dla tego roku były ogólnie niższe notowane dobowe wartości temperatury powietrza we wszystkich sezonach. Zima w tym roku była chłodniejsza o 2,5°C, wiosna o 2,0°C, a lato i jesień charakteryzowały się występowaniem wartości niższych o 1,2°C aniżeli wielkości normalne w analizowanym wieloleciu (zał. 1). Mimo ciepłej jesieni występującej w 1929 roku w Poznaniu, wartość średniej rocznej temperatury powietrza była niższa dla tego roku i odbiegała od normy o 1,6°C. Podobnie jak w roku 1940 podstawowym czynnikiem odpowiedzialnym za warunki termiczne w 1929 roku była wyjątkowo chłodna zima (-5,6°C) i stosunkowo chłodna wiosna (6,0°C). W styczniu temperatura powietrza osiągnęła wartość -6,4°C, a w lutym spadła do -13,4°C, co statuuje ten konkretny miesiąc jako najchłodniejszy luty w całym badanym zakresie 90 lat (tab. 16). Niskie temperatury występowały również w marcu (średnia 0,5°C) i w kwietniu tego roku, który podobnie jak luty był najchłodniejszym kwietniem w 90-leciu (ryc. 16). W ciągu lata także notowane były temperatury niższe niż w analogicznym okresie od roku 1920 do 2010. Średnie lato jest zazwyczaj cieplejsze od tego w 1929 o 0,8°C. Odmiennie od roku 1929 przedstawia się sytuacja w kolejnym najchłodniejszym roku, którym jest 1941 ze średnią roczną niższą o 1,6°C od średniej z wielolecia. Jesień w tym roku nie należała do ciepłych i będąc chłodniejszą porą roku od normalnych jesieni o 2,3°C (średnia listopada 0,3°C poniżej zera) wpływała znacząco na finalną wartość temperatury powietrza w omawianym roku (ryc. 50). Pozostałe pory roku oprócz lata podobnie jak jesień cechowały się wartościami sezonowymi niższymi od zwyczajnych o ponad 2°C (wiosna 2,2°C, zima 2,0°C). Wspomniane wcześniej lato nie odznaczało się fluktuacją i nie wywarło wpływu dodatniego jak i ujemnego na wartość średnią temperatury w 1941 roku.



Rycina 18. Przebieg średnich dobowych wartości temperatur powietrza w Poznaniu w roku najchłodniejszym - 1940 i najcieplejszym – 2008 na tle średnich dobowych wieloletnich.
Źródło: Opracowanie własne.

3.2. Średnie sezonowe

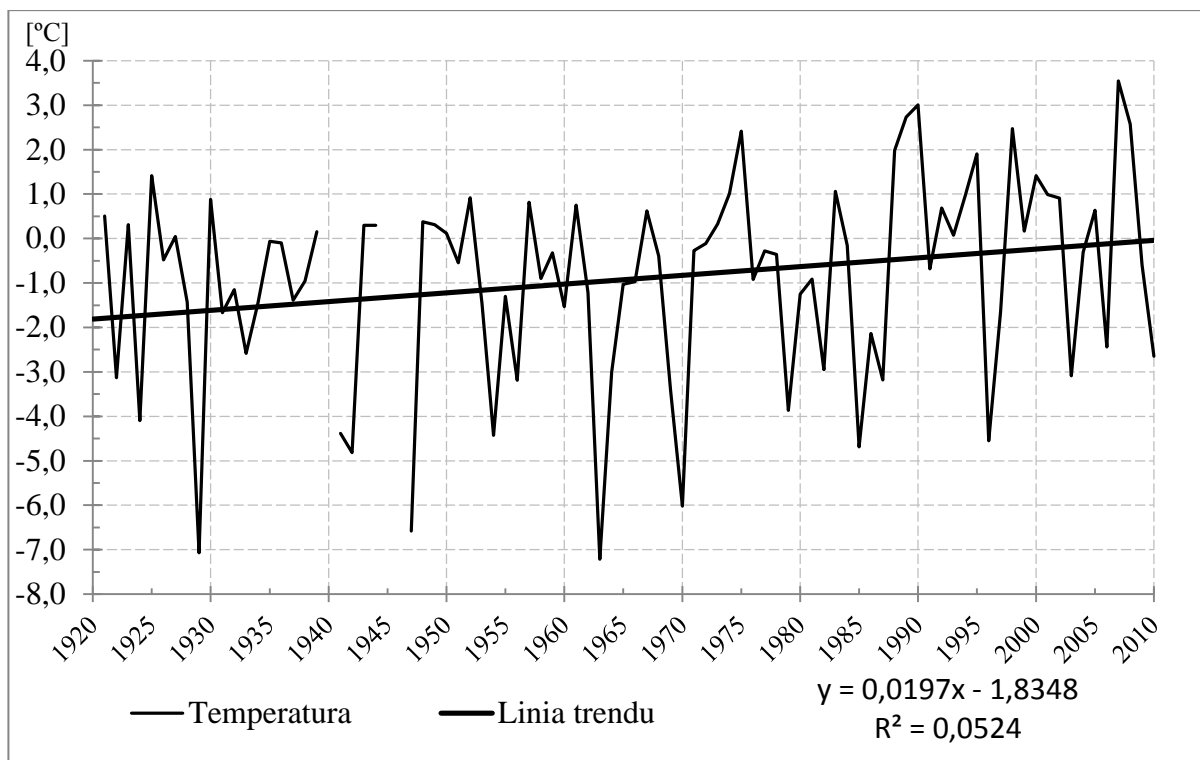
Analizę temperatur sezonowych rozpoczęto od omówienia przebiegu i zmienności temperatur zimy. Kłopotliwym okazał się dobór miesięcy, które składają się na tę porę roku. W niniejszym podrozdziale za okres zimy nie przyjęto wartości temperatur występujących w danym roku (tak jak jest to często w opracowaniach innych autorów spotykane), ale w danym sezonie. Dlatego też na temperatury zimy np. w roku 2000 nie składają się temperatury stycznia, lutego i grudnia z roku 2000 (metoda I), ale temperatury grudnia z roku 1999 oraz stycznia i lutego z roku 2000 (metoda II). Zdecydowano się wykorzystać ten sposób obliczania średnich wartości dla zimy, aby lepiej i przede wszystkim trafniej opisać warunki termiczne panujące w konkretnej zimie. Przykładowo zima w 1970 roku, obliczana metodą średnich temperatur z miesięcy zimowych 1970 roku (metoda I) cechowała się temperaturą średnią wynoszącą $-3,1^{\circ}\text{C}$, natomiast obliczana metodą drugą (którą posłużono się w tym podrozdziale) $6,0^{\circ}\text{C}$ (ryc. 19). Na pierwszy wynik, który znacząco odbiega od wartości obliczonej na podstawie sposobu drugiego, wpłynął stosunkowo ciepły grudzień, jednak miesiąc ten nastąpił 9 miesięcy później i zdaniem autora powinien dotyczyć już zupełnie innego okresu, mianowicie następnej zimy, na którą składają się styczeń oraz luty 1971 roku a także wspomniany grudzień roku 1970. Kolejnym przykładem przemawiającym na korzyść zastosowanej metody jest rok 1934 z temperaturą zimy wynoszącą według pierwszej metody $1,1^{\circ}\text{C}$, natomiast według metody drugiej $-1,5^{\circ}\text{C}$ (średnia z grudnia 1933 oraz stycznia i lutego 1934 roku). Nie dość, że wartości te różnią się o $2,6^{\circ}\text{C}$ (co jest różnicą znaczącą), to dodatkowo wartość pierwsza jest dodatnią, a to całkowicie nie oddaje charakteru tej zimy i mając na uwadze wszelkie procesy związane z przejściem temperatury przez próg 0°C , zasadniczo zmienia obraz o zimie tego konkretnego roku. Nadmienić należy, że tak jak dla obliczenia wartości średniej wieloletniej temperatury zimy, wybór metody obliczenia temperatury powietrza określonej zimy (zimy danego roku) nie ma znaczenia, ponieważ średnią wieloletnią temperaturę zimy obliczono jako średnią arytmetyczną wszystkich temperatur średnich dobowych poszczególnych dni w miesiącach zimowych z całego badanego okresu (1920-2010), tak dla konkretnych zim jest on kluczowy, czego dowodem były przytoczone przykłady zim z roku 1934 i 1970. Metodę II służącą do określania wartości termicznych w zimie zastosowano wyłącznie w niniejszym podrozdziale. W innych częściach pracy zimą określa się miesiące zimowe danego roku tj. styczeń, luty i grudzień, dlatego ilekroć wspominana będzie zima w niniejszej pracy (z wyłączeniem podrozdziału 3.2.) tylekroć należy ją rozumieć jako zima obliczona I metodą badawczą.



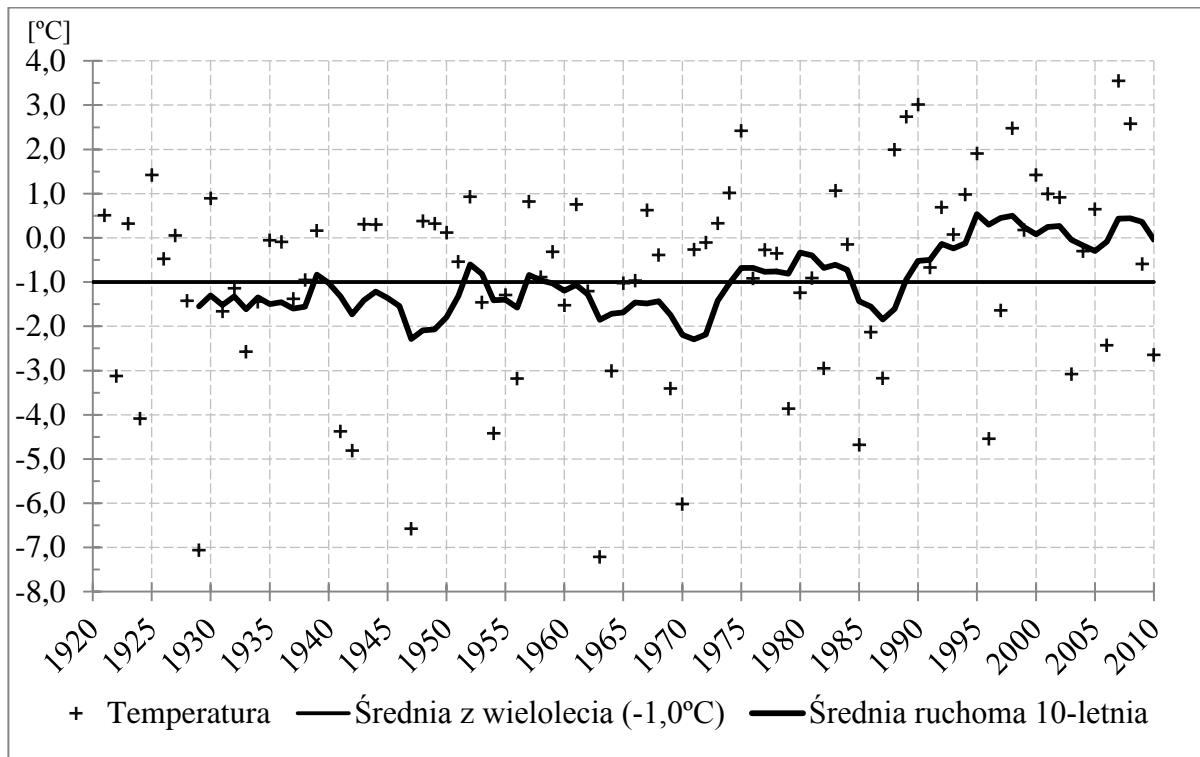
Rycina 19. Przebieg temperatury powietrza zimy w Poznaniu w latach 1920 – 2010.
(A – średnia obliczona metodą I o której mowa w tekście; B – średnia obliczona metodą II)
Źródło: Opracowanie własne.

3.2.1. Zima

Temperatury powietrza występujące w zimie wykazują się na tle pozostałych pór roku największą zmiennością w badanym wieloleciu. Średnia temperatura powietrza w zimie wynosi -1°C , ale temperatury w poszczególnych latach znacząco odbiegają od wartości średniej. Najchłodniejsza zima wystąpiła na przełomie roku 1962/1963 z temperaturą średnią $-7,2^{\circ}\text{C}$. Do mroźnych zim zaliczyć można zimę 1928/1929 ($-7,1^{\circ}\text{C}$), 1946/1947 ($-6,6^{\circ}\text{C}$) oraz 1969/1970 roku ($6,0^{\circ}\text{C}$) (ryc. 20). Z powodu braku wartości temperatury dni grudniowych 1919, 1939 i 1946 roku temperaturę dla zim 1919/1920, 1939/1940 oraz 1945/1946 pominięto w zestawieniu, na wykresach i nie uwzględniono w niniejszej analizie. Jednak obserwowane wartości temperatury w styczniu i lutym roku 1940, (średnie dla tych miesięcy $-11,2^{\circ}\text{C}$ i $-10,9^{\circ}\text{C}$) sugerują, iż to właśnie zima z przełomu 1939/1940 roku byłaby najchłodniejszą w badanym przedziale czasowym obejmującym lata 1920 – 2010. Najwyższa temperatura powietrza w zimie występowała w 2007 roku i osiągnęła wartość $3,5^{\circ}\text{C}$, ponadto ciepłymi zimami były te z przełomów 1989/1990 ($3,0^{\circ}\text{C}$), 2007/2008 ($2,6^{\circ}\text{C}$), 1988/1989 ($2,5^{\circ}\text{C}$) (ryc.16). Z przebiegu wieloletniego temperatur powietrza zimy w Poznaniu oraz wyznaczonej linii trendu wynika iż zimy z roku na rok stają się cieplejsze (ryc. 20), średnio o $0,2^{\circ}\text{C}$ na 10 lat (trend istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$). Widoczny wzrost nastąpił w ostatnim dwudziestoleciu, co ukazane zostało na rycinie 21 wyrównanej przez średnie konsekwentne 10-letnie. Temperatury zimy poza dużą zmiennością charakteryzują się również bardzo dużymi rozpiętościami, szczególnie w dolnej swej granicy. Bardzo często pojawiają się lata w Poznaniu w których temperatury zimy są mroźne i spadają poniżej -4°C , jednak temperatury poszczególnych zim zazwyczaj skupione są w przedziale temperatur od -1°C do 1°C (czyli powyżej średniej wieloletniej) i nieczęsto przekraczają wartość 1°C (choć w ostatnich 20-latach zauważalna jest tendencja wzrostowa w tym aspekcie). Na średnią temperaturę zimy wpływają przede wszystkim pojawiające się okresowo bardzo mroźne zimy, które występują w przebiegu wieloletnim i to w zależności od ich częstości, temperatura średnia sezonu zimowego w różnych przedziałach czasowych przybiera różne wartości i odchyła się mocniej (w przypadku pojawienia się mroźnej zimy) lub słabiej (gdy nie występuje mroźna zima) od wyznaczonej średniej z wielolecia. Ta zależność jest widoczna w przebiegu krzywej wyznaczonej przez 10-letnie średnie ruchome temperatur zimy (ryc. 21).



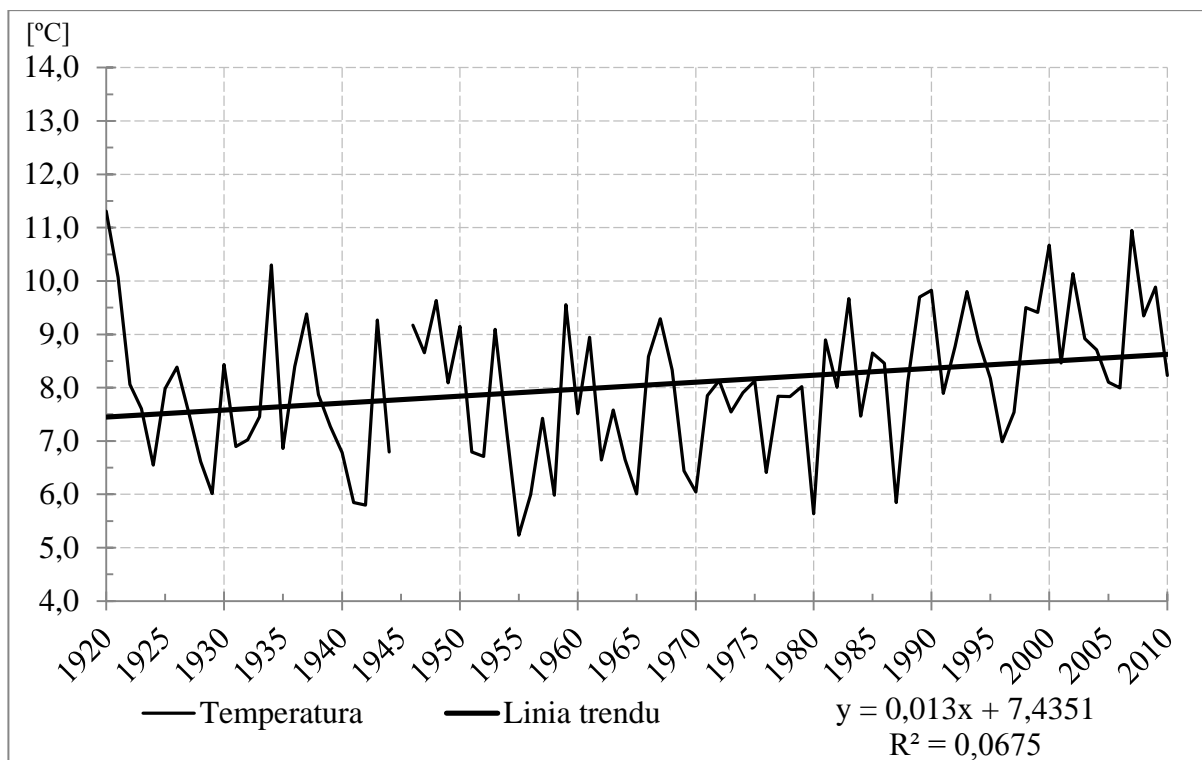
Rycina 20. Przebieg temperatury powietrza zimy w Poznaniu w latach 1920 – 2010.
Źródło: Opracowanie własne.



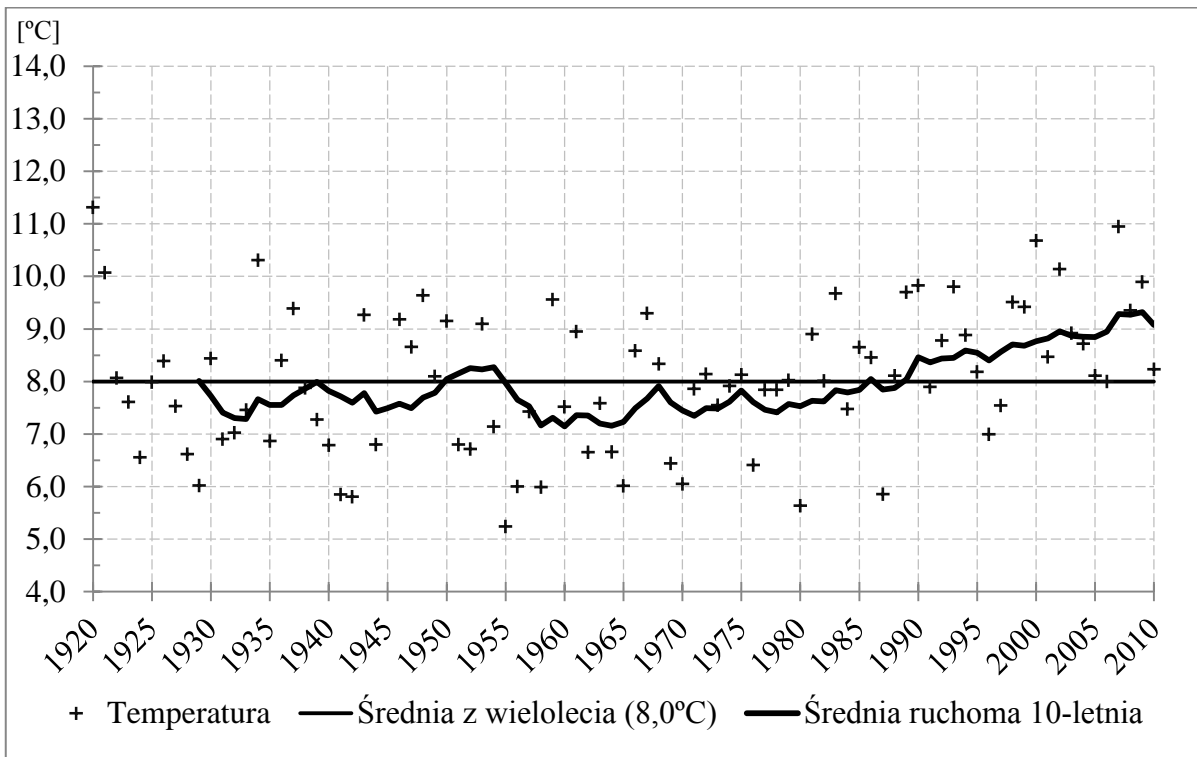
Rycina 21. Wieloletni przebieg temperatur powietrza zimy w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekutywne 10-letnie.
Źródło: Opracowanie własne.

3.2.2. Wiosna

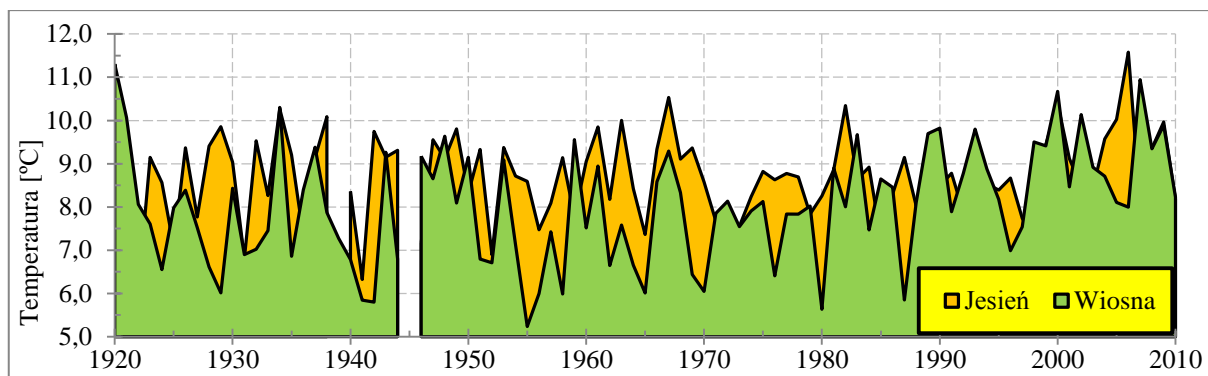
Przebieg temperatur powietrza wiosny wykazuje duże podobieństwo z przebiegiem temperatur średnich rocznych. Jeszcze bliższą analogię można wyznaczyć porównując przebieg 10-letniej średniej ruchomej temperatur wiosny (ryc. 23). Do połowy XX wieku wiosny charakteryzowały się wyrównanym przebiegiem temperatur powietrza. Od roku 1950 do 1955, podobnie jak w przebiegu średnich rocznych wartości temperatur, wystąpił okres cieplejszy z zaznaczonym w przebiegu krzywej konsekwentnym odchyleniem temperatur ku wartościom wyższym (ryc. 23). Po spadku w końcu lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku termika wiosny wyrównała się, szczególnie w latach 1970 – 1980 i oscylowała w okolicy wartości 8,0°C (ryc. 22). W początku lat siedemdziesiątych XX wieku nastąpiła zmiana trendu termicznego. Wiosny stały się coraz cieplejsze, a krzywa konsekwentna na rycinie 23 przyjmuje niemal postać prostej, wznoszącej się w tempie 0,5°C na 10 lat. Do lat osiemdziesiątych wiosny były zazwyczaj chłodniejsze od jesieni (ryc. 24). Hess (1967) taką prawidłowość w umiarkowanych szerokościach geograficznych tłumaczy większym oceanizmem klimatu. Biorąc pod uwagę wzrost i w konsekwencji wyrównanie temperatur wiosny i jesieni można wyciągnąć wniosek, iż od lat osiemdziesiątych nastąpił w Poznaniu wzrost stopnia kontynentalizmu. Przeważająca większość wiosen (19 z 23) od roku 1988 cechowała temperaturami wyższymi niż średnia wieloletnia, która wynosi dla wiosny 8,0°C. Najchłodniejsza wiosna wystąpiła w roku 1955. Temperatura powietrza w tej porze roku wynosiła 5,2°C. Ponadto, do chłodnych można zaliczyć wiosnę z 1980 roku (5,6°C) oraz wiosny z lat 1941, 1942 i 1987 z temperaturą średnią 5,8°C. Mimo występowania bardzo ciepłych wiosen w ostatnim dwudziestolecu analizowanego okresu, jak choćby ta z 2007 roku z temperaturą wynoszącą 10,9°C, czy niewiele chłodniejsza z roku 2000 (10,7°C), to nie wiosna z tego okresu okazała się najcieplejszą. Była nią pierwsza spośród wiosen w badanym przedziale czasu, czyli wiosna w 1920 roku, a średnia temperatura powietrza w tej konkretnej porze roku wyniosła 11,3°C. Rozpiętość temperatur sezonu wiosennego, czyli różnica pomiędzy najcieplejszą, a najzimniejszą wiosną, jaka wystąpiła w Poznaniu w okresie 1920 - 2010 jest równa 6,1°C. W stosunku do pozostałych pór roku jest to wynik, ustępujący jedynie zimie, która wyróżnia się największą rozpiętością cieplną i największym wzrostem średnich wartości temperatur powietrza. Tendencja termiczna wiosny ma charakter wzrostowy (wskazuje na przyrost średnich sezonowych o 0,13°C co 10 lat - trend istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$) i zbliżona jest do tendencji termicznej rocznej. Temperatury wiosny są wysoce skorelowane z temperaturami rocznymi, gdyż współczynnik korelacji pomiędzy średnimi wielkościami temperatury wiosny i roku wynosi 0,778 (tab. 16).



Rycina 22. Przebieg temperatury powietrza wiosny w Poznaniu w latach 1920 – 2010.
 Źródło: Opracowanie własne.



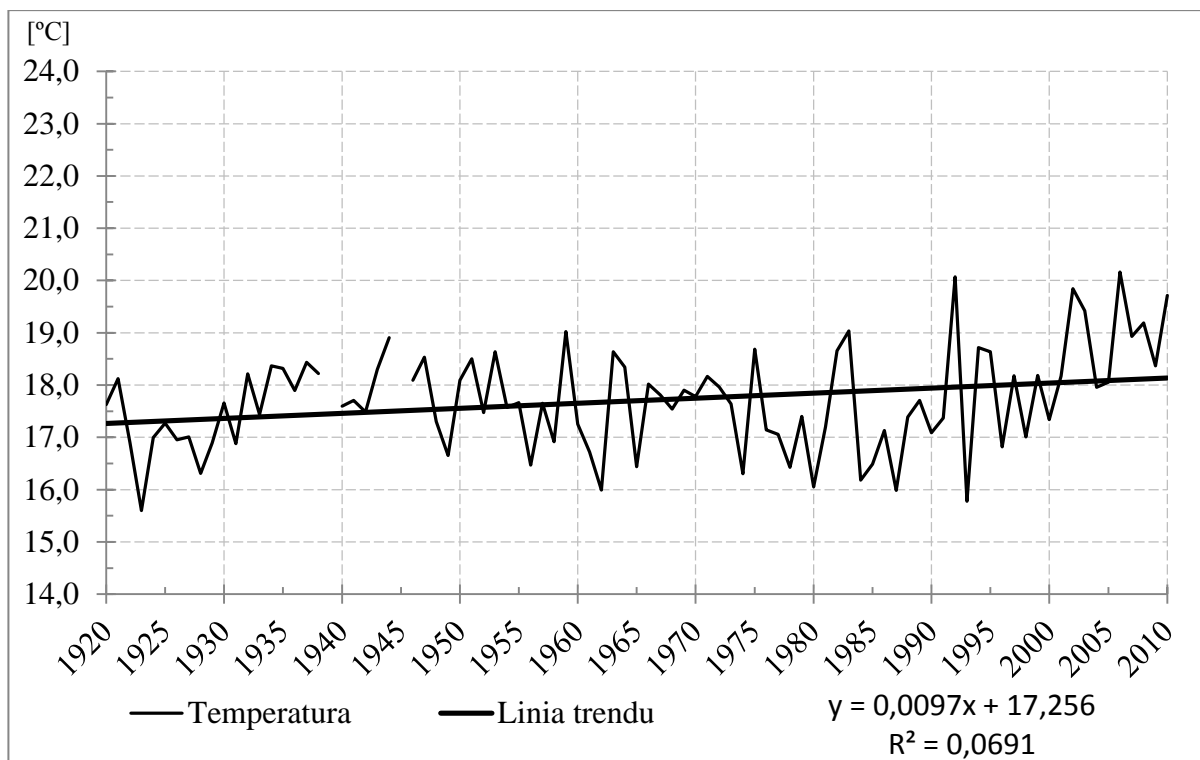
Rycina 23. Wieloletni przebieg temperatur powietrza wiosny w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.
 Źródło: Opracowanie własne.



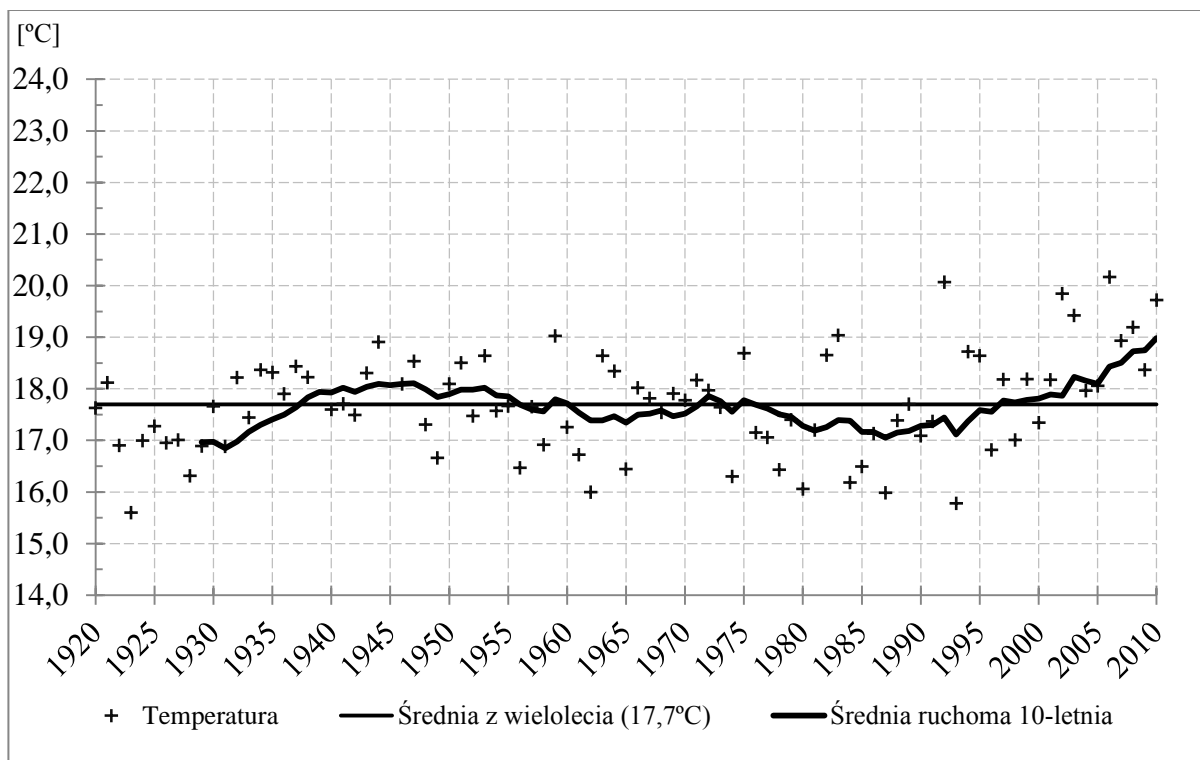
Rycina 24. Różnice w przebiegu temperatury powietrza jesieni i wiosny w Poznaniu.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z wielolecia 1920 – 2010.

3.2.3. Lato

Średnia temperatura powietrza w lecie wynosi $17,7^{\circ}\text{C}$. Najchłodniejsze lato wystąpiło w roku 1923 i 70 lat później w 1993 roku (ryc. 25). Temperaturą średnią w pierwszym przypadku wyniosła $15,6^{\circ}\text{C}$, a w drugim $15,8^{\circ}\text{C}$. W pozostałych latach temperatura powietrza w Poznaniu nie spadała poniżej $16,0^{\circ}\text{C}$. Najwyższa temperatura powietrza w lecie występowała w 2006 roku i osiągnęła wartość $20,2^{\circ}\text{C}$. W 1992 roku lato również było bardzo gorące i przekroczyła wartość $20,0^{\circ}\text{C}$. Temperatura średnia w tym sezonie była równa $20,1^{\circ}\text{C}$. W przebiegu wieloletnim, najniższe temperatury pojawiały się w 3 okresach. Pierwszy występował na początku badanego zakresu czasu i trwał mniej więcej do 1929 roku. Cechował się występowaniem temperatur powietrza w okolicach $17,0^{\circ}\text{C}$. Od roku 1930 do 1947 temperatury lata były cieplejsze niż wieloletnia średnia tej pory roku. Od roku 1948 temperatury wykazywały się zwiększonymi wahaniami z roku na rok i na ich podstawie, a także dzięki częstszemu pojawianiu się niższych temperatur w lecie wyróżniono drugi cykl chłodny. Minimum termiczne z tego okresu wynosi $16,0^{\circ}\text{C}$ – 1962 rok. Na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku wartości średnie temperatury lata bardzo się wyrównały, i najczęściej zbliżone były do średniej z wielolecia. Po tym okresie nastąpiło zauważalne ochłodzenie z częstymi niskimi temperaturami, tylko nieznacznie przekraczającymi 16°C ($16,3^{\circ}\text{C}$ – 1974; $16,4^{\circ}\text{C}$ – 1978; $16,0^{\circ}\text{C}$ – 1980; $16,2^{\circ}\text{C}$ - 1984; $16,0^{\circ}\text{C}$ - 1987 rok). Na przełomie wieków następuje odwrócenie trendu, którego wyrazem jest krzywa wyznaczona przez średnie ruchome 10-letnie (ryc. 26) oraz pojawiające się najczęściej w całym wieloleciu, widoczne na rycinie 25, bardzo ciepłe sezony letnie z temperaturami powyżej 19°C ($19,8^{\circ}\text{C}$ – 2002; $19,4^{\circ}\text{C}$ – 2003; $20,2^{\circ}\text{C}$ – 2006; $19,2^{\circ}\text{C}$ – 2008; $19,7^{\circ}\text{C}$ – 2010 rok). Amplituda temperatur sezonu letniego jest równa $4,6^{\circ}\text{C}$, a trend termiczny jest dodatni i wynosi 1°C na 100 lat (istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$).



Rycina 25. Przebieg temperatury powietrza lata w Poznaniu w latach 1920 – 2010.
 Źródło: Opracowanie własne.



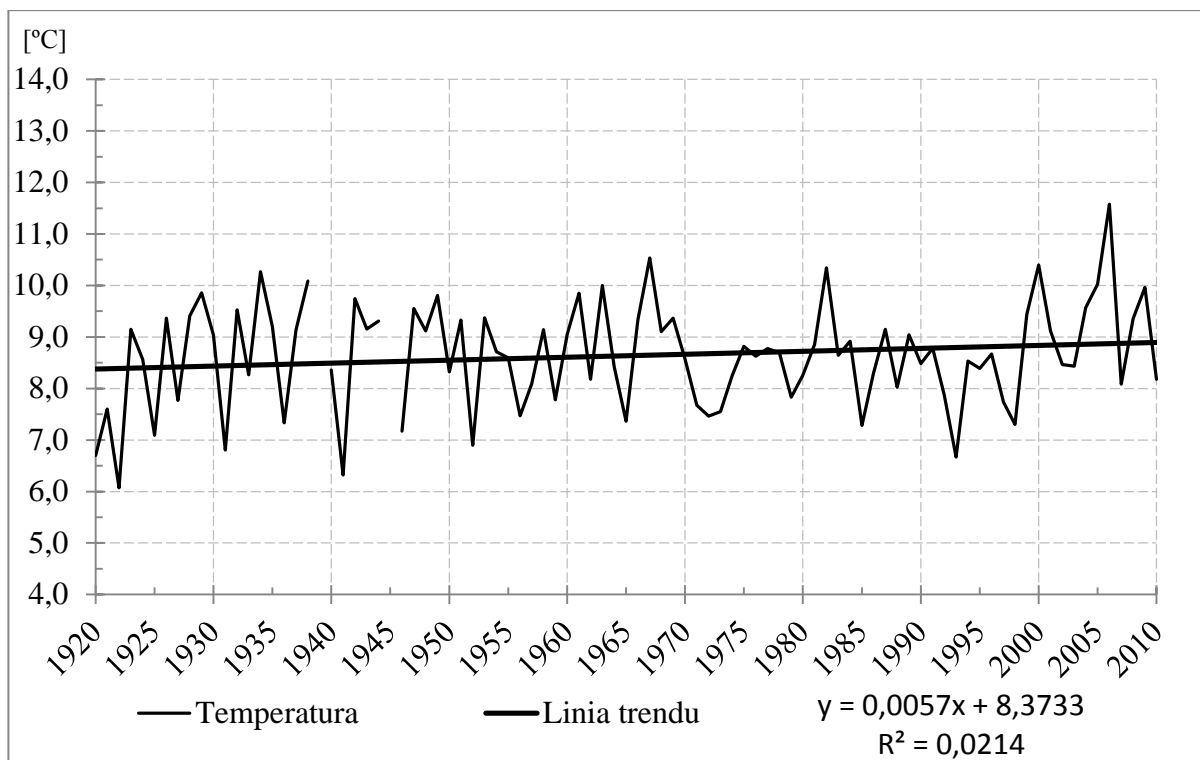
Rycina 26. Wieloletni przebieg temperatur powietrza lata w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.
 Źródło: Opracowanie własne.

3.2.4. Jesień

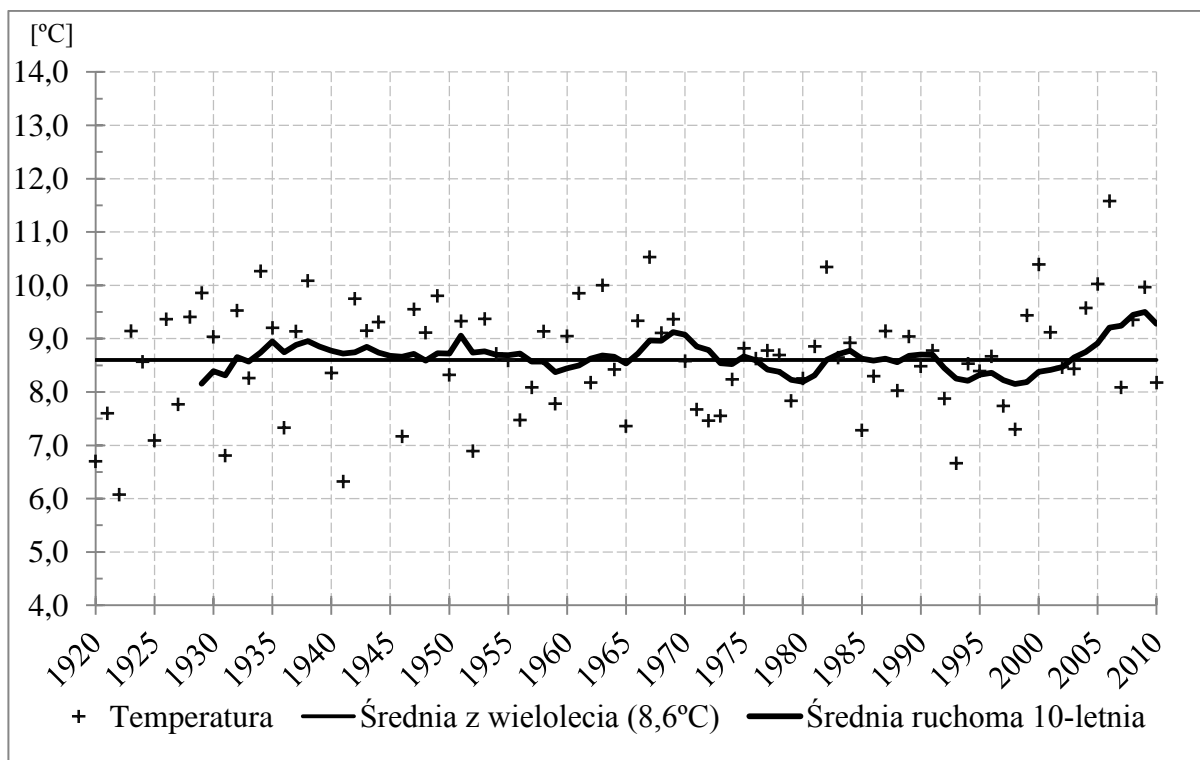
Średni przebieg temperatur powietrza w czasie jesieni w odniesieniu do zimy i wiosny cechuje się niedużymi wahaniami (ryc. 27). Temperatury powietrza występujące w tej porze roku wykazują się na tle pozostałych pór roku najmniejszym wzrostem termicznym w badanym wieloleciu (zał. 2). Dzięki wyznaczonej linii trendu oraz równaniu regresji, można oszacować ten wzrost na $0,6^{\circ}\text{C}$ na 100 lat (ryc. 27). Wartości temperatur jesieni przebiegają stabilnie i rzadko można dostrzec większe zmiany. W latach dwudziestych średnie temperatury jesieni wzrastały. Po 1935 roku sezon jesienny ustabilizował się - wartości temperatury w tej porze roku w Poznaniu były nieco wyższe od średniej za okres wieloletni i utrzymywały się do połowy lat sześćdziesiątych (ryc. 28). Później nastąpiło lekkie i dość krótkie ocieplenie, utrzymujące się na równym poziomie, w okolicach wartości średnich temperatur jesieni w Poznaniu. W połowie lat siedemdziesiątych XX wieku nie występują wahania termiczne, aż do połowy lat dziewięćdziesiątych. W tym czasie temperatury były nieco niższe od tych normalnych. Ostatnie dziesięć lat to okres wzrostu temperatury powietrza i osiągnięcie maksimum termicznego jesieni przypadającego na 2006 rok ($11,6^{\circ}\text{C}$).

Średnia temperatura jesieni wynosi $8,6^{\circ}\text{C}$ i tym samym jest wyższa niż, temperatury wiosny. W badanym wieloleciu (1920-2010), sezon jesienny był 56-krotnie cieplejszy od sezonu wiosennego. Wiosna z kolei okazywała się temperaturami powietrza wyższymi od jesiennych tylko w przypadku 29 lat (ryc. 24). W 4 latach temperatury jesieni i wiosny były takie same (1934, 1981, 1999, 2010). Najchłodniejsza jesień wystąpiła w 1922 roku, a temperatura wynosiła wtedy $6,1^{\circ}\text{C}$. Rozpiętość termiczna (amplituda) jesieni wynosi w Poznaniu $5,5^{\circ}\text{C}$.

Przeprowadzona analiza temperatur w powietrza w meteorologicznych porach roku pozwala na wyciągnięcie pewnych ogólnych wniosków dotyczących charakteru i przebiegu pór roku występujących w Poznaniu. Wszystkie sezony cechują się wzrostem wartości temperatury powietrza. W przypadku jesieni jest on niewielki, lecz w pozostałych porach roku trend ten jest wyraźny, a w zimie wynosi blisko 2°C na 100 lat. W ostatnim dwudziestoleciu we wszystkich porach roku analizowanej serii poznańskiej trend wzrostowy jest wyraźny – nastąpiło ocieplenie. W przebiegu wieloletnim każdej z pór roku występują okresy cieplejsze oraz chłodniejsze. Nie zawsze są one jednak tożsame ze sobą tzn. nie każdy ciepły lub zimny okres wyznaczony w przebiegu wieloletnim jednej z pór roku ma swój odpowiednik widoczny w przebiegu temperatur powietrza w pozostałych sezonach.



Rycina 27. Przebieg temperatury powietrza jesieni w Poznaniu w latach 1920 – 2010.
 Źródło: Opracowanie własne.



Rycina 28. Wieloletni przebieg temperatur powietrza jesieni w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.
 Źródło: Opracowanie własne.

3.2.5. Termiczne pory roku

Poza astronomicznymi (kalendarzowymi) porami roku, wyznaczonymi przez daty przejścia Słońca przez leżące na ekliptyce punkty Barana (początek wiosny 21 III), Raka (początek lata 22 VI), Wagi (początek jesieni 12 IX) i Koziorożca (początek zimy 22 XII), oraz zaczerpniętymi z kalendarza rzymskiego meteorologicznymi porami roku (wiosna miesiące: III – V, lato: VI – VIII, jesień: IX – XI, zima: XII – II), sezony klimatyczne można wyznaczać również lokalnie, na podstawie przebiegu i przejścia temperatury powietrza przez tzw. progi termiczne. Tak wyznaczone sezony klimatyczne nazywane są termicznymi porami roku i w przeciwieństwie do wspomnianych astronomicznych i meteorologicznych sezonów klimatycznych nie są stałe i w zależności od panujących warunków termicznych w danym miejscu ich długość, a także daty ich rozpoczęcia i zakończenia mogą być różne. Cechą charakterystyczną termicznych pór roku jest również ich zmienność w przebiegu wieloletnim i możliwość niewystąpienia wszystkich sezonów w danym roku. Taka sytuacja może wystąpić gdy w ciągu roku temperatura powietrza nie przekroczy (wzrastając lub spadając) określonego progu np. zima nie wystąpi jeżeli w ciągu roku temperatury nie spadną poniżej progu termicznego określającego początek zimy (zazwyczaj jest to wartość 0°C), a lato gdy temperatury powietrza nie osiągną progu odpowiedniego dla rozpoczęcia lata (15°C).

Spośród wielu obecnych w literaturze podziałów i kryteriów wyznaczania termicznych pór roku w niniejszym opracowaniu postanowiono wykorzystać zaproponowany przez Mereckiego (1915) i Romera (1949a) podział na sześć termicznych pór roku (których podstawę stanowią progi 0,0°C, 5,0°C oraz 15,0°C), a daty ich początku i końca wyznaczono na podstawie średnich miesięcznych wartości temperatur powietrza z wielolecia obejmującego lata 1920 – 2010 za pomocą metody Gumińskiego (1948). Tym sposobem w Poznaniu wyznaczono następujące pory roku o niniejszych przedziałach termicznych:

- zima $T \leq 0,0^{\circ}\text{C}$
- przedwiośnie $0,0^{\circ}\text{C} < T \leq 5,0^{\circ}\text{C}$
- wiosna $5,0^{\circ}\text{C} < T \leq 15,0^{\circ}\text{C}$
- lato $15,0^{\circ}\text{C} < T$
- jesień $5,0^{\circ}\text{C} < T \leq 15,0^{\circ}\text{C}$
- przedzimie $0,0^{\circ}\text{C} < T \leq 5,0^{\circ}\text{C}$

**T – temperatura powietrza.*

Najdłuższą porą roku w Poznaniu jest lato (tab. 15). Występuje ono przez ponad 26% dni w ciągu roku. W badanym wieloleciu rozpoczynało się średnio 31 maja, a kończyło 3 września, trwając tym samym 96 dni. Średnia temperatura powietrza w tej porze roku obliczona na podstawie średnich dobowych wartości temperatury powietrza z wszystkich dni od 31 maja do 3 września z każdego roku w badanym 90-leciu wynosiła 17,6°C. Najkrótszym okresem w Poznaniu jest przedwiośnie, a więc czas w którym temperatura powietrza zawiera się w zakresie od 0,0 do 5,0°C. Ta pora roku trwała tylko 33 dni, a jej średnia temperatura powietrza wyniosła 1,8°C. Niewiele dłużej, bo średnio przez 38 dni w roku występuje przedzimie. W latach 1920 – 2010 rozpoczynało się zazwyczaj 6 listopada i trwało przez 38 dni do 13 grudnia. Termiczną zimę charakteryzują temperatury powietrza utrzymujące się poniżej 0,0°C. Jest to okres stosunkowo długi trwający ponad 19% roku. Rozpoczęcie tej pory roku w Poznaniu zazwyczaj przypada na połowę grudnia, a kończy w ostatnim tygodniu lutego. Termiczna wiosna i jesień to najbardziej zbliżone do siebie pory roku występujące w Poznaniu. Wyznaczone są przez temperatury z przedziału od 5,0°C do 15,0°C i średnio występują przez ponad 60 dni w ciągu roku. Minimalnie dłużej, średnio o jeden dzień w ciągu roku pojawia się wiosna, która jest chłodniejsza o 0,1°C od jesieni.

Tabela 15. Średnie daty początku i końca, oraz czas trwania i średnia temperatura powietrza w poszczególnych termicznych porach roku w Poznaniu w latach 1920 – 2010.

Pora roku	Początek	Koniec	Czas trwania (dni)	Udział procentowy [%]	Temperatura średnia (°C)
Zima	14 XII	22 II	71	19,5	-1,4
Przedwiośnie	23 II	27 III	33	9,0	1,8
Wiosna	28 III	30 V	64	17,5	10,3
Lato	31 V	3 IX	96	26,3	17,6
Jesień	4 IX	5 XI	63	17,3	10,4
Przedzimie	6 XI	13 XII	38	10,4	2,4

Źródło: Opracowanie własne.

3.3. Średnie miesięczne

Średnie roczne wartości temperatury powietrza są wynikiem i obrazem wartości temperatur powietrza które wystąpiły w poszczególnych porach roku, miesiącach i dniach. Trendy termiczne oraz fluktuacje wszystkich miesięcy znacząco wpływają na przebieg temperatur rocznych, ale największe znaczenie na średnią roczną w Poznaniu mają miesiące zimowe i wiosenne. Potwierdzeniem tego jest tabela 16 z zamieszczonymi w niej obliczonymi współczynnikami korelacji, które wskazują w jakim stopniu temperatury poszczególnych miesięcy i sezonów oddziałują na wartości średnie roczne temperatury powietrza. Miesiące takie jak styczeń, luty a także marzec i kwiecień cechują się największymi zmiennościami termicznymi występującymi na przestrzeni lat i dlatego od przebiegu temperatur w tych miesiącach tak silnie uzależniona jest wartość średnia temperatury w danym roku.

Tabela 16. Charakterystyki statystyczne temperatury w Poznaniu w latach 1920 – 2010.

	T_{sr}	T_{min}	T_{max}	A	δ	Me	ρ
Styczeń	-1,7	-11,2	4,4	15,6	3,4	-1,1	0,610
Luty	-1,0	-13,4	5,3	18,7	3,6	-0,5	0,636
Marzec	2,7	-2,2	6,8	9,0	2,3	3,1	0,618
Kwiecień	8,0	3,2	12,2	9,1	1,8	8,0	0,564
Maj	13,5	9,9	17,2	7,3	1,7	13,7	0,395
Czerwiec	16,7	12,2	19,7	7,5	1,5	16,5	0,215
Lipiec	18,6	15,2	24,1	8,9	1,6	18,7	0,345
Sierpień	17,8	15,1	21,3	6,2	1,4	17,6	0,466
Wrzesień	13,7	10,9	17,2	6,3	1,5	13,7	0,310
Październik	8,6	4,7	12,0	7,3	1,5	8,6	0,218
Listopad	3,6	-0,4	7,1	7,5	1,8	3,8	0,152
Grudzień	-0,2	-7,7	4,8	12,6	2,3	0,2	0,232
Wiosna (III – V)	8,0	5,2	11,3	6,1	1,3	8,0	0,778
Lato (VI – VIII)	17,7	15,6	20,2	4,6	1,0	17,7	0,532
Jesień (IX – XI)	8,6	6,1	11,6	5,5	1,0	8,7	0,341
Zima (XII – II)	-0,9	-7,2	3,5	11,0	0,2	-0,4	0,677
Zima (I, II, XII)	-1,0	-8,3	2,7	10,8	2,1	-0,8	0,787
Rok	8,4	6,2	10,2	4,0	0,9	8,5	

T_{sr} – temperatura średnia (°C)

T_{min} , (T_{max}) – najniższa (najwyższa) średnia miesięczna, sezonowa lub roczna temperatura powietrza występująca w badanym wieloleciu (1920 – 2010) w °C.

A – amplituda (°C) – różnica pomiędzy T_{max} i T_{min} .

δ – odchylenie standardowe od średnich wartości temperatur powietrza w danym okresie (°C).

Me – mediana (°C).

ρ – współczynnik korelacji (wpływ wartości temperatur występujących w danym okresie na temperaturę średnią roczną).

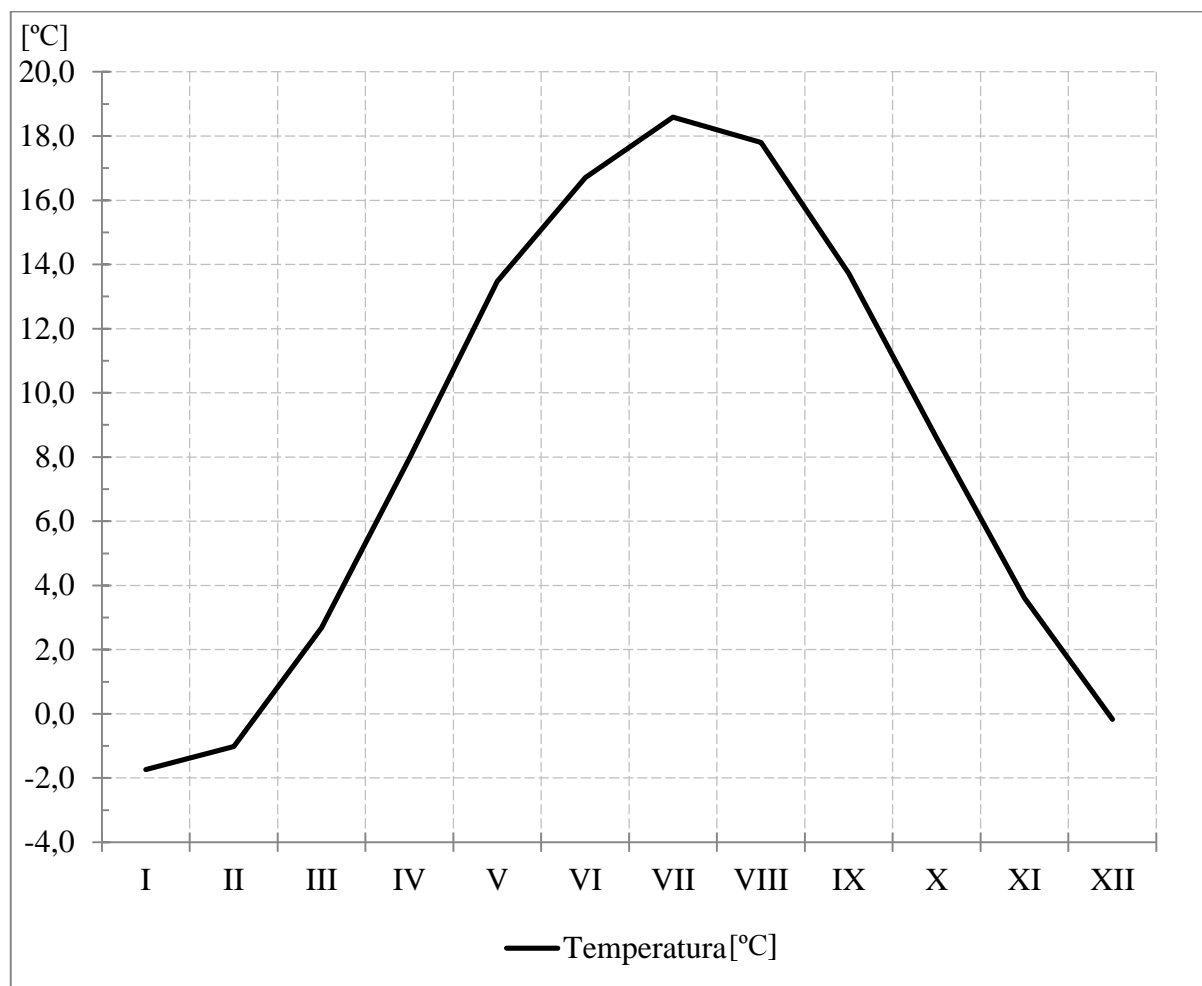
Źródło: Opracowanie własne.

Średnie wartości temperatury powietrza w zimie są składową temperatur powietrza notowanych w poszczególnych miesiącach zaliczanych do tej pory roku. Należą do nich grudzień, styczeń i luty. Przebiegi temperatury w wymienionych miesiącach zimowych są do siebie podobne. Wszystkie odznaczają się znaczącym wzrostem temperatury z roku na rok i wyraźnymi fluktuacjami termicznymi.

Styczeń to najchłodniejszy miesiąc w roku (ryc. 29). W analizowanym okresie aż 41 razy wykazywał się najniższymi średnimi wielkościami temperatur spośród wszystkich miesięcy w roku. Średnia temperatura w wieloleciu w Poznaniu dla tego miesiąca wynosi $-1,7^{\circ}\text{C}$. Temperatury w styczniu wykazują się podobnym przebiegiem rocznym oraz trendem jak w grudniu i średnio wzrastają o $0,15^{\circ}\text{C}$ w ciągu każdego dziesięciolecia (ryc. 30). Wieloletni przebieg odznacza się dużymi fluktuacjami termicznymi. Rozpiętość pomiędzy najchłodniejszym styczniem występującym w 1940 roku ($-11,2^{\circ}\text{C}$), a najcieplejszym z roku 2007 ($4,4^{\circ}\text{C}$) wynosi $15,6^{\circ}\text{C}$. Do roku 1939 średnie temperatury tego miesiąca, wyznaczone przez średnią ruchomą 10-letnią (ryc. 31) oscylują w okolicach wartości średniej wieloletniej. Od roku 1940 zauważalne jest ochłodzenie, które trwało przez 12 lat. Następnie przebieg temperatur stał się bardziej wyrównany z mniejszymi odchyleniami aniżeli w poprzednim okresie. Wyjątkiem jest styczeń z roku 1963, należący do bardzo mroźnych, będący drugim najchłodniejszym styczniem w badanym wieloleciu ($-10,5^{\circ}\text{C}$). Od roku 1962 do 1972 ponownie zaznaczył się spadek temperatur w styczniu. Po nim wystąpiło stopniowe ocieplenie, a w 1975 i 1983 temperatury osiągnęły nawet wartość $3,8^{\circ}\text{C}$ i $3,9^{\circ}\text{C}$. Poza chłodnymi styczniami w latach 1985 ($-7,5^{\circ}\text{C}$) i 1987 ($-9,6^{\circ}\text{C}$), które znacząco wpłynęły na odchylenie średniej konsekwentnej ku niższym wartościom temperatury, ostatni okres tj. do 2010 roku cechuje się ociepleniem, a temperatury w większości przypadków pojawiają się powyżej średniej z wielolecia.

Drugim miesiącem zaliczanym do zimowych jest **luty**. Charakteryzuje się on największymi wahaniami temperatury oraz największym wzrostem temperatur spośród wszystkich miesięcy występujących w roku (średnio $0,27^{\circ}\text{C}$ na każde 10 lat) (ryc. 32). Średnia temperatura powietrza w Poznaniu w lutym wynosi $-1,0^{\circ}\text{C}$. 22-krotnie w badanym okresie (1920 - 2010) był najchłodniejszym miesiącem w roku. W 1929 roku średnia temperatura powietrza w tym miesiącu wynosiła $-13,4^{\circ}\text{C}$, co nie tylko stanowi najniższą wartość wśród wszystkich lutych, ale również wśród wszystkich miesięcy (tab. 16). Rozpiętość termiczna w lutym za sprawą cieplej zimy 1990 roku i ciepłego lutego z temperaturą średnią $5,3^{\circ}\text{C}$ wynosi $18,7^{\circ}\text{C}$. Luty to okres bardzo dużych wahań temperatury z występowaniem częstych bardzo mroźnych dni (ryc. 33). Wpływają one na wartość średnią

miesięczną jak również na średnią roczną. Spośród miesięcy to właśnie luty oddziałuje na średnią roczną wartość temperatury najmocniej, czego dowodem jest wartość współczynnika korelacji zamieszczona w tabeli 16, badająca powiązanie wpływ poszczególnych miesięcy na wartość roczną temperatury.



Rycina 29. Przebieg roczny średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w Poznaniu z lat 1920 – 2010.

Źródło: Opracowanie własne.

Marzec to miesiąc w którym bieg temperatury w wieloleciu jest najmniej wyrównany spośród miesięcy wiosennych (ryc. 34). Rozpiętość temperatur wynosi 9,0°C, a średnia temperatura w wieloleciu w Poznaniu ukształtowała się w tym miesiącu na poziomie 2,7°C. Marzec odznacza się dużymi wahaniami temperatur, a więc pojawianiem się okresowo bardzo ciepłych oraz bardzo zimnych dni. Kształtują one średnią miesięczną tego miesiąca z których najwyższą temperaturą osiągnął marzec w roku 1990 (6,8°C). Najchłodniejszym marcem

w analizowanym okresie był ten w roku 1942 ze średnią temperaturą $-2,2^{\circ}\text{C}$. W większości przypadków w marcu odnotowuje się temperatury dodatnie, jednak w badanym okresie obejmującym lata 1920 – 2010 w 13 przypadkach średnia temperatura nie osiągnęła wartości $0,0^{\circ}\text{C}$ (ryc. 35). Podobnie jak w przypadku pozostałych miesięcy wiosennych, również marzec charakteryzuje się wzrostem temperatur. Na podstawie linii trendu i równania regresji wzrost wynosi $0,16^{\circ}\text{C}$ na 10 lat. Przebieg temperatur marca w badanym wieloleciu można podzielić na dwa okresy. Pierwszy, występujący do końca lat siedemdziesiątych XX wieku cechuje się częstszym występowaniem temperatur poniżej średniej ($2,7^{\circ}\text{C}$) i drugi - ciepły okres od początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku, który zauważalny jest w przebiegu krzywej wyznaczonej przez średnie ruchome 10-letnie (ryc. 35). Temperatury marca wykazują dużą korelację z wartościami rocznymi temperatury powietrza w Poznaniu (tab. 16)

Średnia temperatura powietrza w **kwietniu** wyniosła $8,0^{\circ}\text{C}$. Jej wieloletni przebieg, wyrównany przez średnie konsekutywne 10-letnie pozwala na wyróżnienie w nim pięciu okresów (ryc. 37). Do roku 1953 temperatury w tym miesiącu wykazywały się dużymi wahaniami z roku na rok i stopniowym wzrostem. W połowie lat pięćdziesiątych wystąpiła pięcioletnia seria w której temperatury były wyraźnie niższe od wartości średnich, a po niej równie krótka seria kwietniów ciepłych. W latach siedemdziesiątych temperatury w kwietniu wyraźnie spadały. Okres spadków trwał do początków lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Za rok w którym nastąpiło odwrócenie tendencji uznać można 1982, po którym występuje ciągły wzrost temperatur miesiąca kwietnia w Poznaniu. Temperatury ekstremalne wystąpiły na początku badanego okresu - najniższa w 1932 roku ($3,2^{\circ}\text{C}$), a najwyższa w roku 1920 ($12,2^{\circ}\text{C}$) (ryc. 36). W końcowych latach analizowanego okresu również wystąpiły bardzo gorące miesiące, z wartościami przekraczającymi $12,0^{\circ}\text{C}$. Były to lata 2000 i 2009, a średnia temperatura kwietnia w tych latach była równa $12,1^{\circ}\text{C}$. Temperatury w omawianym miesiącu w przebiegu wieloletnim mają charakter wzrostowy. Wynosi on $1,6^{\circ}\text{C}$ na 100 lat, trend jest istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$) (zał. 2).

Przebieg temperatur w **maju** nie wykazuje się dużymi zmianami (ryc. 38). Rozpiętość termiczna pomiędzy najcieplejszym majem, który wystąpił w 1937 roku ($17,2^{\circ}\text{C}$), a najzimniejszym zanotowanym w 1991 roku ($9,9^{\circ}\text{C}$) wyniosła $7,3^{\circ}\text{C}$. Największe wahania wystąpiły w okresie do 1950 roku, a najmniejsze w latach następnych do roku 1990 (ryc. 38). Okres ostatni cechuje się występowaniem wyższych temperatur niż wartości średnie 90-letnie i zwiększoną rozpiętością temperatury (ryc. 39). Ogólnie w maju występuje niewielki wzrost temperatur. Średnio wynosi $0,7^{\circ}\text{C}$ na 100 lat i nie jest istotny statystycznie (zał. 2). Odchylenie standardowe średnich temperatur maja wynosi $1,7^{\circ}\text{C}$, a współczynnik korelacji

pomiędzy średnimi wielkościami temperatury maja i roku wynosi 0,395 (tab. 16). Oznacza to że występujące w tym miesiącu temperatury mają nieduży wpływ na kształtowanie się średniej temperatury rocznej i jej odstępstwa od normy. W ostatnim dniu maja rozpoczyna się w Poznaniu termiczne lato. Oznacza to, że zazwyczaj temperatury przekraczają w tym miesiącu próg 15°C.

Pierwszym z miesięcy zaliczanych do letnich jest **czerwiec**. Charakteryzuje się on występowaniem dwóch okresów ciepłych i dwóch chłodnych (ryc. 40). Do połowy lat trzydziestych ubiegłego wieku w Poznaniu występowały czerwce z temperaturą poniżej średniej, która wynosi 16,7°C. Od roku 1935 do 1970 temperatury pierwszego z miesięcy letnich w przeważającej części były wyższe niż średnia wieloletnia dla czerwca. W tym też okresie, w roku 1964, wystąpił najcieplejszy czerwiec spośród wszystkich w całym badanym wieloleciu (temperatura osiągnęła wartość 19,7°C). Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych temperatury w miesiącu czerwcu spadły, lecz był to okres niedługi po którym zaznacza się wzrost temperatur w tym miesiącu (ryc. 41) Najchłodniejszy czerwiec (12,2°C) wystąpił w 1923 roku, zatem rozpiętość temperatur czerwca w Poznaniu wynosi 4,5°C. Średnie temperatury w tym pierwszym z miesięcy letnich nie osiągają 20,0°C, ale kilkakrotnie przekroczyły wartość 19,0°C lub zbliżyły się do niej (ryc. 40). W tych przypadkach czerwiec okazywał się najcieplejszym miesiącem w roku, a zdarzyło się to 11 razy w badanym wieloleciu.

Lipiec to najcieplejszy miesiąc w roku (ryc. 29). W analizowanym okresie aż 52-krotnie wykazywał się najwyższymi średnimi wielkościami temperatur spośród wszystkich miesięcy w roku. Średnia wieloletnia temperatura powietrza w tym miesiącu w Poznaniu wynosi 18,6°C (ryc. 43). Lipiec cechuje się nieznacznym wzrostem temperatury, wynoszącym średnio 0,46°C na każde 100 lat (ryc. 42). W przebiegu wieloletnim zaznacza się zwiększenie wahań (zmienności) temperatur i ochłodzenie – spadek wartości temperatury w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Lipiec roku 1979 był najchłodniejszym z całego okresu 90-letniego, natomiast w 2006, czyli w okresie ostatniego dziesięciolecia w którym temperatury lipca znacznie wzrosły, lipiec osiągnął wartość rekordową 24,1°C. Ten konkretny miesiąc był także najcieplejszym miesiącem w całym badanym okresie (tab. 16).

Średnia temperatura powietrza w **sierpniu** wyniosła 17,8°C, co oznacza iż jest to drugi najcieplejszy miesiąc w roku. Wieloletni przebieg temperatur w tym miesiącu, wyrównany przez średnie ruchome 10-letnie pozwala na wyróżnienie w nim czterech okresów (ryc. 45). Do roku 1951 temperatury w sierpniu wykazywały się wzrostem i dużymi rozpiętościami.

W tym okresie w odstępie 4 lat wystąpił najchłodniejszy sierpień w roku 1940 z temperaturą 15,1°C oraz w 1944 jeden z najcieplejszych w którym temperatura była równa 20,8°C. W latach pięćdziesiątych wystąpiła zmiana trendu termicznego i do 1965 wykazywała tendencję spadkową. W połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia ponownie nastąpiła zmiana tendencji i przez 10 kolejnych lat temperatury wzrastały. W 1976 roku temperatura sierpnia była niższa od wartości jaką osiągnął sierpień w 1975 roku, ale w kolejnych latach nieznacznie rosła. W tym okresie wystąpił również bardzo chłodny sierpień (1987) z temperaturą 15,2°C (ryc. 44). Ostatnie 15 lat to okres występowania temperatury w sierpniu powyżej średniej. W tym czasie wystąpił sierpień o najwyższej średniej temperaturze powietrza (21,3°C – 2002 rok). Temperatury w omawianym miesiącu odznaczają się najmniejszymi wahaniami spośród wszystkich. Również wyznaczone odchylenie standardowe przyjęło niższą wartość niż w innych miesiącach i było równe 1,4°C. Temperatury w przebiegu wieloletnim mają charakter wzrostowy, wynoszący 1,4°C na 100 lat (ryc. 44). Amplituda temperatury jest równa 6,2°C, a średnia miesięczna sierpnia 28 razy była najwyższą temperaturą spośród miesięcy w roku w badanym wieloleciu.

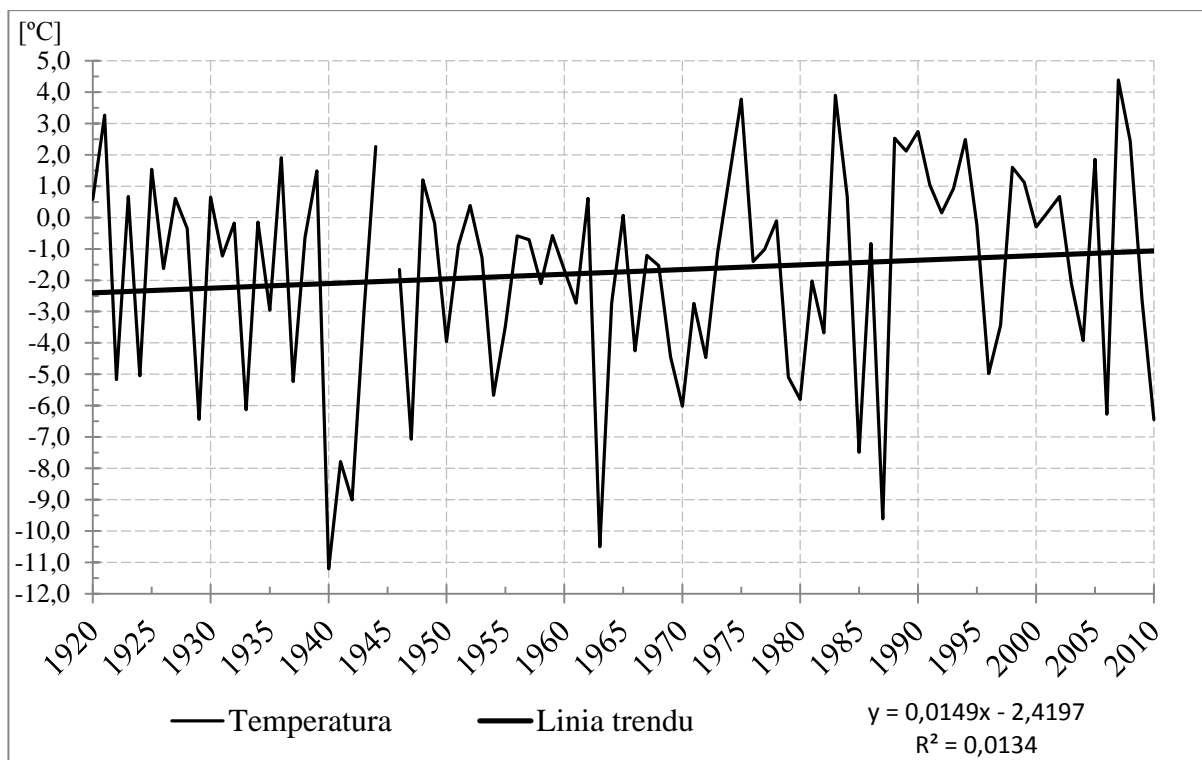
Jedynym miesiącem w którym trend termiczny cechował się spadkiem był **wrzesień**. W badanym wieloleciu temperatury spadały średnio o 0,14°C na 100 lat (ryc. 46). Przebieg temperatur we wrześniu nie wykazuje się dużymi zmianami (ryc. 46), choć wahania są kilku stopniowe, to jednak regularne i skutkują dużymi odchyleniami krzywej konsekwentnej 10-letniej przedstawionej na rycinie 47. Amplituda temperatury pomiędzy najcieplejszym wrześniem, który wystąpił w 1947 roku (17,2°C), a najzimniejszym (10,9°C) zanotowanym trzykrotnie w 1931, 1986 i 1996 wyniosła 6,3°C. Największe wahania występowały w latach czterdziestych i siedemdziesiątych (ryc. 46). Od roku 1960 wartości temperatur powietrza w Poznaniu w kolejnych wrześniach, w przeważającej części były niższe od średniej temperatury tego miesiąca. W XXI wieku temperatury wzrosły co można zauważyć na wykresie 47.

Temperatury średnie **października** zawierają się w zakresie od 4,7°C do 12,0°C (tab. 16). Najchłodniejszy październik wystąpił w 1922 roku, a najcieplejszy w roku 2000 i 2001. Wśród najcieplejszych znajdują się także średnie wartości temperatury października z roku 1966 (11,4°C) i z roku 1967 (11,7°C). Do najchłodniejszych należą rok 1946 (5,1°C) oraz 2003 (5,5°C). Październik charakteryzuje się większą rozpiętością i większą zmiennością termiczną niż miesiąc poprzedni (ryc. 48). Średnia temperatura powietrza w Poznaniu w tym miesiącu jest o 0,2°C wyższa od średniej rocznej i wynosi 8,6°C. Rozpiętość temperatur w październiku jest równa 7,3°C, ale zazwyczaj wartości temperatur mieszczą się

w przedziale mniejszym od 6,0°C do 11,0°C (ryc. 48). W przebiegu średniej ruchomej 10 letniej zauważyć można 3 okresy ciepłe oraz chłodniejsze (ryc. 49). Średni trend termiczny w październiku jest dodatni i wynosi 0,7°C na 100 lat, a odchylenie standardowe .

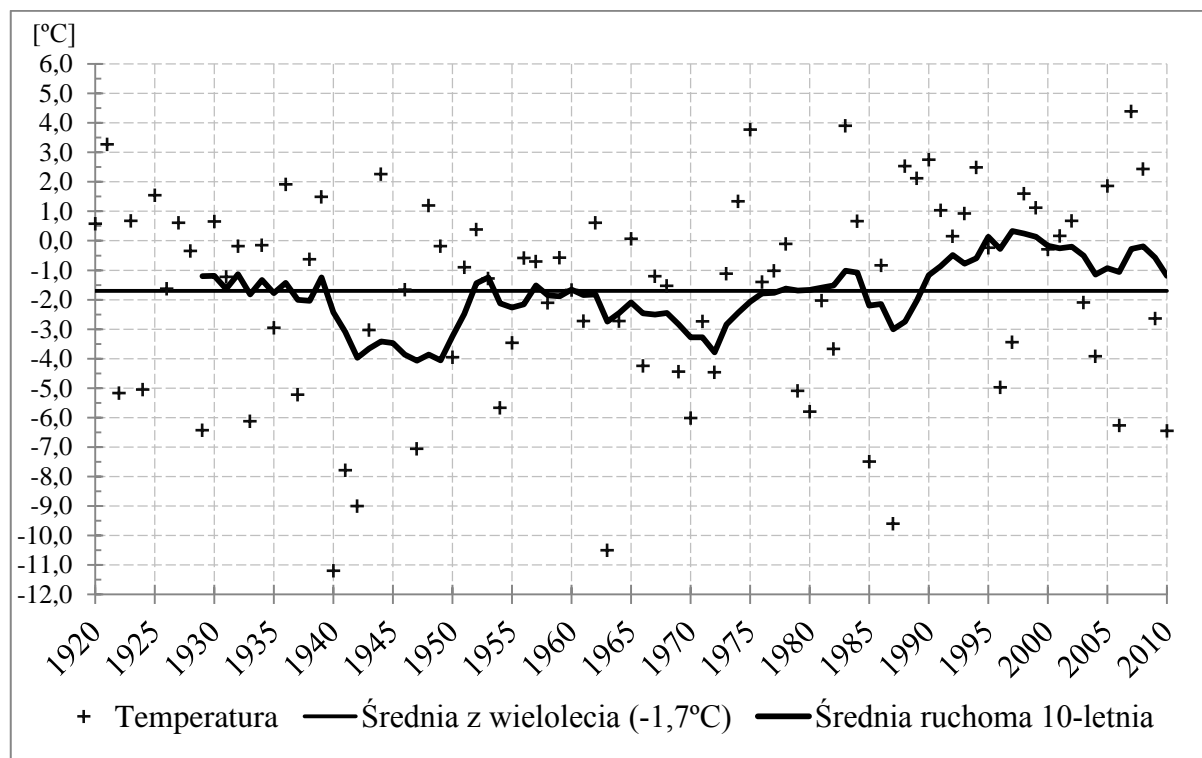
Listopad to najchłodniejszy miesiąc jesieni. Średnia temperatura powietrza w listopadzie wynosi 3,6°C. Bieg temperatury w wieloleciu jest najmniej wyrównany spośród miesięcy jesiennych i odznacza się dużymi wahaniami temperatur, czyli pojawianiem się okresowo bardzo zimnych miesięcy w wieloleciu z wartościami poniżej 0,0°C (5 takich przypadków) oraz dość ciepłych w których wartości przekraczają 6,0°C (ryc. 50). Najwyższą temperaturą jaką osiągnął listopad było 7,1°C w roku 1963, a najniższą -0,4°C w 1921 roku. Rozpiętość temperatur wynosi zatem 7,5°C, co jest największą wartością wśród jesiennych miesięcy. Na podstawie linii trendu i równania regresji określono tendencję termiczną jako dodatnią. Oznacza to, iż listopadzie w okresie od 1920 do 2010 roku występuje wzrost temperatur, wynoszący 1,0°C na 90 lat (ryc. 50). Przebieg temperatur listopada w badanym wieloleciu można podzielić na trzy okresy. Pierwszy, występujący do połowy lat osiemdziesiątych poprzedniego wieku, cechuje się przewagą obecności temperatur w okolicach średniej miesięcznej. Drugi, który pojawił się na przełomie wieków jest okresem w którym występowały częściej chłodne listopady co obrazuje odchylenie średniej ruchomej ku wartościom niższym (ryc. 51). I trzeci okres, trwający w ostatniej dekadzie badanego wielolecia. Charakteryzuje się on występowaniem wartości temperatur powietrza wyższych aniżeli średnie listopadowe (ryc. 51). Temperatury listopada wykazują najniższą korelację z temperaturami rocznymi, gdyż współczynnik korelacji pomiędzy średnimi wielkościami temperatury listopada i roku wynosi 0,152 (tab. 16).

Grudzień jest miesiącem w którym bieg temperatury w wieloleciu jest najbardziej wyrównany spośród miesięcy zimowych. Wzrost temperatury wynosi średnio 0,15°C na każde 10 lat (ryc. 52), a średnia temperatura -0,2°C. 27-krotnie grudzień notowany był jako najchłodniejszy miesiąc w roku i pod tym względem ustępuje jedynie styczniowi. Najchłodniejszy grudzień wystąpił w roku 1969 w którym średnie dobowe temperatury powietrza spadały nawet do -19,6°C (20XII) i wpłynęły na wartość średnią wynoszącą -7,7°C. Najwyższą średnią miesięczną temperaturą cechował się grudzień w 2006 roku (4,8°C). Wśród najcieplejszych znajdują się także grudnie z roku 1974 (3,8°C) i z roku 1971 (3,4 °C). Rozpiętość temperatur w ostatnim omawianym miesiącu wynosi zatem 12,5°C, ale zgodnie z obliczonym odchyleniem standardowym (tab. 16), najczęściej wartości temperatur mieszczą się w przedziale od -2,5°C do 2,1°C. Mediana w badanym wieloleciu wyniosła 0,2°C, co oznacza że średnia temperatura grudnia jest częściej dodatnia niż ujemna.



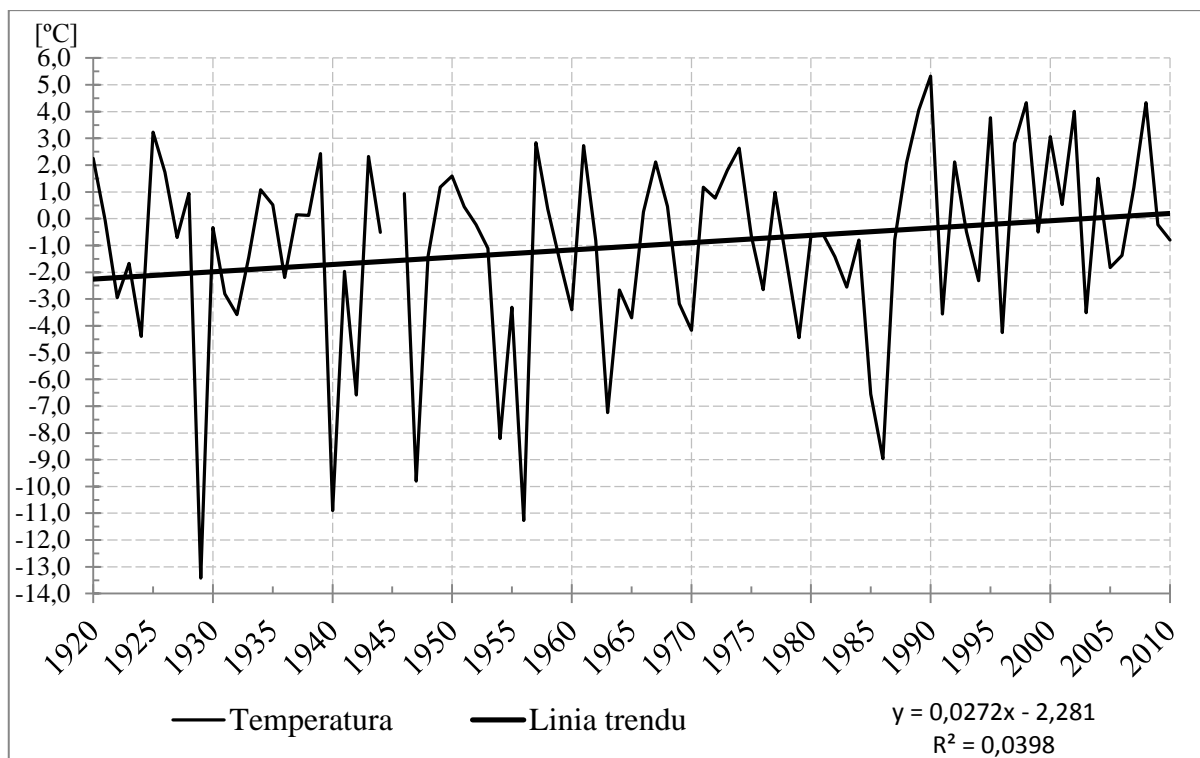
Rycina 30. Styczeń - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



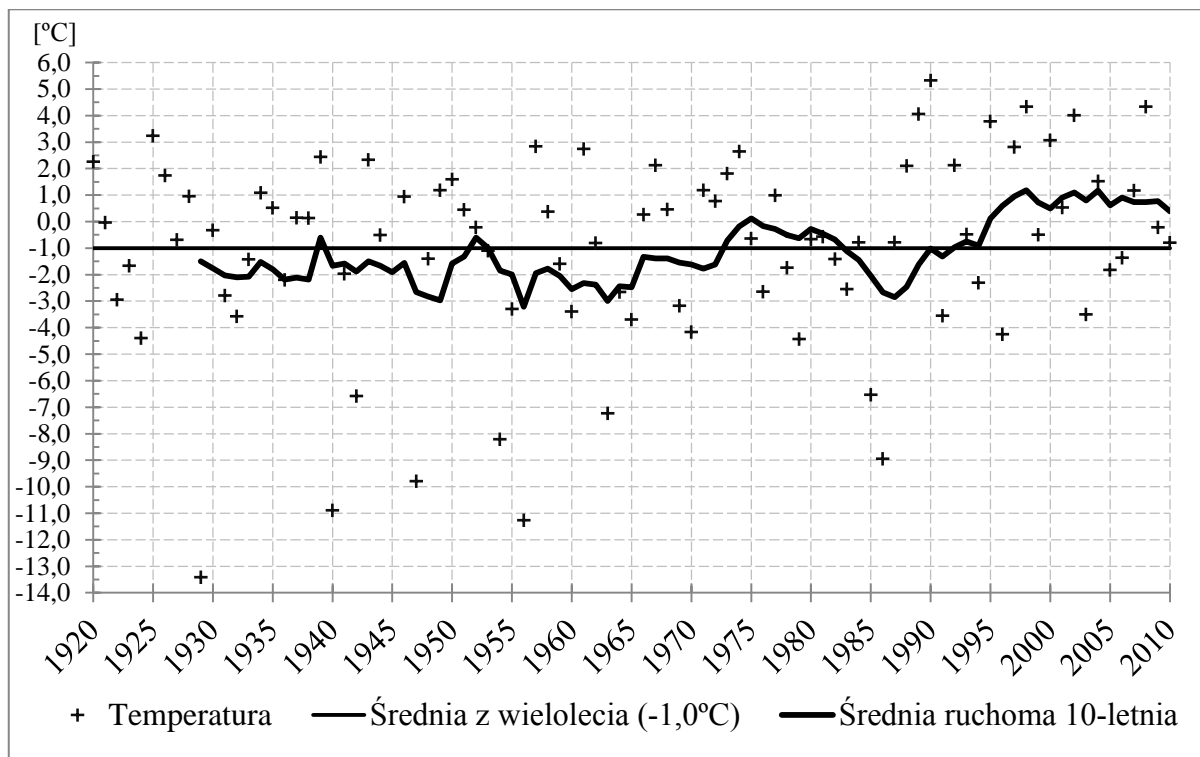
Rycina 31. Styczeń - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwentne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



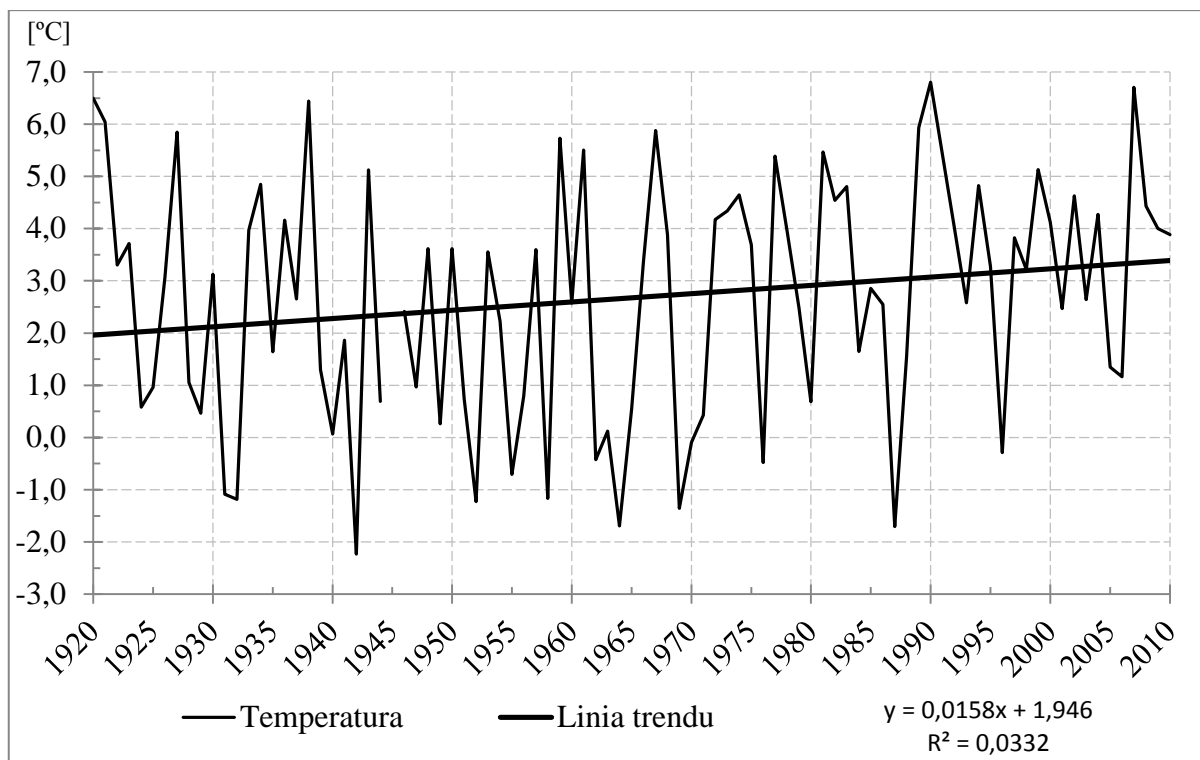
Rycina 32. Luty - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



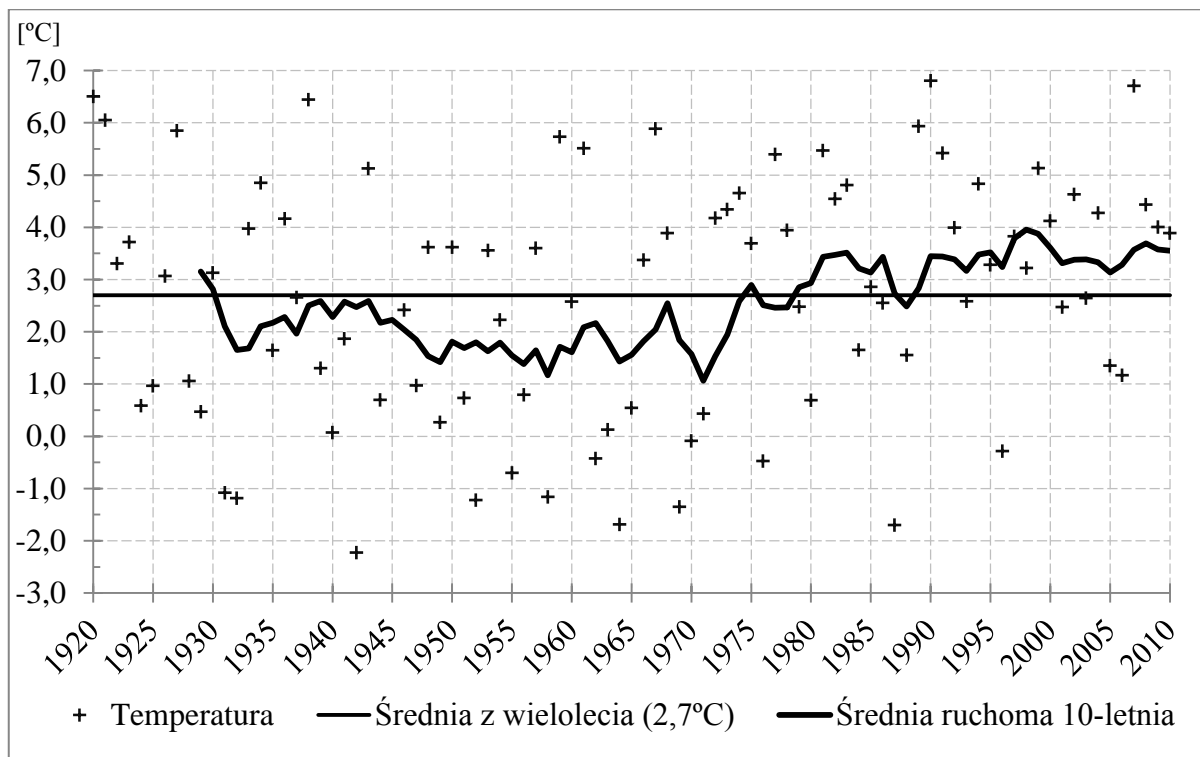
Rycina 33. Luty - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekutywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



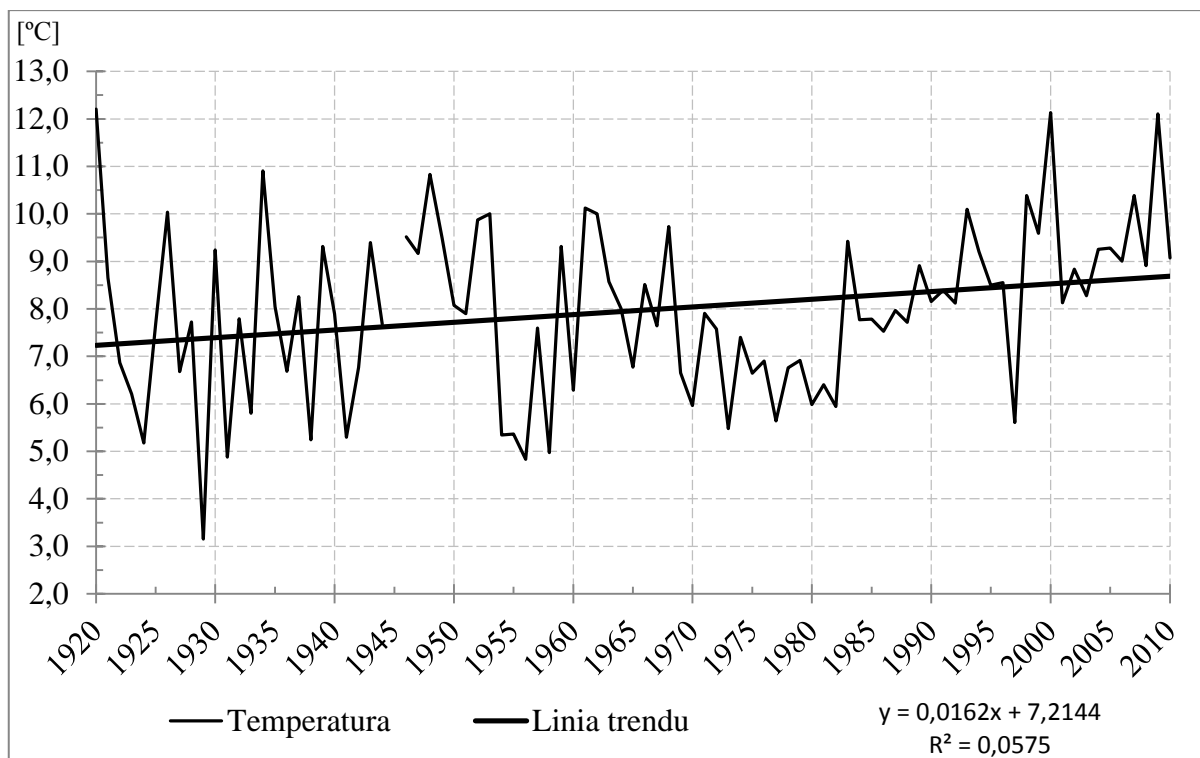
Rycina 34. Marzec - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



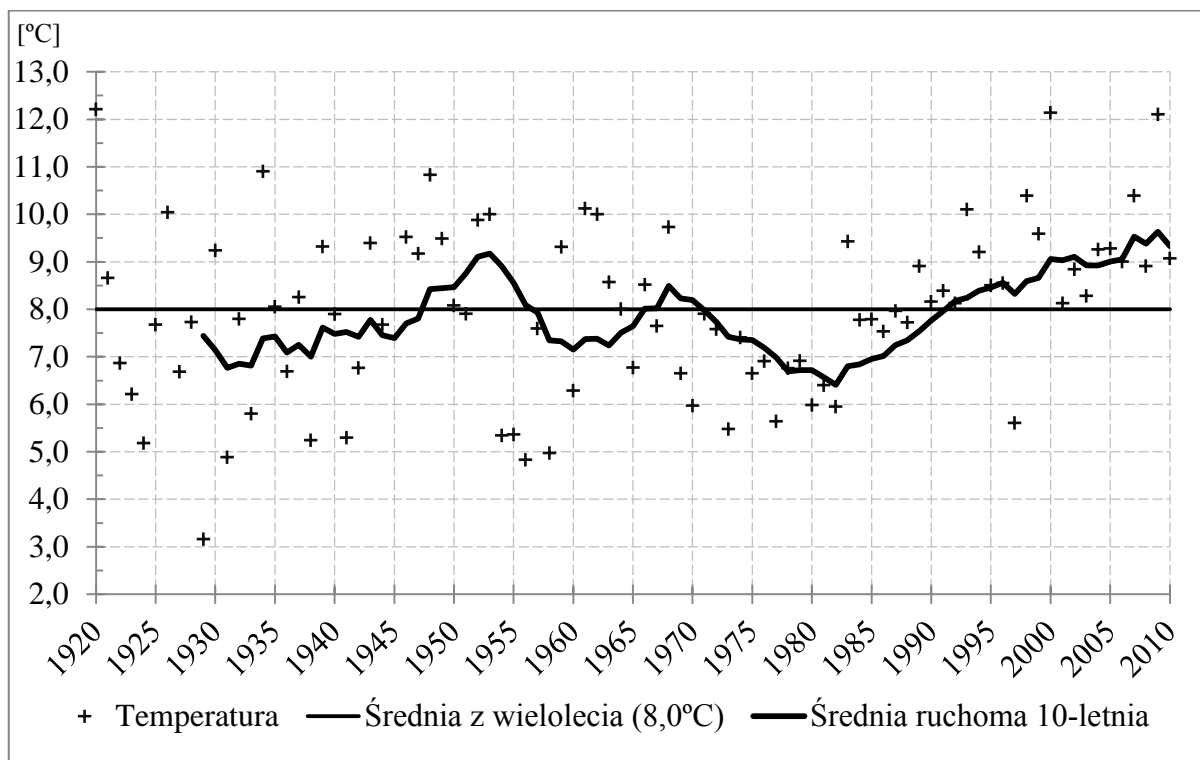
Rycina 35. Marzec - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



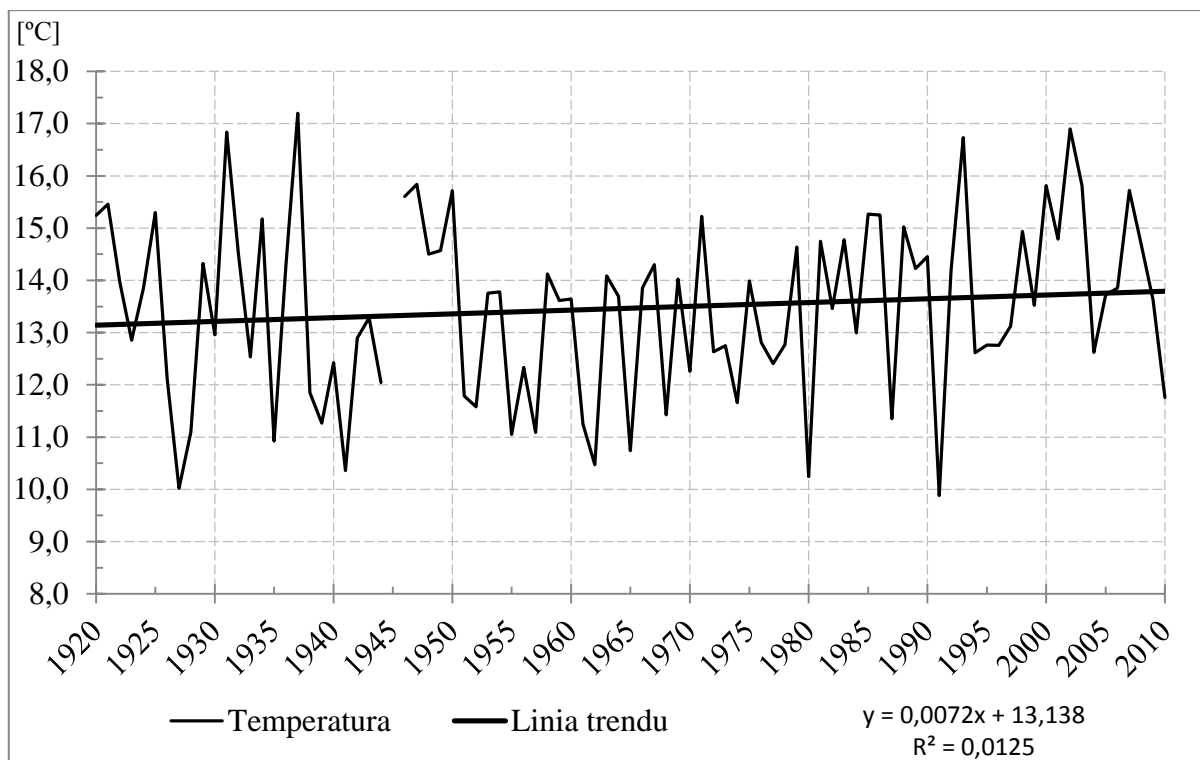
Rycina 36. Kwiecień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



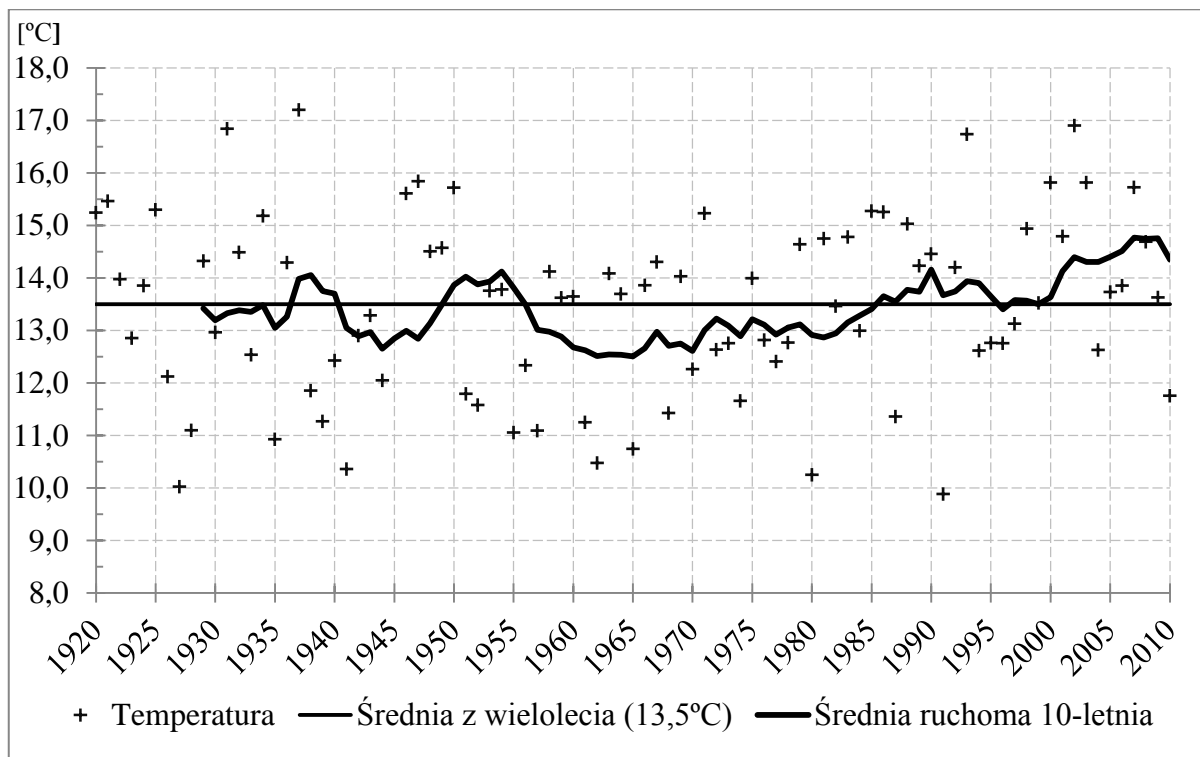
Rycina 37. Kwiecień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwentne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



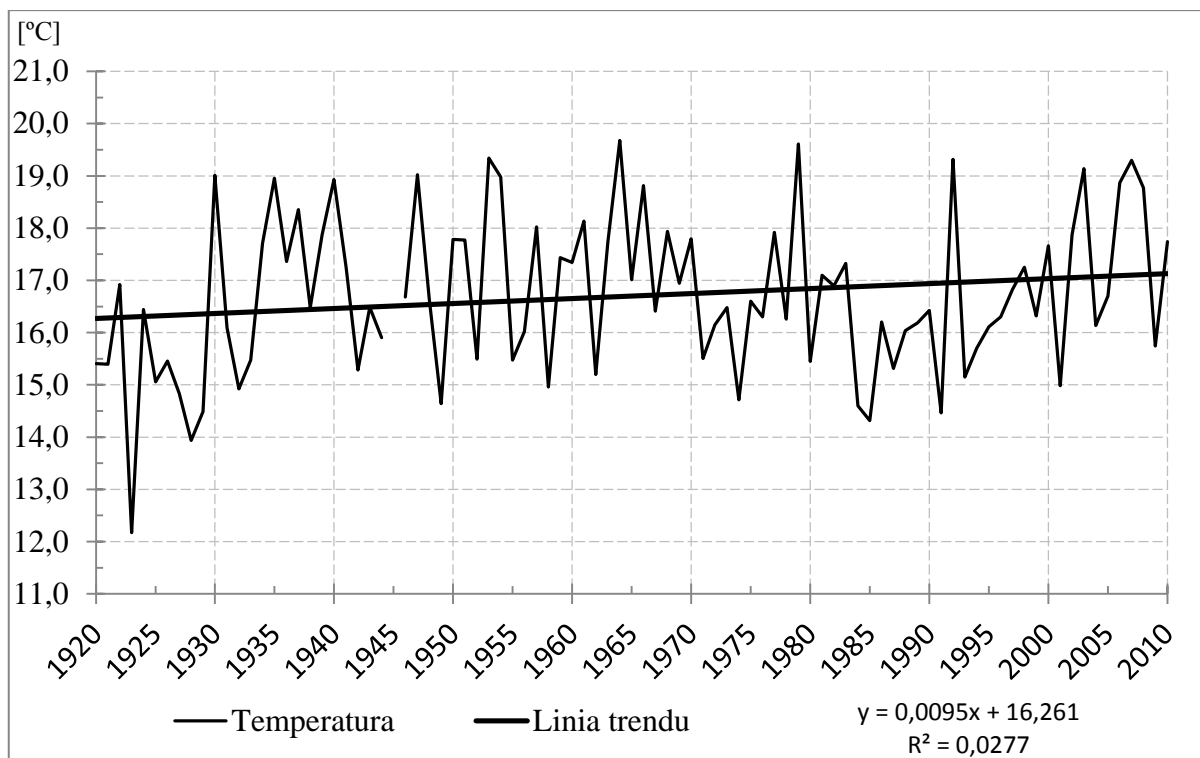
Rycina 38. Maj - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



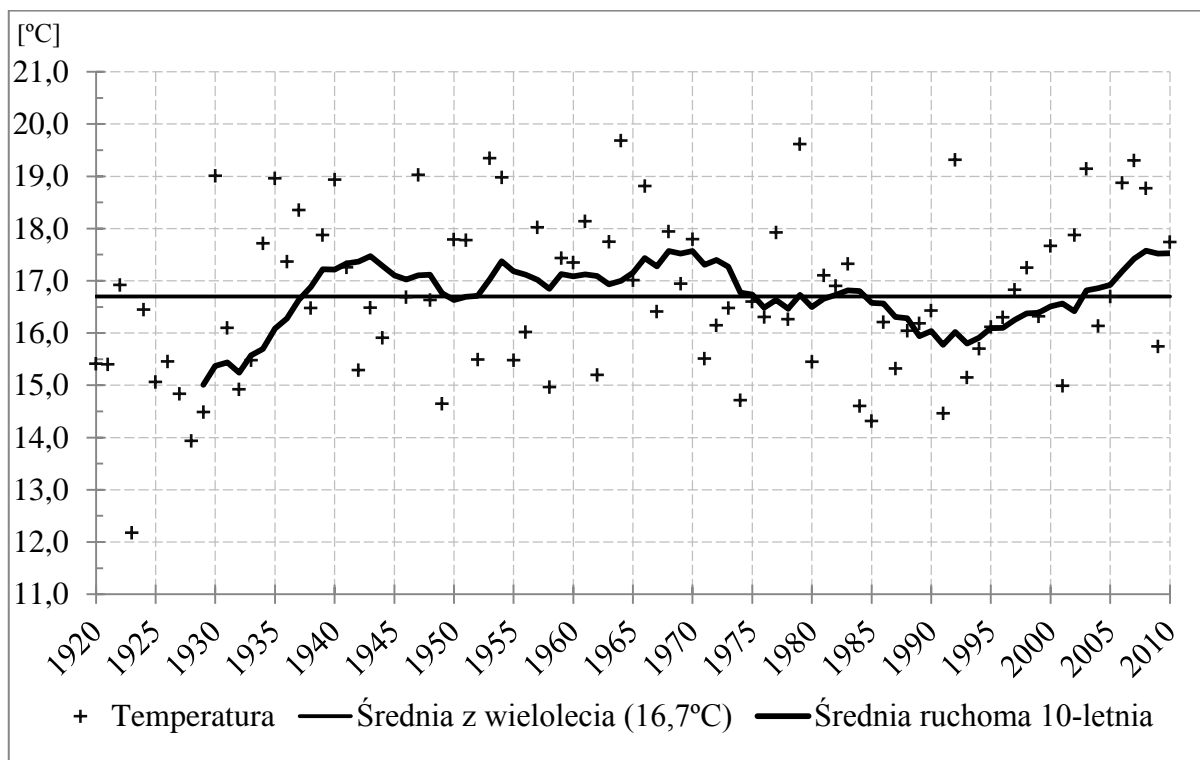
Rycina 39. Maj - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



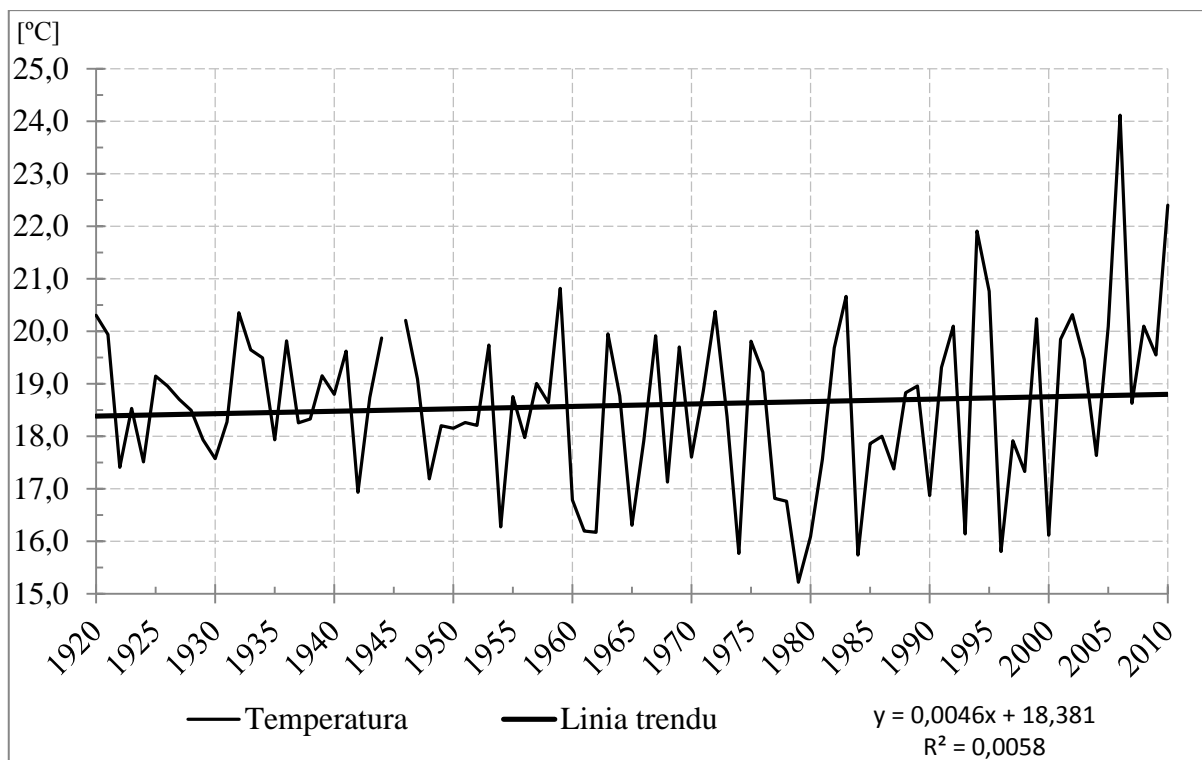
Rycina 40. Czerwiec - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



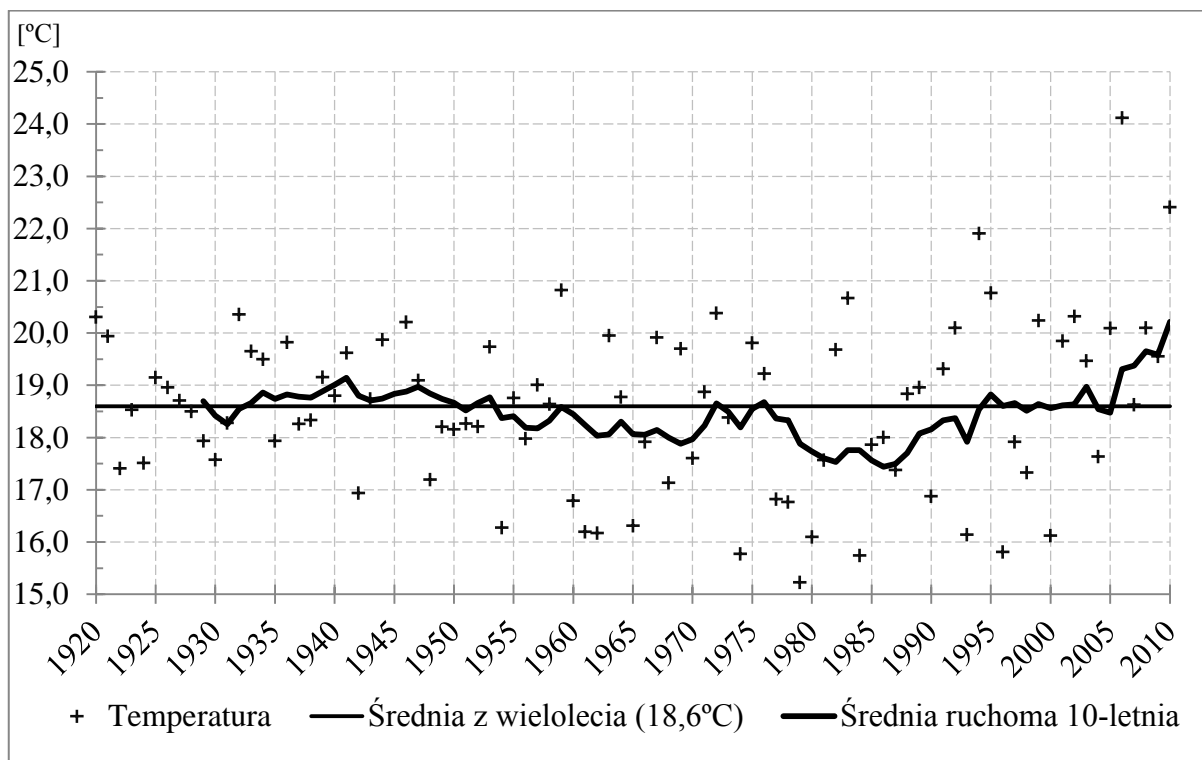
Rycina 41. Czerwiec - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwentne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



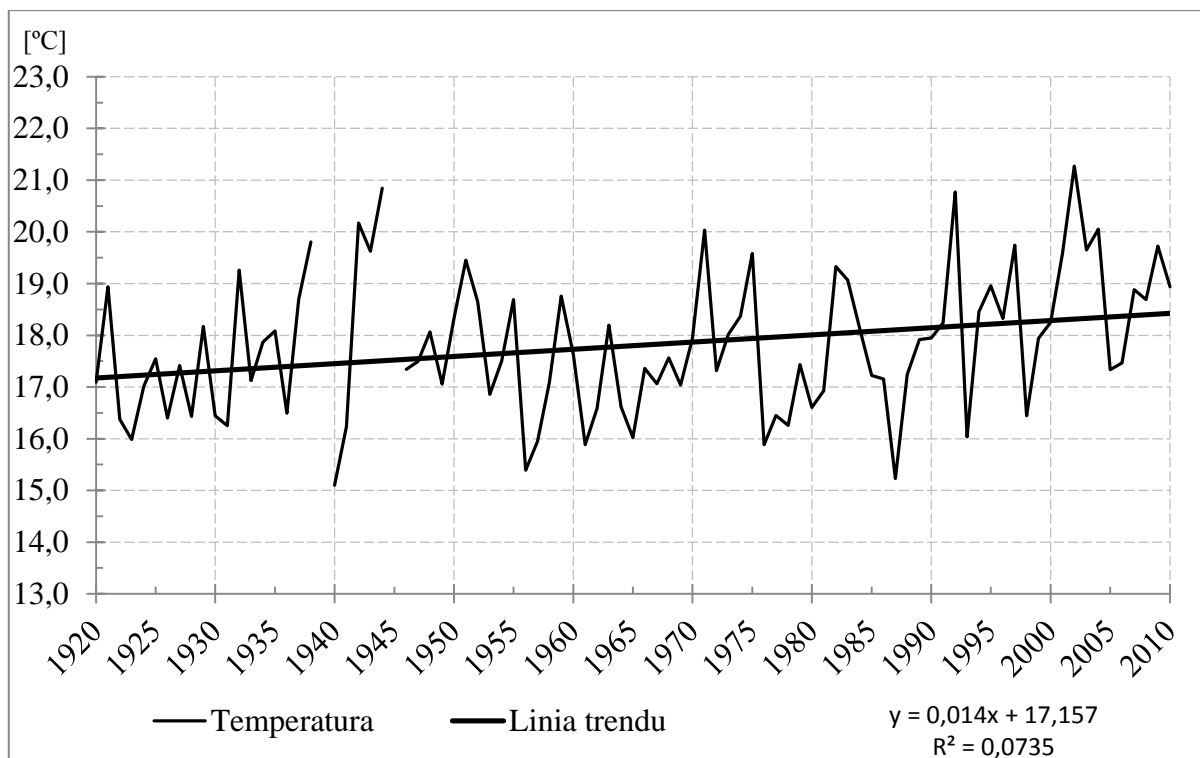
Rycina 42. Lipiec - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



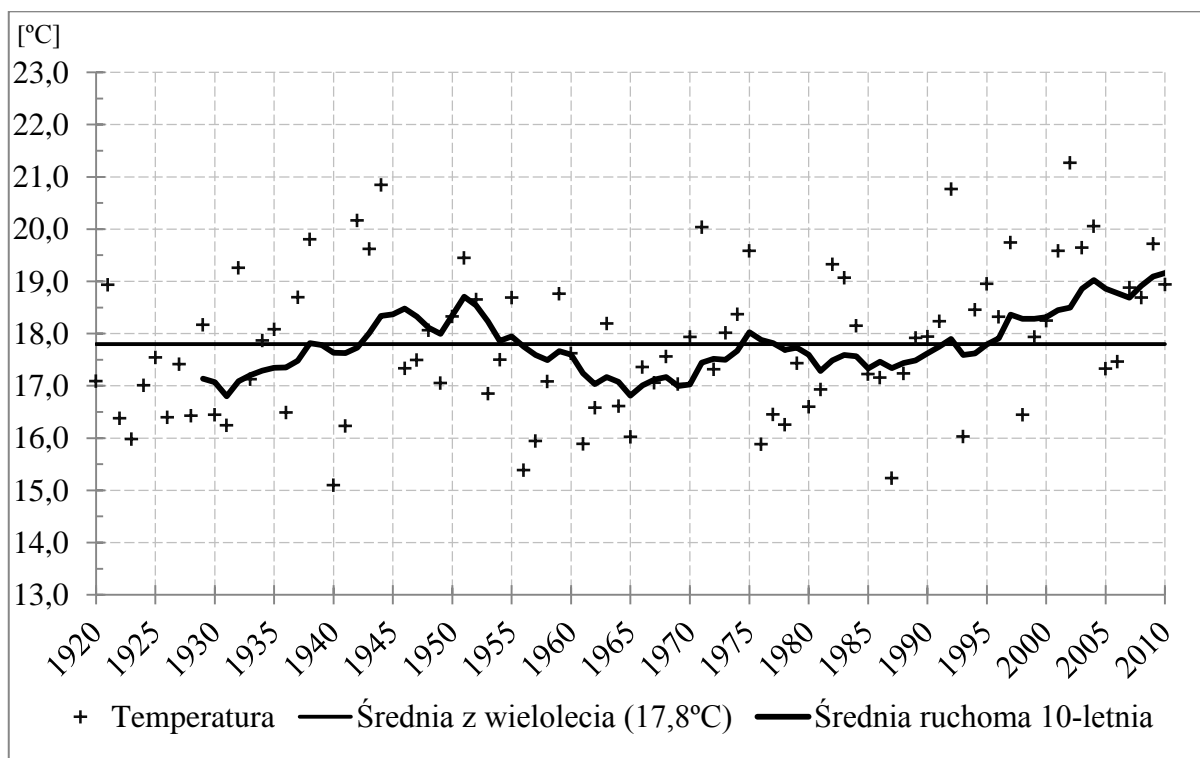
Rycina 43. Lipiec - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwentne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



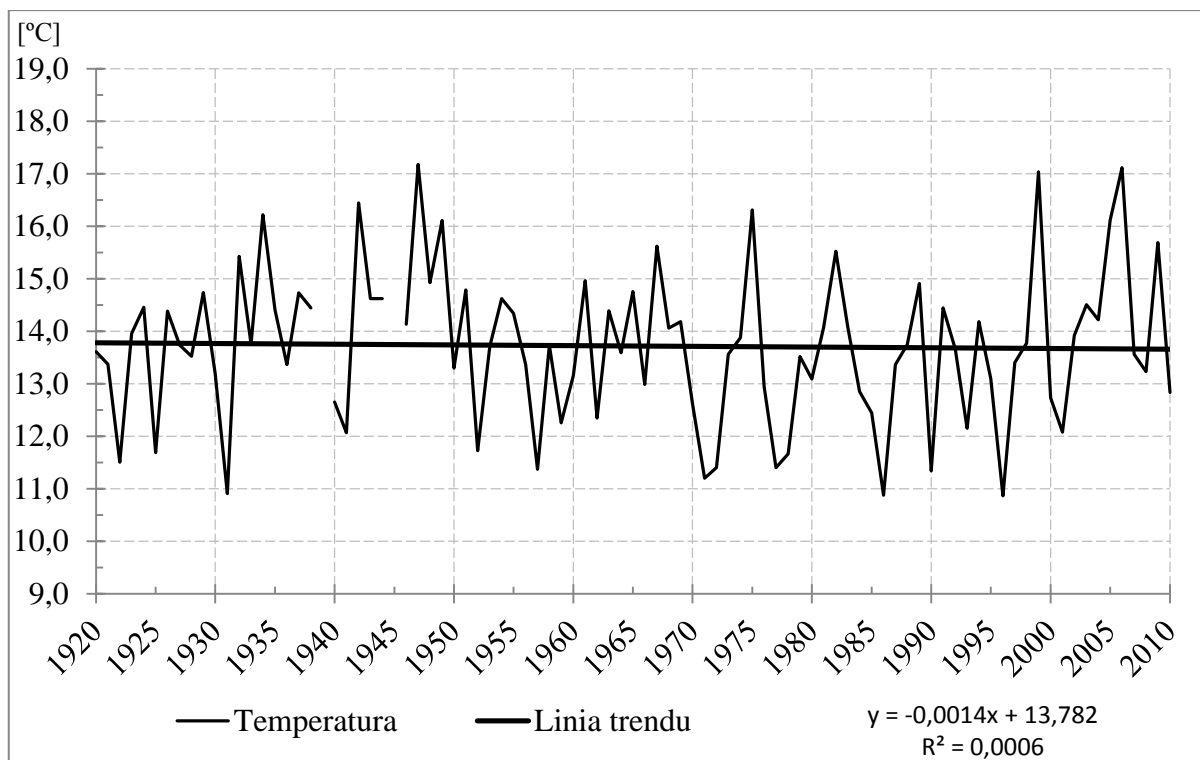
Rycina 44. Sierpień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



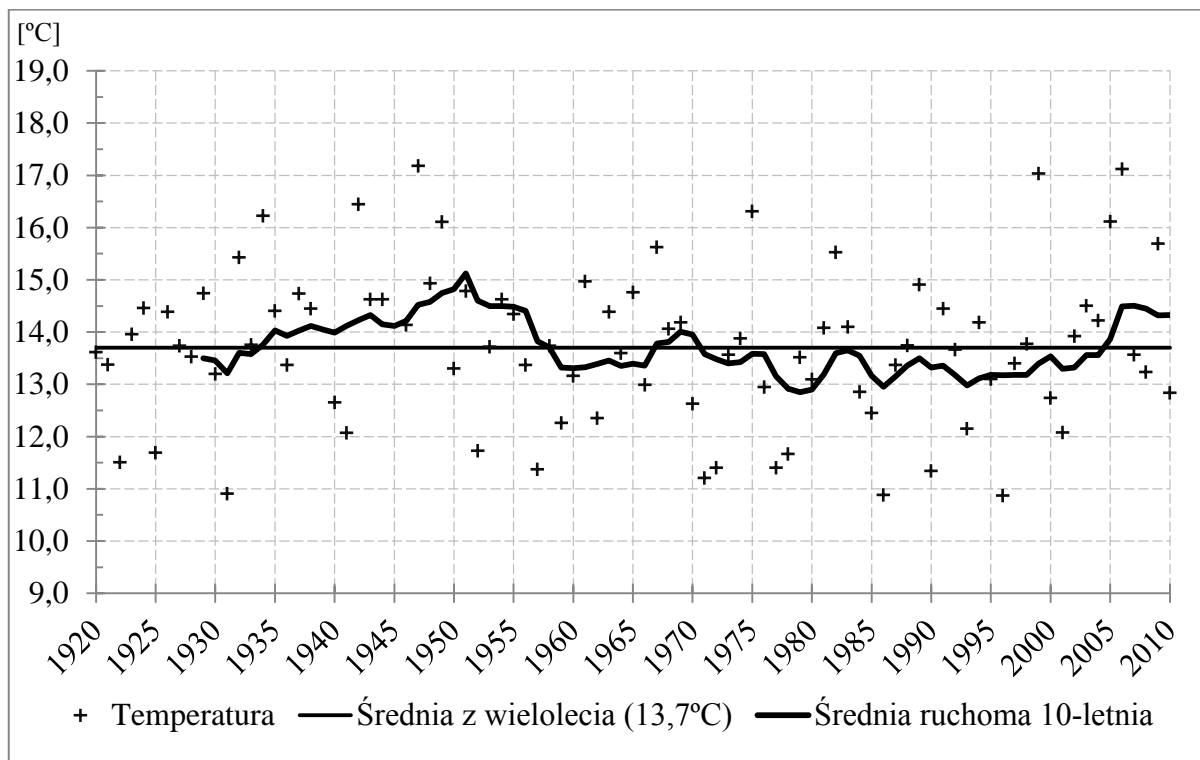
Rycina 45. Sierpień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



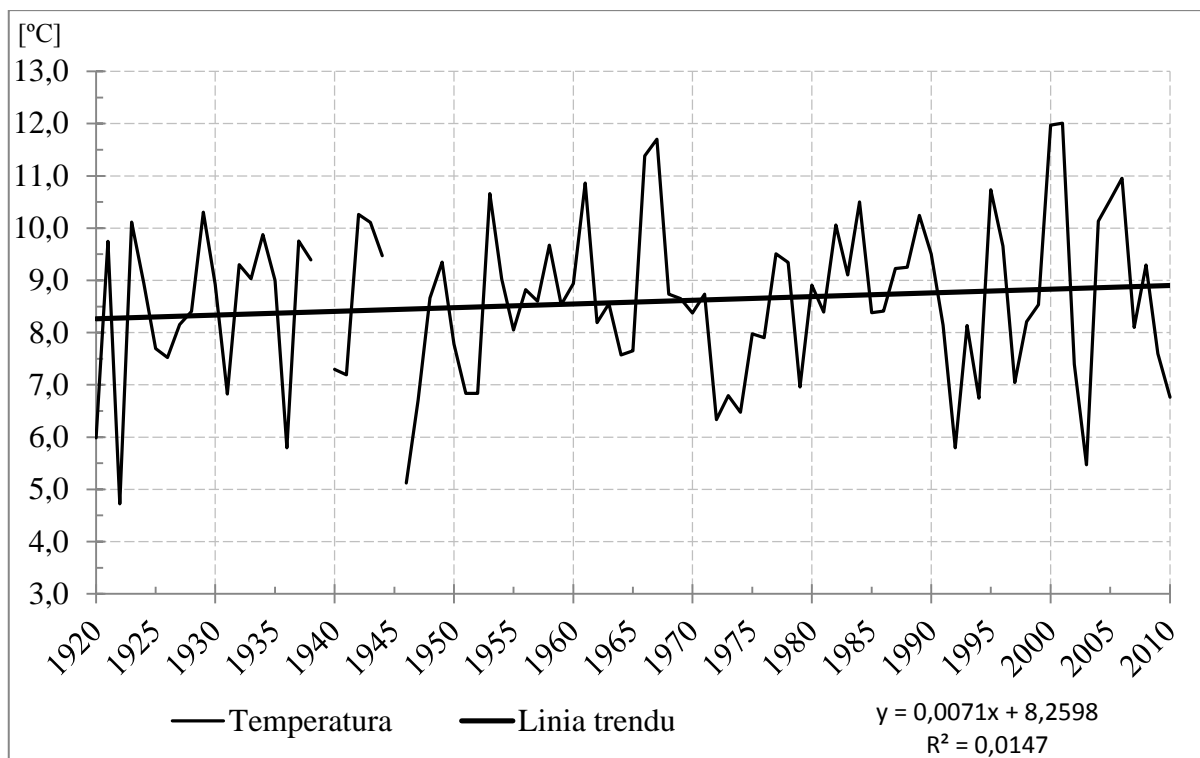
Rycina 46. Wrzesień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



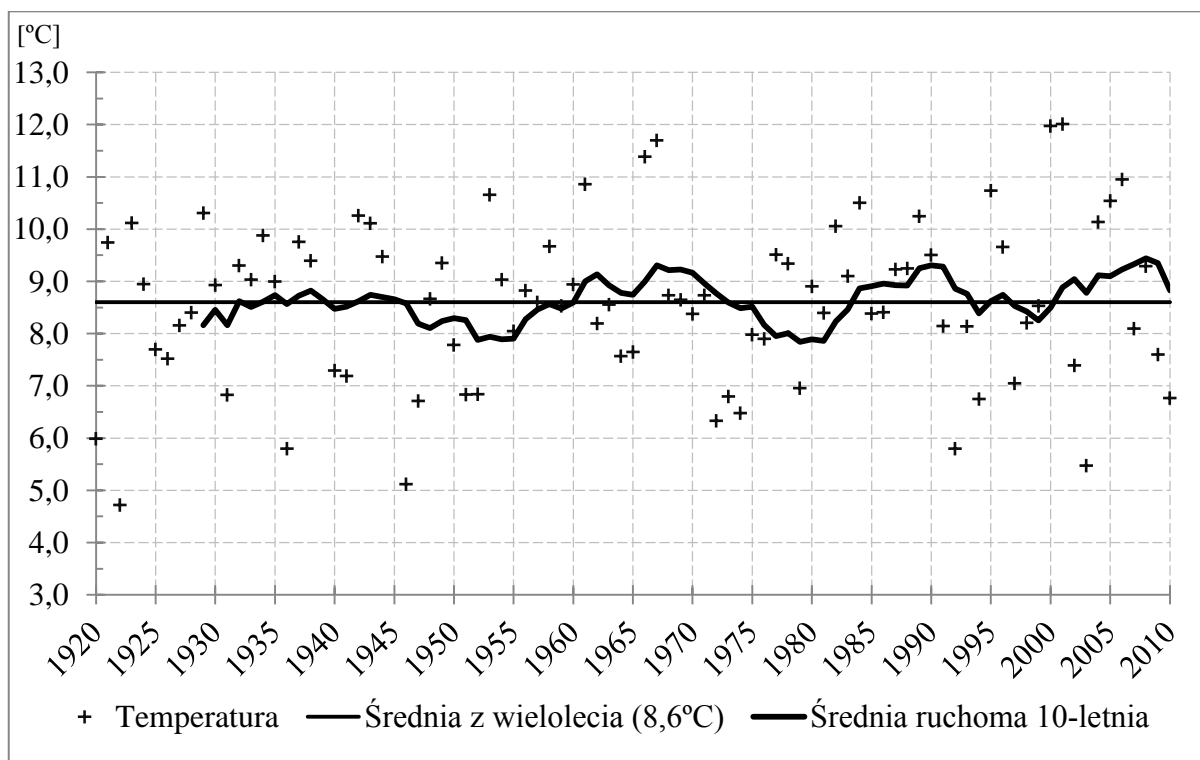
Rycina 47. Wrzesień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwentne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



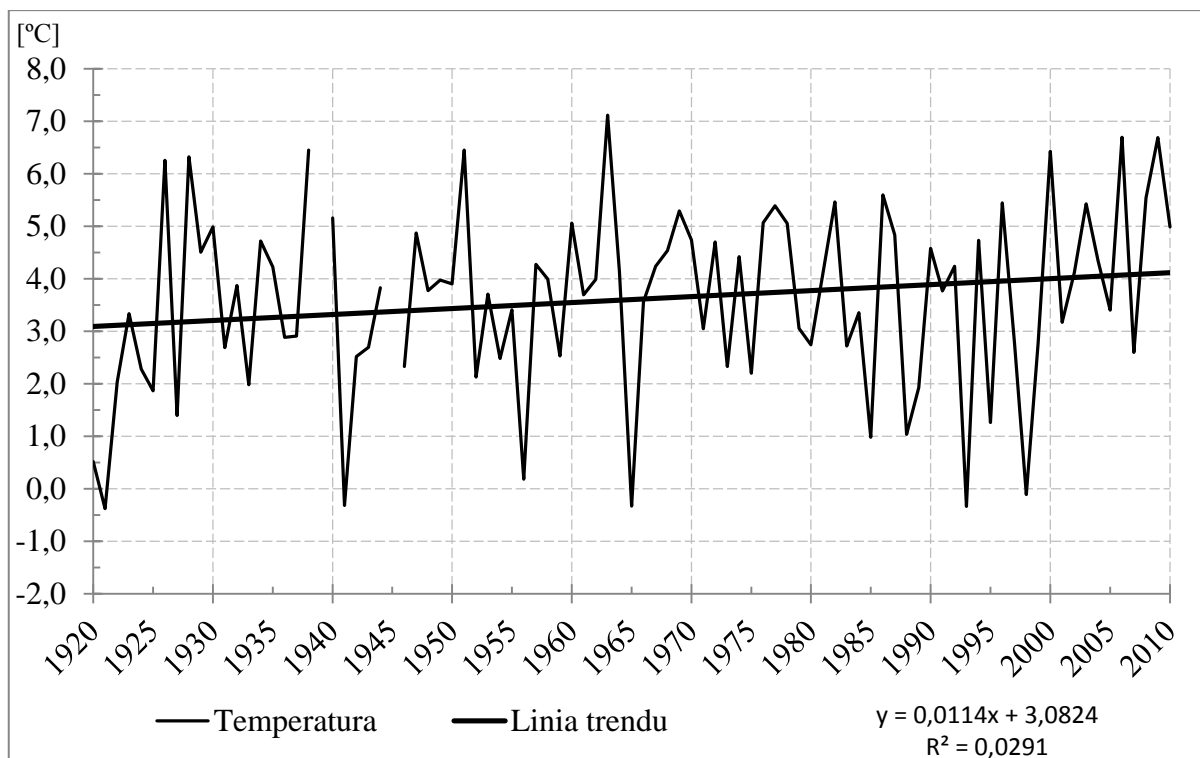
Rycina 48. Październik - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



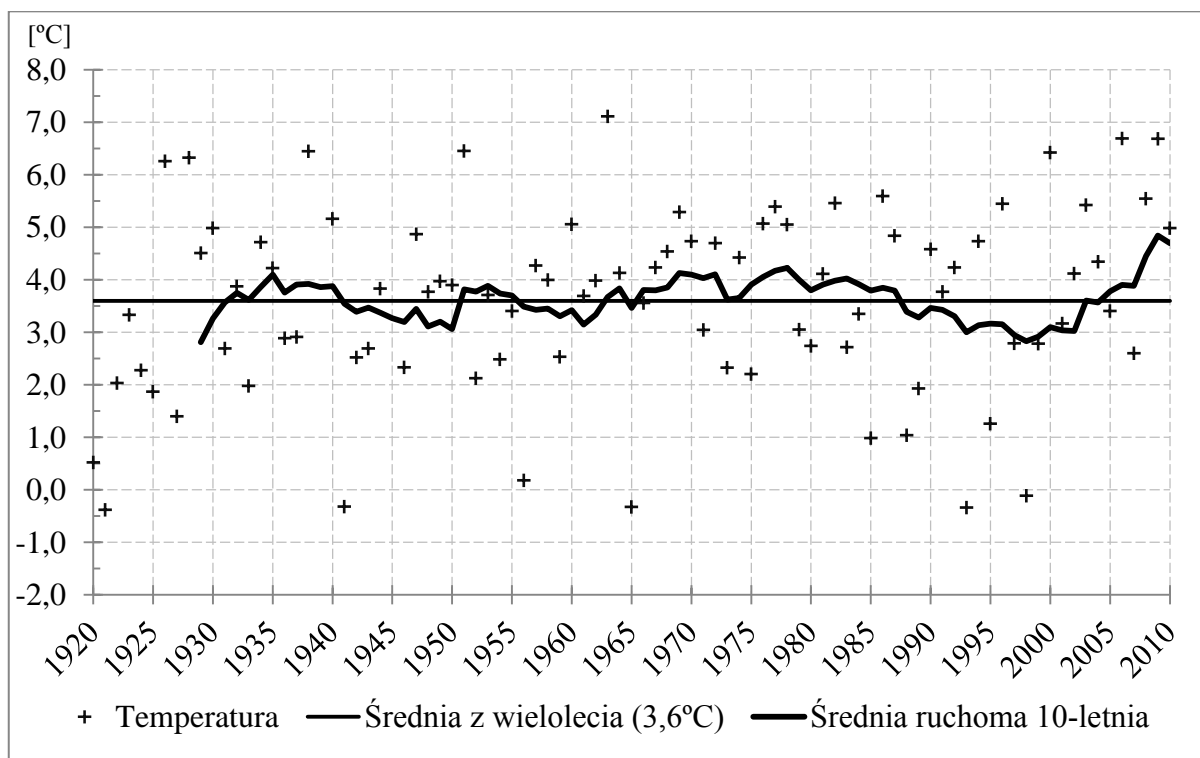
Rycina 49. Październik - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



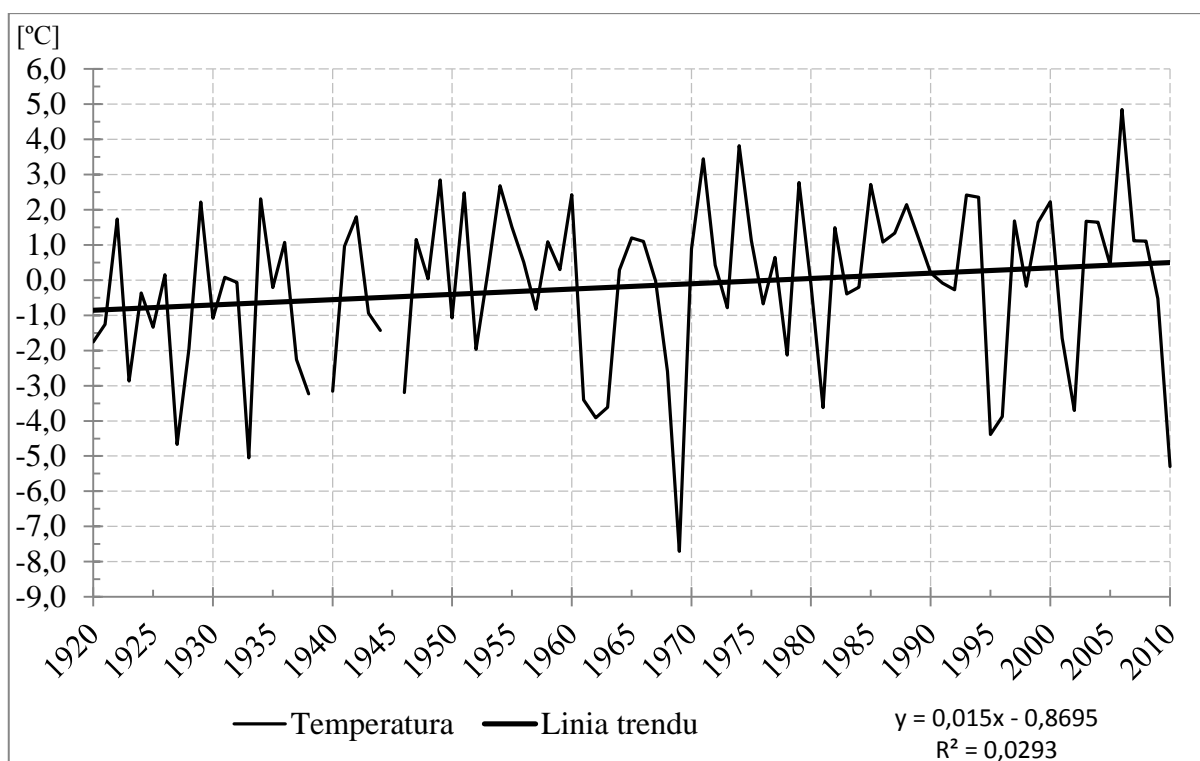
Rycina 50. Listopad - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



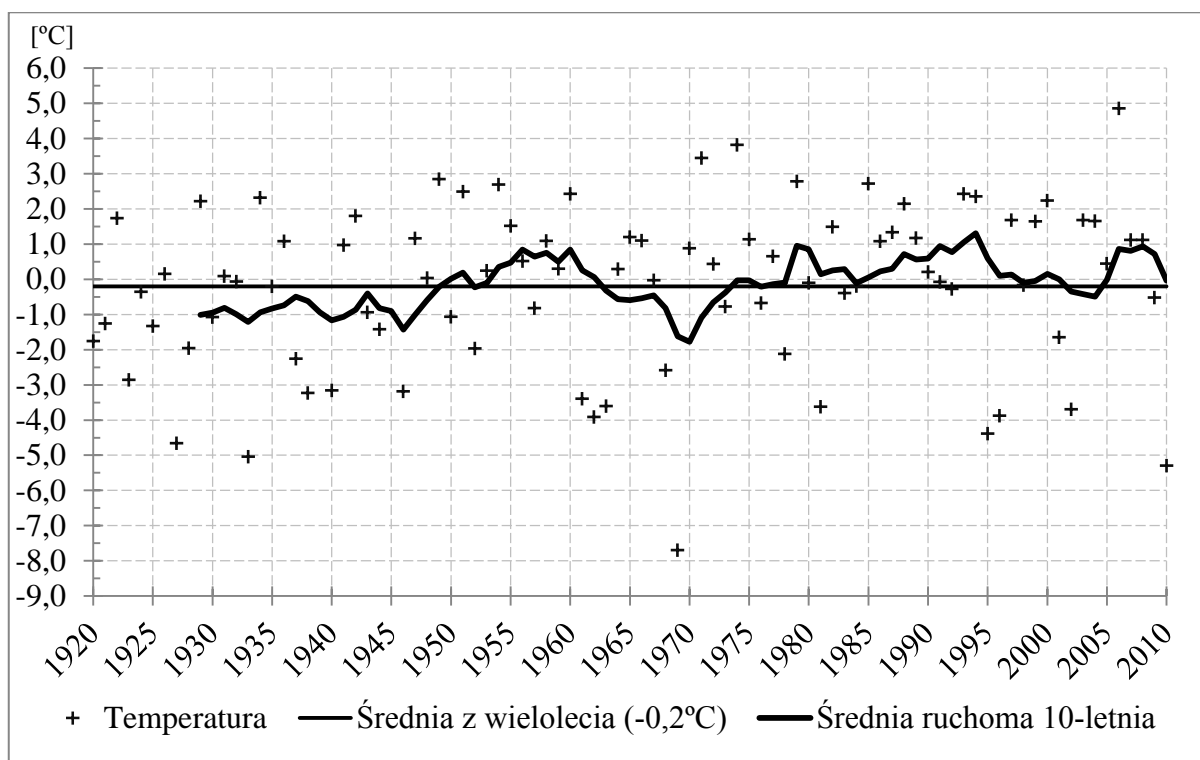
Rycina 51. Listopad - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne.



Rycina 52. Grudzień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.

Źródło: Opracowanie własne.



Rycina 53. Grudzień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.

Źródło: Opracowanie własne

3.4. Średnie dobowe

Zmienność temperatury w ciągu roku

Analizując przebieg temperatury w poszczególnych miesiącach (ryc. 29) zauważyć można, że charakteryzuje się on wyraźnym rozkładem rocznym. Najzimniejszym miesiącem w Poznaniu jest styczeń, którego średnia temperatura powietrza wynosi $-1,7^{\circ}\text{C}$. Od kolejnego miesiąca następuje stopniowy wzrost temperatury, aż do lipca. Lipiec jest najcieplejszym miesiącem w Poznaniu, a jego średnia temperatura wynosi $18,6^{\circ}\text{C}$. Kolejne miesiące występujące po lipcu cechują się średnią miesięczną temperaturą niższą od poprzedzających je miesięcy i wyższą niż miesiące następne. Stan ten trwa do kolejnego stycznia następnego roku w którym następuje zamknięcie cyklu i rozpoczęcie nowego.

Niemal taki sam obraz zmian temperatury w ciągu roku można zauważyć na rycinie 18. Przedstawia ona zmiany temperatury powietrza w ciągu roku, lecz w porównaniu do ryciny 29 stanowi wynik codziennych zmian, gdyż rycina została wykreślona na podstawie wartości średnich dobowych z 90-letniej serii pomiarowej. Takie uszczegółowienie pozwoliło dostrzec dodatkowe detale, których nie można było zauważyć analizując przebieg temperatury powietrza na podstawie średnich miesięcznych. Najniższe temperatury notowane są w styczniu. Aż 19 z 20 najchłodniejszych dni w roku to dni styczniowe. Statystycznie najchłodniejszym dniem w roku jest 25 stycznia. Średnia temperatura z wielolecia w tym dniu wynosi $2,3^{\circ}\text{C}$. Od tego dnia w Poznaniu następuje wzrost temperatury powietrza. Początkowo w lutym nie jest on wyraźny - temperatury wzrastają nieznacznie. Niemal we wszystkich dniach w lutym temperatura średnia dobowa jest ujemna. 27 lutego średnia dobowa osiąga $0,0^{\circ}\text{C}$ i następnego dnia (28 lutego – 59 dzień roku) rozpoczyna się okres przedwiośnia (ryc. 18). Temperatury z dnia na dzień rosną coraz mocniej (szczególnie w połowie marca) i w dniu 26 marca (85 dzień w roku) temperatura dobową osiąga $5,0^{\circ}\text{C}$. Następnego dnia wartości nieznacznie spadają, by ostatecznie 30 marca przekroczyć próg $5,0^{\circ}\text{C}$. W kwietniu temperatury dobowe wzrastają jeszcze gwałtowniej, a próg $10,0^{\circ}\text{C}$ zostaje przekroczony w 119 dniu roku (29 kwietnia). W dniu 26 maja zanotowano temperaturę dobową wynoszącą $15,0^{\circ}\text{C}$, lecz dwa dni później w przebiegu średnich dobowych z wielolecia następuje nieznaczne i tylko jednodniowe ochłodzenie do $14,9^{\circ}\text{C}$ (ryc. 18). 29 maja (149 dzień roku) średnie dobowe osiągają ponownie wartość $15,0^{\circ}\text{C}$. Termiczne lato wyznaczone na podstawie średnich dobowych rozpoczyna się w Poznaniu 30 maja, kiedy to temperatura średnia dobową ostatecznie przekracza próg $15,0^{\circ}\text{C}$ (zał. 3). W czerwcu przyrost temperatury jest mniejszy niż w miesiącach poprzednich. W przebiegu rocznym lato, a dokładnie lipiec i sierpień to okres

roku, w którym temperatury osiągają najwyższe wartości. W analizowanym dziewięćdziesięcioleciu najcieplejszym miesiącem był lipiec w którym średnia miesięczna temperatura powietrza wynosi 18,6°C (ryc. 29). Jednak to nie w tym miesiącu występują najcieplejsze dni w roku. Biorąc pod uwagę średnie wartości z poszczególnych dni z wielolecia, okazuje się, iż najwyższe temperatury średnie dobowe występują w sierpniu, a dokładnie w pierwszej dekadzie sierpnia. Dni 1 i 2 sierpnia (kolejno 213 i 214 dzień roku) wykazały się najwyższymi średnimi temperaturami dobowymi w Poznaniu. Temperatura powietrza osiągnęła w tych dniach średnio 19,4°C. Ponadto w sierpniu występują jeszcze dwa dni z temperaturą średnią dobową wynoszącą powyżej 19,0°C. Są to 3 i 8 dzień tego miesiąca, odpowiednio 215 i 220 dzień roku (ryc. 18). Średnia dobowa temperatura wymienionych dni w wieloleciu wyniosła 19,1°C. W lipcu wystąpił tylko jeden dzień ze średnią temperaturą powyżej 19,0°C. Jest nim 15 lipiec (196 dzień roku), a temperaturą w tym dniu wynosi średnio 19,1°C. Z końcem sierpnia rozpoczyna się okres charakteryzujący się spadkiem dobowych wartości temperatury powietrza. Ochłodzenie ma bardziej wyrównany charakter aniżeli okres wiosenny – wzrostowy, w którym występują większe wahania. Termiczne lato kończy się w 249 dniu roku, czyli 6 września. W tym miesiącu temperatury powietrza szybko spadają, i już w dniu 8 października przechodzą przez próg 10,0°C. Termiczna jesień trwa w Poznaniu do 8 listopada (312 dzień roku). Od tego dnia temperatury powietrza w Poznaniu są niższe od wartości 5,0°C. Grudzień jest miesiącem, w którym spadek temperatur powietrza jest mniejszy niż w poprzedzających go miesiącach. W pierwszej dekadzie występują temperatury dodatnie, lecz 13 grudnia (347 dzień w roku) średnie dobowe przekraczają próg 0,0°C kończąc okres jesieni i rozpoczynając termiczną zimę (zał. 3). W grudniu dobowe wartości temperatury oscylują w przedziale od -1,0 do 1,0 °C, przy czym dni z temperaturą ujemną jest więcej. Po okresie spadków następuje okres stabilności termicznej. Temperatura z biegiem dni spada coraz wolniej, aż ponownie osiągnie minimum roczne przypadające na 25 stycznia.

Przeprowadzona analiza stosunków termicznych panujących w roku „statystycznym” pozwala ustalić 4 swoiste okresy którymi charakteryzuje się przebieg temperatury w Poznaniu. Pierwszy przypada na miesiące w których następuje przyrost średnich dobowych wartości temperatury (marzec – czerwiec). Drugi to czas względnej stabilności, w czasie której wartości temperatury zmieniają się mniej gwałtownie. Należą do niej miesiące lipiec i sierpień. Temperatury w czasie tych dwóch miesięcy osiągają maksimum termiczne i utrzymują się w najwyższych zakresach do połowy sierpnia. Po okresie letnim następuje utrata ciepła trwająca do grudnia. W tym czasie kolejne występujące po sobie dni cechują się

niższymi temperaturami dobowymi od dni poprzedzających. Czwartym okresem jest okres stabilizacji zimowej. Jest on najzimniejszym okresem w roku w Poznaniu i obejmuje miesiące: grudzień, styczeń i luty, w których temperatury spadają poniżej 0,0°C.

Frekwencja wybranych klas temperatury

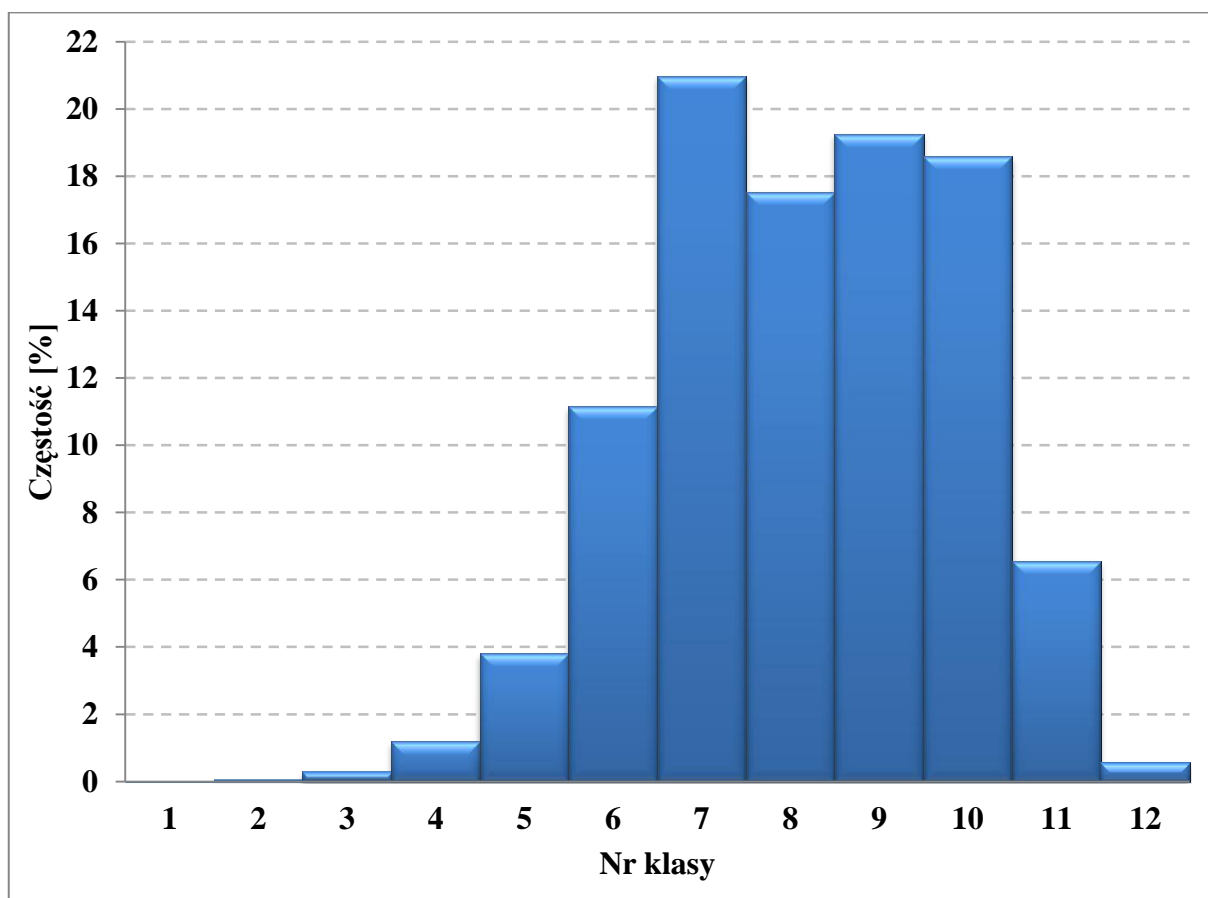
Najwyższą odnotowaną średnią dobową temperaturą powietrza w analizowanym wieloleciu w Poznaniu wartość 29,7°C. Taka wysoka temperatura wystąpiła 10 sierpnia 1992 roku. Najchłodniejszym dniem w Poznaniu był 2 luty 1929 roku. Średnia dobową temperaturę powietrza tego dnia spadła do wartości -26,4°C. W celu dokładniejszego przedstawienia charakterystyki stosunków termicznych występujących w Poznaniu zbadano frekwencję występowania określonej temperatury dobowej powietrza w latach 1920 – 2010. Wykonane badanie stanowi najpełniejszą charakterystykę termiczną stolicy wielkopolski ponieważ zawiera informacje o tym jaki zakres wartości temperatury występuje w Poznaniu najczęściej, a który pojawia się jedynie okazjonalnie. Temperatury dobowe występujące w Poznaniu sklasyfikowano na podstawie następujących przedziałów termicznych:

- nr 1 $-30,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -25,0^{\circ}\text{C}$
- nr 2 $-25,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -20,0^{\circ}\text{C}$
- nr 3 $-20,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -15,0^{\circ}\text{C}$
- nr 4 $-15,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -10,0^{\circ}\text{C}$
- nr 5 $-10,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -5,0^{\circ}\text{C}$
- nr 6 $-5,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 0,0^{\circ}\text{C}$
- nr 7 $0,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 5,0^{\circ}\text{C}$
- nr 8 $5,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 10,0^{\circ}\text{C}$
- nr 9 $10,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 15,0^{\circ}\text{C}$
- nr 10 $15,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 20,0^{\circ}\text{C}$
- nr 11 $20,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 25,0^{\circ}\text{C}$
- nr 12 $25,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 30,0^{\circ}\text{C}$

* T_d – *średnia dobową temperatura powietrza*

W badanym wieloleciu w Poznaniu najczęściej występowały dni z temperaturą dobową mieszczącą się w zakresie od 0,1 do 5,0°C (6862 dni, co stanowi 21%). Drugą pod względem frekwencji okazała się klasa 9 (ryc. 54). Temperatury średniodobowe powietrza o wartościach odpowiednich tej klasie notowane były w 19,3% wszystkich dni z okresu lat 1920 – 2010. Nieco niższą frekwencją odznaczała się klasa 10 (18,6%). Co ciekawe

temperatury z przedziału termicznego ($5,0^{\circ}\text{C}$; $10,0^{\circ}\text{C}$) należące do klasy 8, występowały rzadziej niż temperatury z klasy 9 i 10. Jest to zaskakujące, gdyż w klasie 8 zawiera się wartość średniej rocznej temperatury powietrza w Poznaniu, czyli $8,4^{\circ}\text{C}$. Liczba zanotowanych dni z temperaturą mieszczącą się w przedziale ($-5,0^{\circ}\text{C}$; $0,0^{\circ}\text{C}$) wyniosła 3649 (zał. 4), co stanowi niespełna 11,2%. Najniższą frekwencją charakteryzowały się dni należące do klas 1, 2, 3, i 12 (ryc. 54), a niewiele większą dni przynależne do klasy 4 (1,2%). Dni z temperaturą poniżej $-15,0^{\circ}\text{C}$ występują w stolicy wielkopolski niezwykle rzadko ($504 / 32\,697$ dni) (zał. 4). Przypadków w których średnia dobową temperatura powietrza w badanym wieloleciu osiągnęła wartość powyżej $25,0^{\circ}\text{C}$ również nie było wiele (188 dni). Łącznie odnotowano 693 dni z temperaturą średniodobową mieszczącą się w klasach 1,2,3,4 i 12, co stanowi 2,1%. W Poznaniu przeważają temperatury dodatnie nad ujemnymi. W badanym 90-leciu stosunek dni z temperaturą dodatnią do temperatury ujemnej wyniósł 83,5 : 16,5.



Rycina 54. Częstość klas średniej dobowej temperatury powietrza w Poznaniu (1920 - 2010).
Źródło: Opracowanie własne.

4. Podsumowanie

Wykonanie niniejszej kompleksowej charakterystyki termicznej Poznania było możliwe dzięki prowadzonym na terenie miasta od wielu lat systematycznym pomiarom meteorologicznym. Rozpoczęto je w 1848 roku w centrum miasta, lecz zagęszczenie zabudowy oraz rozrastanie miasta spowodowały konieczność przenoszenia stacji pomiarowej na tereny peryferyjne tak, aby ograniczyć wpływ czynników antropogenicznych na otrzymywane wartości temperatury powietrza. Do rozpoczęcia II Wojny Światowej w Poznaniu funkcjonowało 6 stacji meteorologicznych, które do 1939 roku zachowywały ciągłość pomiarów. Rok po zakończeniu działań militarnych rozpoczęto wykonywanie regularnych pomiarów temperatury w założonej przy lotnisku Ławica stacji meteorologicznej. Pomiary te prowadzone są w niej do dzisiaj, tym samym jest to najdłużej działająca na terenie stolicy wielkopolski stacja. Obecnie w Poznaniu działa ponad 10 punktów wykonujących codzienne pomiary temperatury. Fakt, iż należą one do różnych instytucji dowodzi, że coraz częściej znajomość warunków termicznych występujących w otoczeniu człowieka staje się dla jego funkcjonowania nie tylko przydatna, ale w niektórych dziedzinach życia niemal niezbędna. Ponadto umiejętne wykorzystanie poznanych prawidłowości występujących w przebiegu zarówno dobowym jak i rocznym może przynosić wymierne korzyści finansowe, dlatego badania nad tym elementem klimatu na pewno nie ustaną.

Przeprowadzona w niniejszym opracowaniu analiza obejmująca lata 1920 – 2010 wykazała, że średnie roczne temperatury powietrza w Poznaniu zawierały się w zakresie od 6,2°C do 10,2°C. Najchłodniejszym rokiem w analizowanym przedziale czasowym był 1940, natomiast najwyższą średnią roczną temperaturę powietrza zanotowano w roku 2008. Najcieplejszym miesiącem w Poznaniu jest lipiec o średniej miesięcznej wynoszącej 18,6°C. Styczeń, którego średnia temperatura w wieloleciu wyniosła -1,7°C okazał się najchłodniejszym miesiącem w Poznaniu, jednak w poszczególnych latach może nim być grudzień bądź luty. Podobna sytuacja dotyczy miesięcy ciepłych. Nie zawsze lipiec osiąga najwyższą średnią miesięczną w roku – w niektórych latach czerwiec lub sierpień cechują się wyższymi wartościami temperatury powietrza.

Średnia roczna temperatura z badanego wielolecia w Poznaniu wyniosła 8,4°C. W przebiegu wieloletnim wykazała tendencję wzrostową (1,23°C/100 lat), a trend jest istotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,001$. Obserwowane ocieplenie - wzrost temperatury powietrza - jest szczególnie zauważalne w ostatnich dwudziestu latach i dotyczy ono

zarówno przebiegu wartości średnich rocznych, jak i średnich sezonowych. Porą roku cechującą się największym wzrostem w badanym 90-leciu jest zima, której tendencja wpłynęła istotnie na stwierdzone w niniejszej pracy ocieplenie klimatu Poznania. Najmniejszy wzrost zaobserwowano w sezonie jesiennym. Tendencja do wzrostu temperatur widoczna jest również w przebiegu miesięcznym. Największy przyrost średnich temperatur wystąpił w lutym, nieco mniejszym trendem dodatnim odznaczyły się miesiące kwiecień, marzec i styczeń. Niskim przyrostem charakteryzował się lipiec, natomiast jedynym miesiącem w badanym wieloleciu, którego średnia temperatura wykazała nieznaczną tendencję spadkową był wrzesień.

Cechą charakterystyczną stosunków termicznych w Poznaniu jest ich duża zmienność. Największe fluktuacje w przebiegu temperatur średnich wystąpiły w marcu. Najwyższe amplitudy zaobserwowano w miesiącach zimowych, przede wszystkim w lutym i styczniu. Odchylenia standardowe średnich miesięcznych wartości temperatur powietrza wskazują również na znaczną niestabilność temperatur w grudniu i kwietniu. Wyrównanymi przebiegami cechował się za to sierpień i miesiące jesienne. Zmiany i wahania temperatury powietrza w poszczególnych miesiącach skutkują również zmianami w przebiegu średniej rocznej temperatury powietrza. Wpływ poszczególnych miesięcy na osiąganą średnią roczną temperaturę jest tym większy, im większe są trendy i zmienności termiczne danego miesiąca.

Z wykonanego w niniejszej pracy badania wynika, że w Poznaniu na osiąmane wartości średnie roczne największy wpływ mają stosunki termiczne występujące w miesiącach zimowych i wiosennych. Szczególne znaczenie mają styczeń, luty oraz marzec i kwiecień, których dni mogą się cechować zarówno dodatnimi temperaturami jak również ujemnymi i bardzo mroźnymi. Od zmienności w przebiegu temperatury powietrza w tych miesiącach wysoce uwarunkowana jest średnia temperatura każdego roku, co potwierdzają wartości współczynnika korelacji, oraz analiza przebiegu temperatur dobowych występująca w latach ekstremalnych pod względem termicznym. Obserwowany w badanym wieloleciu wzrost temperatur w wymienionych miesiącach wpłynął również na systematyczny wzrost wartości średniej rocznej temperatury powietrza w Poznaniu i występowanie częstych anomalii dodatnich.

Omówione zależności wpływały na zmianę stosunków klimatycznych w Poznaniu na przestrzeni lat. Analiza statystyczna podstawowych charakterystyk termicznych pozwoliła na wyróżnienie 4 okresów, które dzięki przyjętym kryteriom mają jasno sprecyzowane cechy wyróżniające je od pozostałych i odzwierciedlające ich swoisty

charakter. W początkowych latach analizowanego wielolecia, w pierwszym wyróżnionym okresie częstotliwość występowania anomalii ujemnych była wyższa aniżeli anomalii dodatnich, co pozwoliło na wyróżnienie pierwszego bardzo chłodnego okresu. W 1943 roku rozpoczął się dziesięcioletni okres ciepły z przewagą anomalii dodatnich, po którym nastąpił znacznie dłuższy, bo trwający do 1987 roku, czyli 33 lata, okres chłodny. Charakteryzował się występowaniem pojedynczych anomalii dodatnich, które rozdzielały występujące grupowo lata chłodne. Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku stosunki termiczne w Poznaniu odwróciły się diametralnie. Niemal we wszystkich miesiącach temperatury powietrza rosły. To wpłynęło na stopniowy wzrost wartości średnich rocznych i wystąpienie dodatnich anomalii termicznych wyróżniających od 1988 roku czwarty okres termiczny (bardzo ciepły).

W analizowanym 90-leciu, najwyższą średnią dobową temperaturą zanotowaną w Poznaniu była wartość $29,7^{\circ}\text{C}$, a najniższą $-26,4^{\circ}\text{C}$. Takie skrajne wartości występują niezwykle rzadko. Przeważnie w ciągu roku temperatury w Poznaniu wahają się od $-5,0^{\circ}\text{C}$ do $20,0^{\circ}\text{C}$ (87,5% wszystkich dni w analizowanym wieloleciu), natomiast najczęściej pojawiają się w zakresie od $0,0^{\circ}\text{C}$ do $5,0^{\circ}\text{C}$ (blisko 21%).

Najdłuższą termiczną porą roku występującą w Poznaniu jest lato, najkrótszą natomiast przedwiośnie. Jak ustalono w toku badań, termiczne pory roku wyznaczone metodą Gumińskiego nieznacznie różnią się od tych wyznaczonych na podstawie przebiegu rocznego średniej temperatury dobowej. Różnice występują w datach ich początku i końca, a tym samym różne są także czasy ich trwania. Sezony klimatyczne wyznaczone poprzez bezpośredni odczyt z krzywej rocznego przebiegu temperatury powietrza zazwyczaj rozpoczynają się później od tych wyznaczonych na podstawie średnich miesięcznych temperatur powietrza i metody zaproponowanej przez Gumińskiego (1948). Termiczna wiosna jest bardzo podobna do termicznej jesieni pod względem czasu trwania i średnich temperatur osiąganych w tych sezonach. Podobny wniosek można wysnuć porównując meteorologiczną wiosnę do meteorologicznej jesieni. Jednak w tym przypadku podobieństwo zapoczątkowało się w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku poprzez wyraźne ocieplenie wiosny, które spowodowało wyrównanie wartości temperatury występujących w tych sezonach. Wcześniej, to meteorologiczna jesień cechowała się wyższymi wartościami temperatury. Zmiana stosunku temperatur wiosny do jesieni świadczyć może o postępujących zmianach klimatu Poznania i wzroście stopnia kontynentalizmu.

Uzyskane i przedstawione wyniki badań w niniejszej pracy stanowią obszerną charakterystykę właściwości temperatury powietrza występującej w Poznaniu w latach 1920 - 2010. Wnioski płynące z analiz mogą stanowić niezwykle istotne wiadomości nie tylko dla klimatologów, ale również dla mieszkańców Poznania i okolic. Najważniejsze dziedziny życia społecznego, kulturalnego, turystycznego i gospodarczego w coraz większym stopniu bazują na informacjach klimatycznych, dlatego zbadanie termiki tego zaliczanego do najważniejszych Polskich i Europejskich miast uznać można nie tylko za zasadne, ale wręcz niezbędne.

Literatura

1. Bartkowski T., 1970. Wielkopolska i Środkowe Nadodrze. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 383 .
2. Bednorz E., 2003. Wstępne porównanie średniej dobowej temperatury powietrza dwóch stacji meteorologicznych w rejonie Poznania. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, T. LIV, Poznań, s. 21-25.
3. Borowiak K., Jankowiak – Krysiak D., Zbierska J., 2010. Jakość powietrza w Poznaniu w latach 2000–2009. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań, ss. 85.
4. Buchert L., 1992. Masy powietrza i układy baryczne w rejonie Poznania w latach 1981-1990. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, T. XLIV, Poznań, s. 19-31.
5. Codzienny Biuletyn Meteorologiczny, IMGW (1.01.1981 – 31.12.2000).
6. Farat R., 1996. Klimat Poznania. [W:] Kurek L. (red.), Środowisko naturalne miasta Poznania, Urząd Miejski w Poznaniu, Poznań, s. 69-78.
7. Farat R., 2004. Atlas klimatu Województwa Wielkopolskiego. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu, Poznań, ss. 140.
8. Girguś R., 1969. Z dziejów Państwowego Instytutu Meteorologicznego. *Gazeta Obserwatora Państwowego Instytutu Hydrologiczno - Meteorologicznego*, nr 4.
9. Greń J., 1982. Statystyka matematyczna: modele i zadania. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, ss. 363.
10. Gumiński R., 1948. Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny*, t. I, z. 1, Warszawa, s.7-20.
11. Hess M., 1967. O stosunkach termicznych Krakowa (1780-1963). *Przegląd Geofizyczny*, R. XII (XX), z. 3-4, s. 311-330.
12. Jędryś K., Leśny J., 2007. Analiza zmienności temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1973-2003. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, t. 7, z. 2a (20), s. 137-145.
13. Kaniecki A., 2004. Poznań: dzieje miasta wodą pisane. Wydawnictwo PTPN, Poznań, ss.716.
14. Koczorowska Z., 1980. Miesiące i lata ze średnią normalną temperaturą powietrza i opadów atmosferycznych w Poznaniu. *Przegląd Geofizyczny*, t. 25 (33), z. 2, Warszawa.
15. Kolendowicz L., 2007. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na występowanie dni z burzą w Poznaniu w latach 1951-2000. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A - Geografia Fizyczna*, T. 58, Poznań, s. 79-87.

16. Kondracki J., 1998. Geografia Regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 440 .
17. Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M., 2000. Meteorologia i klimatologia, pomiary, obserwacje, opracowania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Łódź, ss. 258.
18. Kotońska B., Tamulewicz J., 1990. Stosunki termiczne i opadowe na Nizinie Wielkopolskiej w latach 1951 – 1985. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, T. XLI, Poznań, s. 43-62.
19. Kowalski K., 1992a. Cykliczne wahania opadów atmosferycznych i temperatur w Poznaniu. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, T. XLIV, Poznań, s. 83-86 .
20. Kowalski K., 1992b. Tendencje sekularnych zmian klimatu Poznania. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, T. XLIV, Poznań, s. 115-130.
21. Kozłowska-Szczęśna T., 1991. Wyniki badań bioklimatu Polski, cz. I. Dok. Geogr. IGiPZ PAN, 3
22. Kozuchowski K., Wibig J., Degirmendzić J., 2005. Meteorologia i klimatologia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 322.
23. Lotko-Łozińska A., 1991. Próba określenia kierunku zmian temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1951-1985. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A - Geografia Fizyczna*, T. XLII, Poznań, s. 183-190.
24. Łukasiewicz Sz., Temperatura i wilgotność powietrza w Ogrodzie Botanicznym UAM na tle wyników pomiarów stacji meteorologicznej Poznań Ławica. *Badania Fizjograficzne nad Polską zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, T. LVI, Poznań, s. 85-92
25. Merecki R., 1915, Klimatologia ziem Polskich, Warszawa, ss. 313
26. Okołowicz W., Martyn D., 1979. Regiony klimatyczne Polski [W:] Atlas Geograficzny, Warszawa.
27. Miler A.T., Miler M., 2005. Trends and periodicities of temperature and percipitation changes for Poznan between years 1848-2000. *Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej, Inżynieria Środowiska*, Nr 22, s. 945-956
28. Paszyński J., Krawczyk B., 1970. Climatic regions of Poland. *Indojaras*, 74, s. 124-128
29. Plenzler W., 1966. Stacja meteorologiczna w Poznaniu. *Gazeta Obserwatora Państwowego Instytutu Hydrologiczno – Meteorologicznego*, nr 4, s. 12-13.

30. Romer E., 1949a. Okresy gospodarcze w Polsce. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, seria B, 20, Wrocław, ss. 131.
31. Romer E., 1949b. Regiony klimatyczne Polski. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, Wrocław, ss. 26.
32. Smosarski W., 1923. Temperatura i opady w Wielkopolsce podług obserwacji wieloletnich. *Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych*, T9, Poznań, ss. 25
33. Smosarski W., 1925. Temperatura i opady w Wielkopolsce. Prace Komisji Matematyczno – Przyrodniczej Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Poznaniu, Seria A, Poznań, ss. 102.
34. Smosarski W., 1938. Długotrwałe wahania klimatyczne w Poznaniu. *Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych*, T 44, 2/3, s. 323 – 330.
35. Szczerbacki M., 1967, Klimat miasta Poznania [W:] Zagadnienia klimatu i warunków higienicznych na obszarze Poznania i strefy podmiejskiej, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Komisja Rozpowszechniania Nauki. z. 3
36. Szyga-Pluta K., 2010. Zachmurzenie w Moskwie i w Poznaniu [W:] Kolendowicz L. (red.), Klimat Polski na tle klimatu Europy. Warunki cyrkulacyjne i radiacyjne. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 157-170.
37. Tamulewicz J., Woś A., 1994. Zmiany cech stosunków termicznych powietrza w Poznaniu w przekroju wieloletnim (1848-1990). *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, T. XLV, Poznań, s. 93-103.
38. Tamulewicz J., 1997. Pogoda i klimat Ziemi, Wielka Encyklopedia Geografii Świata. T. V, Wydawnictwo Kurpisz, Poznań, ss. 360.
39. Tamulewicz J., 1998, Stosunki termiczne Poznania w świetle międzydobowych zmian temperatury powietrza. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A - Geografia Fizyczna*, T. XLIX, Poznań, s. 195-203
40. Woś A., 1992. Temperatura powietrza poszczególnych pór roku w Poznaniu w przekroju wieloletnim. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A – Geografia Fizyczna*, Tom XLIV, Poznań, s. 177-183.
41. Woś A., 1994. Klimat Niziny Wielkopolskiej. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, ss. 192.
42. Woś A., 2006. Meteorologia dla geografów. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, ss. 362.
43. Woś A., 2010a. Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, ss. 489.

44. Woś A., 2010b. Outline of the problem of research into climate change on the basis of the results of ground-based meteorological observations in Poznań, Poland. *Quaestiones Geographicae*, 29/1, s. 85- 90.
45. Wyszkowski A., 2008. Przewodnik do ćwiczeń terenowych z meteorologii i klimatologii. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, ss. 228.

Źródła internetowe

1. GUS, 2011. Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2011 r.. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, ss. 198.
http://stat.gov.pl/gus/5840_908_PLK_HTML.htm [2011-08-20]
2. Strefowe czynniki klimatotwórcze.
www.imgw.pl/wl/internet/zz/klimat/0401_strefowe.html [2012-05-01]
3. Strona internetowa firmy Trax elektronik.
www.traxelektronik.pl/www/index.php?c=1 [2011-12-07]
4. Strona internetowa stacji pomiarowej Uniwersytetu Przyrodniczego.
www.au.poznan.pl/wogr/hobo/index.html [2012-02-18]
5. Wikipedia - Wolna encyklopedia
pl.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3%C5%82czynnik_korelacji_Pearsona [2012-05-27]

Spis tabel

Tabela 1.	Częstość występowania mas powietrza w poszczególnych porach roku w Poznaniu. Wartości średnie za lata 1981-1990 w procentach.....	18
Tabela 2.	Liczba dni z frontami atmosferycznymi w poszczególnych porach roku w Poznaniu. Wartości średnie za lata 1981-1990.	19
Tabela 3.	Średnie miesięczne wartości ciśnienia powietrza atmosferycznego w Poznaniu w latach 1951-1990 w hPa.	19
Tabela 4.	Prędkość wiatru w Poznaniu. Wartości średnie miesięczne za lata 1951-1980 w $m*s^{-1}$	20
Tabela 5.	Średnia prędkość wiatru ($m*s^{-1}$) z określonego kierunku. Poznań, 1961 - 1990.	20
Tabela 6.	Średnie miesięczne sumy godzin usłonecznienia rzeczywistego w Poznaniu w latach 1961-1990.....	22
Tabela 7.	Średnie miesięczne i sezonowe wartości zachmurzenia ogólnego nieba w procentach (%). Poznań, 1961-2000 r.....	22
Tabela 8.	Liczba dni z mgłą. Wartości średnie miesięczne i sezonowe w Poznaniu za lata 1956-1970.	23
Tabela 9.	Średnie miesięczne i sezonowe sumy opadów atmosferycznych (mm) w latach 1951-2000 w Poznaniu.	23
Tabela 10.	Liczba dni z opadem w Poznaniu. Wartości średnie miesięczne i sezonowe w latach 1951-2000.....	24
Tabela 11.	Liczba dni z burzą w Poznaniu. Wartości średnie miesięczne i sezonowe w latach 1951-2000.....	24
Tabela 12.	Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną oraz daty początku i zaniku pokrywy śnieżnej w Poznaniu w latach 1951-1990.....	25
Tabela 13.	Średnia wilgotność względna powietrza w Poznaniu. Dane z lat 1951-1990 w procentach (%).	25
Tabela 14.	Średnie miesięczne, sezonowe i roczne wartości temperatury powietrza w wyznaczonych dziesięcioleciach oraz średnie miesięczne, sezonowe i roczna za lata 1920 - 2010 w Poznaniu.	43
Tabela 15.	Średnie daty początku i końca, oraz czas trwania i średnia temperatura powietrza w poszczególnych termicznych porach roku w Poznaniu w latach 1920 – 2010.....	63
Tabela 16.	Charakterystyki statystyczne temperatury w Poznaniu w latach 1920 – 2010.....	64

Spis rycin

Rycina 1. Położenie Poznania na tle granic administracyjnych Polski i województwa wielkopolskiego.	14
Rycina 2. Plan miasta Poznań.	15
Rycina 3. Rozkład kierunków wiatru w Poznaniu w latach 1961 – 1990.....	21
Rycina 4. Kamienica przy dzisiejszej ulicy Zielonej nr 2.....	26
Rycina 5. Zachodnia ściana budynku Collegium Minus, przy której funkcjonowała stacja meteorologiczna w okresie 1.01.1911r. – 31.07.1935r.....	27
Rycina 6. Klatka meteorologiczna typu angielskiego. Poznań – Dziegielowa.	28
Rycina 7. Ogródek meteorologiczny na Lotniskowej Stacji Meteorologicznej Poznań-Ławica.....	30
Rycina 8. Miejsca wykonywania pomiaru temperatury w Poznaniu przed II Wojną Światową.....	32
Rycina 9. Miejsca wykonujące pomiary temperatury powietrza w Poznaniu w 2011 roku.	32
Rycina 10. Stacja WIOŚ „Poznań 2 - Ogród Botaniczny”.	33
Rycina 11. Automatyczna stacja pomiarowa należąca do firmy TRAX elektronik zlokalizowana przy ul. Dąbrowskiego w Poznaniu.	35
Rycina 12. Tablica wskazująca aktualną temperaturę powietrza na przystanku tramwajowym „Słowiańska” na trasie PST, kierunek os. Sobieskiego.	37
Rycina 13. Miejsca w których wykonywano pomiary temperatury w Poznaniu w latach 1848 - 1950.	38
Rycina 14. Przebieg temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1920 – 2010.	41
Rycina 15. Wieloletni przebieg temperatury powietrza w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	42
Rycina 16. Klasy temperatury wyznaczone na podstawie standardowego odchylenia (δ) temperatury powietrza od średniej w okresie 1920 – 2010 w Poznaniu.....	45
Rycina 17. Średnie roczne odchylenia standardowe temperatury powietrza [°C] na tle średnich rocznych wartości temperatury powietrza [°C] w Poznaniu w latach 1920-2010.	48
Rycina 18. Przebieg średnich dobowych wartości temperatur powietrza w Poznaniu w roku najchłodniejszym - 1940 i najcieplejszym – 2008 na tle średnich dobowych wieloletnich.	51

Rycina 19. Przebieg temperatury powietrza zimy w Poznaniu w latach 1920 – 2010.	53
Rycina 20. Przebieg temperatury powietrza zimy w Poznaniu w latach 1920 – 2010.	55
Rycina 21. Wieloletni przebieg temperatur powietrza zimy w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.	55
Rycina 22. Przebieg temperatury powietrza wiosny w Poznaniu w latach 1920 – 2010.....	57
Rycina 23. Wieloletni przebieg temperatur powietrza wiosny w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.	57
Rycina 24. Różnice w przebiegu temperatury powietrza jesieni i wiosny w Poznaniu.	58
Rycina 25. Przebieg temperatury powietrza lata w Poznaniu w latach 1920 – 2010.	59
Rycina 26. Wieloletni przebieg temperatur powietrza lata w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.	59
Rycina 27. Przebieg temperatury powietrza jesieni w Poznaniu w latach 1920 – 2010.....	61
Rycina 28. Wieloletni przebieg temperatur powietrza jesieni w Poznaniu wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.	61
Rycina 29. Przebieg roczny średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w Poznaniu z lat 1920 – 2010.	66
Rycina 30. Styczeń - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.....	71
Rycina 31. Styczeń - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	71
Rycina 32. Luty - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.....	72
Rycina 33. Luty - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	72
Rycina 34. Marzec - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.....	73
Rycina 35. Marzec - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	73
Rycina 36. Kwiecień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	74
Rycina 37. Kwiecień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	74
Rycina 38. Maj - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.....	75

Rycina 39. Maj - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	75
Rycina 40. Czerwiec - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	76
Rycina 41. Czerwiec - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	76
Rycina 42. Lipiec - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	77
Rycina 43. Lipiec - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	77
Rycina 44. Sierpień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	78
Rycina 45. Sierpień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	78
Rycina 46. Wrzesień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	79
Rycina 47. Wrzesień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	79
Rycina 48. Październik - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	80
Rycina 49. Październik - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	80
Rycina 50. Listopad - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	81
Rycina 51. Listopad - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	81
Rycina 52. Grudzień - przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu w latach 1920 - 2010.	82
Rycina 53. Grudzień - wieloletni przebieg średnich miesięcznych temperatur powietrza w Poznaniu, wygładzony przez średnie konsekwtywne 10-letnie.....	82
Rycina 54. Częstość klas średniej dobowej temperatury powietrza w Poznaniu (1920 - 2010).....	86

Spis załączników

Załącznik 1. Średnie miesięczne, sezonowe i roczne temperatury powietrza w Poznaniu obliczone na podstawie średnich dobowych wartości temperatury powietrza z okresu 1920 – 2010 w °C.	100
Załącznik 2. Współczynniki linii trendu charakteryzujących zmianę średniej rocznej, sezonowej, miesięcznej temperatury powietrza oraz wyników testowania istotności statystycznej współczynnika regresji w okresie 1920 – 2010 w Poznaniu.	104
Załącznik 3. Średnie daty początku i końca, oraz czas trwania i średnia temperatura powietrza w poszczególnych termicznych porach roku ustalonych poprzez bezpośredni odczyt z krzywej wyznaczonej na podstawie rocznego przebiegu średniej dobowej temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1920 – 2010 na tle odpowiednich wartości wyznaczonych metodą Gumińskiego (wartości podane w nawiasach).	105
Załącznik 4. Częstość klas średniej dobowej temperatury powietrza (°C) w Poznaniu w latach 1920 – 2010.	105

Załączniki

Załącznik 1. Średnie miesięczne, sezonowe i roczne temperatury powietrza w Poznaniu obliczone na podstawie średnich dobowych wartości temperatury powietrza z okresu 1920 – 2010 w °C.

Rok	Średnia roczna	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI	Zima I,II,XII	Zima XII-II	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1920	9,0	11,3	17,6	6,7	0,3		0,6	2,2	6,5	12,2	15,2	15,4	20,3	17,1	13,6	6,0	0,5	-1,8
1921	9,2	10,1	18,1	7,6	0,7	0,5	3,3	0,0	6,0	8,7	15,5	15,4	19,9	18,9	13,4	9,7	-0,4	-1,3
1922	7,3	8,1	16,9	6,1	-2,1	-3,1	-5,2	-3,0	3,3	6,9	14,0	16,9	17,4	16,4	11,5	4,7	2,0	1,7
1923	7,8	7,6	15,6	9,1	-1,3	0,3	0,7	-1,7	3,7	6,2	12,9	12,2	18,5	16,0	14,0	10,1	3,3	-2,9
1924	7,3	6,6	17,0	8,6	-3,2	-4,1	-5,0	-4,4	0,6	5,2	13,9	16,4	17,5	17,0	14,5	8,9	2,3	-0,4
1925	8,4	8,0	17,3	7,1	1,1	1,4	1,5	3,2	1,0	7,7	15,3	15,1	19,1	17,5	11,7	7,7	1,9	-1,3
1926	8,7	8,4	17,0	9,4	0,0	-0,5	-1,6	1,7	3,1	10,0	12,1	15,5	19,0	16,4	14,4	7,5	6,3	0,2
1927	7,7	7,5	17,0	7,8	-1,6	0,0	0,6	-0,7	5,8	6,7	10,0	14,8	18,7	17,4	13,7	8,2	1,4	-4,7
1928	8,0	6,6	16,3	9,4	-0,5	-1,4	-0,4	1,0	1,1	7,7	11,1	13,9	18,5	16,4	13,5	8,4	6,3	-2,0
1929	6,8	6,0	16,9	9,9	-5,6	-7,1	-6,4	-13,4	0,5	3,2	14,3	14,5	17,9	18,2	14,7	10,3	4,5	2,2
1930	8,8	8,4	17,7	9,0	-0,3	0,9	0,6	-0,3	3,1	9,2	13,0	19,0	17,6	16,4	13,2	8,9	5,0	-1,1
1931	7,4	6,9	16,9	6,8	-1,3	-1,7	-1,2	-2,8	-1,1	4,9	16,8	16,1	18,3	16,2	10,9	6,8	2,7	0,1
1932	8,4	7,0	18,2	9,5	-1,2	-1,1	-0,2	-3,6	-1,2	7,8	14,5	14,9	20,4	19,3	15,4	9,3	3,9	-0,1
1933	7,3	7,5	17,4	8,3	-4,3	-2,6	-6,1	-1,4	4,0	5,8	12,5	15,5	19,6	17,1	13,8	9,0	2,0	-5,0
1934	10,1	10,3	18,4	10,3	1,1	-1,5	-0,1	1,1	4,8	10,9	15,2	17,7	19,5	17,9	16,2	9,9	4,7	2,3
1935	8,4	6,9	18,3	9,2	-0,9	-0,1	-3,0	0,5	1,6	8,1	10,9	19,0	17,9	18,1	14,4	9,0	4,2	-0,2
1936	8,5	8,4	17,9	7,3	0,3	-0,1	1,9	-2,2	4,2	6,7	14,3	17,4	19,8	16,5	13,4	5,8	2,9	1,1
1937	8,7	9,4	18,4	9,1	-2,5	-1,4	-5,2	0,1	2,7	8,3	17,2	18,4	18,3	18,7	14,7	9,8	2,9	-2,3
1938	8,8	7,9	18,2	10,1	-1,3	-1,0	-0,6	0,1	6,4	5,2	11,8	16,5	18,3	19,8	14,4	9,4	6,5	-3,2
1939	7,3	7,3				0,2	1,5	2,4	1,3	9,3	11,3	17,9	19,2					
1940	6,2	6,8	17,6	8,4	-8,3	0,0	-11,2	-10,9	0,1	7,9	12,4	18,9	18,8	15,1	12,7	7,3	5,2	-3,2
1941	6,8	5,8	17,7	6,3	-3,0	-4,4	-7,8	-2,0	1,9	5,3	10,4	17,3	19,6	16,2	12,1	7,2	-0,3	1,0
1942	7,2	5,8	17,5	9,7	-4,5	-4,8	-9,0	-6,6	-2,2	6,8	12,9	15,3	16,9	20,2	16,4	10,3	2,5	1,8
1943	9,1	9,3	18,3	9,2	-0,6	0,3	-3,0	2,3	5,1	9,4	13,3	16,5	18,7	19,6	14,6	10,1	2,7	-0,9

Rok	Średnia roczna	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI	Zima I,II,XII	Zima XII-II	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1944	8,8	6,8	18,9	9,3	0,1	0,3	2,3	-0,5	0,7	7,7	12,0	15,9	19,9	20,8	14,6	9,5	3,8	-1,4
1945																		
1946	8,3	9,2	18,1	7,2	-1,4	0,0	-1,7	0,9	2,4	9,5	15,6	16,7	20,2	17,3	14,1	5,1	2,3	-3,2
1947	8,0	8,7	18,5	9,6	-5,1	-6,6	-7,1	-9,8	1,0	9,2	15,8	19,0	19,1	17,5	17,2	6,7	4,9	1,2
1948	9,1	9,6	17,3	9,1	0,0	0,4	1,2	-1,4	3,6	10,8	14,5	16,6	17,2	18,1	14,9	8,7	3,8	0,0
1949	9,0	8,1	16,7	9,8	1,3	0,3	-0,2	1,2	0,3	9,5	14,6	14,6	18,2	17,1	16,1	9,4	4,0	2,8
1950	8,6	9,1	18,1	8,3	-1,2	0,1	-4,0	1,6	3,6	8,1	15,7	17,8	18,2	18,3	13,3	7,8	3,9	-1,1
1951	8,9	6,8	18,5	9,3	0,7	-0,5	-0,9	0,4	0,7	7,9	11,8	17,8	18,3	19,5	14,8	6,8	6,5	2,5
1952	7,7	6,7	17,5	6,9	-0,6	0,9	0,4	-0,2	-1,2	9,9	11,6	15,5	18,2	18,7	11,7	6,8	2,1	-2,0
1953	9,2	9,1	18,6	9,4	-0,7	-1,5	-1,3	-1,1	3,6	10,0	13,8	19,3	19,7	16,9	13,7	10,7	3,7	0,2
1954	7,5	7,1	17,6	8,7	-3,6	-4,4	-5,7	-8,2	2,2	5,3	13,8	19,0	16,3	17,5	14,6	9,0	2,5	2,7
1955	7,5	5,2	17,7	8,6	-1,7	-1,3	-3,5	-3,3	-0,7	5,4	11,1	15,5	18,8	18,7	14,3	8,0	3,4	1,5
1956	6,7	6,0	16,5	7,5	-3,5	-3,2	-0,6	-11,3	0,8	4,8	12,3	16,0	18,0	15,4	13,4	8,8	0,2	0,5
1957	8,4	7,4	17,7	8,1	0,4	0,8	-0,7	2,8	3,6	7,6	11,1	18,0	19,0	15,9	11,4	8,6	4,3	-0,8
1958	8,0	6,0	16,9	9,1	-0,2	-0,9	-2,1	0,4	-1,2	5,0	14,1	15,0	18,6	17,1	13,7	9,7	4,0	1,1
1959	9,0	9,6	19,0	7,8	-0,6	-0,3	-0,6	-1,6	5,7	9,3	13,6	17,4	20,8	18,8	12,3	8,5	2,5	0,3
1960	8,3	7,5	17,3	9,1	-0,8	-1,5	-1,7	-3,4	2,6	6,3	13,6	17,3	16,8	17,6	13,2	8,9	5,1	2,4
1961	8,6	8,9	16,7	9,9	-1,3	0,7	-2,7	2,7	5,5	10,1	11,2	18,1	16,2	15,9	15,0	10,9	3,7	-3,4
1962	7,4	6,6	16,0	8,2	-1,4	-1,2	0,6	-0,8	-0,4	10,0	10,5	15,2	16,2	16,6	12,3	8,2	4,0	-3,9
1963	7,3	7,6	18,6	10,0	-7,1	-7,2	-10,5	-7,2	0,1	8,6	14,1	17,7	19,9	18,2	14,4	8,6	7,1	-3,6
1964	8,0	6,7	18,3	8,4	-1,7	-3,0	-2,7	-2,7	-1,7	8,0	13,7	19,7	18,8	16,6	13,6	7,6	4,1	0,3
1965	7,3	6,0	16,4	7,4	-0,7	-1,0	0,1	-3,7	0,5	6,8	10,7	17,0	16,3	16,0	14,8	7,7	-0,3	1,2
1966	8,8	8,6	18,0	9,3	-1,0	-1,0	-4,3	0,3	3,4	8,5	13,9	18,8	17,9	17,4	13,0	11,4	3,6	1,1
1967	9,5	9,3	17,8	10,5	0,2	0,6	-1,2	2,1	5,9	7,6	14,3	16,4	19,9	17,1	15,6	11,7	4,2	0,0
1968	8,5	8,3	17,5	9,1	-1,3	-0,4	-1,5	0,5	3,9	9,7	11,4	17,9	17,1	17,6	14,1	8,7	4,5	-2,6
1969	7,2	6,4	17,9	9,4	-5,2	-3,4	-4,4	-3,2	-1,4	6,7	14,0	16,9	19,7	17,0	14,2	8,6	5,3	-7,7
1970	7,4	6,0	17,8	8,6	-3,1	-6,0	-6,0	-4,2	-0,1	6,0	12,3	17,8	17,6	17,9	12,6	8,4	4,7	0,9
1971	8,6	7,9	18,2	7,7	0,6	-0,3	-2,7	1,2	0,4	7,9	15,2	15,5	18,9	20,0	11,2	8,7	3,0	3,4

Rok	Średnia roczna	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI	Zima I,II,XII	Zima XII-II	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1972	8,2	8,1	18,0	7,5	-1,2	-0,1	-4,5	0,8	4,2	7,6	12,6	16,1	20,4	17,3	11,4	6,3	4,7	0,4
1973	8,2	7,5	17,6	7,6	-0,1	0,3	-1,1	1,8	4,3	5,5	12,8	16,5	18,4	18,0	13,6	6,8	2,3	-0,8
1974	8,8	7,9	16,3	8,2	2,6	1,0	1,3	2,6	4,6	7,4	11,7	14,7	15,8	18,4	13,9	6,5	4,4	3,8
1975	9,3	8,1	18,7	8,8	1,5	2,4	3,8	-0,6	3,7	6,6	14,0	16,6	19,8	19,6	16,3	8,0	2,2	1,1
1976	7,7	6,4	17,1	8,6	-1,5	-0,9	-1,4	-2,7	-0,5	6,9	12,8	16,3	19,2	15,9	12,9	7,9	5,1	-0,7
1977	8,5	7,8	17,1	8,8	0,2	-0,3	-1,0	1,0	5,4	5,6	12,4	17,9	16,8	16,5	11,4	9,5	5,4	0,6
1978	8,0	7,8	16,4	8,7	-1,3	-0,4	-0,1	-1,7	3,9	6,8	12,8	16,3	16,8	16,3	11,7	9,3	5,1	-2,1
1979	7,8	8,0	17,4	7,8	-2,2	-3,9	-5,1	-4,4	2,5	6,9	14,6	19,6	15,2	17,4	13,5	7,0	3,1	2,8
1980	7,0	5,6	16,1	8,3	-2,2	-1,2	-5,8	-0,7	0,7	6,0	10,2	15,4	16,1	16,6	13,1	8,9	2,7	-0,1
1981	8,3	8,9	17,2	8,9	-2,1	-0,9	-2,0	-0,6	5,5	6,4	14,7	17,1	17,6	16,9	14,1	8,4	4,1	-3,6
1982	9,0	8,0	18,7	10,3	-1,2	-3,0	-3,7	-1,4	4,5	5,9	13,5	16,9	19,7	19,3	15,5	10,1	5,5	1,5
1983	9,5	9,7	19,0	8,6	0,4	1,1	3,9	-2,6	4,8	9,4	14,8	17,3	20,7	19,1	14,1	9,1	2,7	-0,4
1984	8,2	7,5	16,2	8,9	-0,1	-0,2	0,7	-0,8	1,6	7,8	13,0	14,6	15,7	18,1	12,9	10,5	3,4	-0,2
1985	7,2	8,6	16,5	7,3	-3,7	-4,7	-7,5	-6,5	2,9	7,8	15,3	14,3	17,9	17,2	12,4	8,4	1,0	2,7
1986	7,9	8,5	17,1	8,3	-2,7	-2,1	-0,8	-9,0	2,6	7,5	15,3	16,2	18,0	17,2	10,9	8,4	5,6	1,1
1987	7,0	5,8	16,0	9,1	-3,1	-3,2	-9,6	-0,8	-1,7	8,0	11,4	15,3	17,4	15,2	13,4	9,2	4,8	1,3
1988	9,0	8,1	17,4	8,0	2,3	2,0	2,5	2,1	1,6	7,7	15,0	16,0	18,8	17,2	13,7	9,2	1,0	2,1
1989	9,8	9,7	17,7	9,0	2,4	2,7	2,1	4,1	5,9	8,9	14,2	16,2	19,0	17,9	14,9	10,2	1,9	1,2
1990	9,6	9,8	17,1	8,5	2,7	3,0	2,7	5,3	6,8	8,2	14,5	16,4	16,9	17,9	11,3	9,5	4,6	0,2
1991	8,4	7,9	17,4	8,8	-0,8	-0,7	1,0	-3,6	5,4	8,4	9,9	14,5	19,3	18,2	14,4	8,1	3,8	-0,1
1992	9,4	8,8	20,1	7,9	0,6	0,7	0,1	2,1	4,0	8,1	14,2	19,3	20,1	20,8	13,7	5,8	4,2	-0,3
1993	8,4	9,8	15,8	6,7	1,0	0,1	0,9	-0,5	2,6	10,1	16,7	15,1	16,1	16,0	12,2	8,1	-0,3	2,4
1994	9,3	8,9	18,7	8,5	1,0	1,0	2,5	-2,3	4,8	9,2	12,6	15,7	21,9	18,5	14,2	6,7	4,7	2,4
1995	8,7	8,2	18,6	8,4	-0,4	1,9	-0,2	3,8	3,3	8,5	12,8	16,1	20,8	19,0	13,1	10,7	1,3	-4,4
1996	7,1	7,0	16,8	8,7	-4,4	-4,5	-5,0	-4,3	-0,3	8,6	12,8	16,3	15,8	18,3	10,9	9,7	5,4	-3,9
1997	8,5	7,5	18,2	7,7	0,3	-1,6	-3,4	2,8	3,8	5,6	13,1	16,8	17,9	19,7	13,4	7,0	2,8	1,7
1998	9,0	9,5	17,0	7,3	1,8	2,5	1,6	4,3	3,2	10,4	14,9	17,3	17,3	16,4	13,8	8,2	-0,1	-0,2
1999	9,5	9,4	18,2	9,4	0,8	0,2	1,1	-0,5	5,1	9,6	13,5	16,3	20,2	17,9	17,0	8,5	2,8	1,6

Rok	Średnia roczna	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI	Zima I,II,XII	Zima XII-II	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2000	10,1	10,7	17,3	10,4	1,6	1,4	-0,3	3,1	4,1	12,1	15,8	17,7	16,1	18,3	12,7	12,0	6,4	2,2
2001	8,9	8,5	18,2	9,1	-0,3	1,0	0,2	0,5	2,5	8,1	14,8	15,0	19,8	19,6	12,1	12,0	3,2	-1,6
2002	9,7	10,1	19,8	8,5	0,2	0,9	0,7	4,0	4,6	8,8	16,9	17,9	20,3	21,3	13,9	7,4	4,1	-3,7
2003	8,9	8,9	19,4	8,4	-1,2	-3,1	-2,1	-3,5	2,6	8,3	15,8	19,1	19,5	19,6	14,5	5,5	5,4	1,7
2004	9,0	8,7	18,0	9,6	-0,3	-0,3	-3,9	1,5	4,3	9,3	12,6	16,1	17,6	20,1	14,2	10,1	4,3	1,6
2005	9,1	8,1	18,1	10,0	0,2	0,6	1,9	-1,8	1,3	9,3	13,7	16,7	20,1	17,3	16,1	10,5	3,4	0,4
2006	9,8	8,0	20,2	11,6	-0,9	-2,4	-6,3	-1,4	1,2	9,0	13,9	18,9	24,1	17,5	17,1	11,0	6,7	4,8
2007	10,1	10,9	18,9	8,1	2,3	3,5	4,4	1,2	6,7	10,4	15,7	19,3	18,6	18,9	13,6	8,1	2,6	1,1
2008	10,2	9,3	19,2	9,4	2,6	2,6	2,4	4,3	4,4	8,9	14,7	18,8	20,1	18,7	13,2	9,3	5,5	1,1
2009	9,3	9,9	18,4	10,0	-1,2	-0,6	-2,6	-0,2	4,0	12,1	13,6	15,7	19,5	19,7	15,7	7,6	6,7	-0,5
2010	8,0	8,2	19,7	8,2	-4,3	-2,7	-6,4	-0,8	3,9	9,1	11,8	17,7	22,4	18,9	12,8	6,8	5,0	-5,3
Średnia 1920-2010	8,4	8,0	17,7	8,6	-1,0	-0,9	-1,7	-1,0	2,7	8,0	13,5	16,7	18,6	17,8	13,7	8,6	3,6	-0,2

**Wolne miejsca – brak danych.*

Źródło: Opracowanie własne.

Załącznik 2. Współczynniki linii trendu charakteryzujących zmianę średniej rocznej, sezonowej, miesięcznej temperatury powietrza oraz wyników testowania istotności statystycznej współczynnika regresji w okresie 1920 – 2010 w Poznaniu.

Okres	a	b	Δ	R	R^2	t	α
Rok	0,0120	7,8400	1,08	0,3562	0,1269	3,5764	0,001
Wiosna	0,0130	7,4351	1,17	0,2598	0,0675	2,5239	0,05
Lato	0,0097	17,2560	0,87	0,2629	0,0691	2,5558	0,05
Jesień	0,0057	8,3733	0,51	0,1463	0,0214	1,3872	-
Zima	0,0197	-1,8348	1,77	0,2289	0,0524	2,2059	0,05
Styczeń	0,0130	-2,4197	1,17	0,1158	0,0134	1,0933	-
Luty	0,0272	-2,2810	2,45	0,1995	0,0398	1,9099	0,1
Marzec	0,0158	1,9460	1,42	0,1822	0,0332	1,7384	0,1
Kwiecień	0,0162	7,2144	1,46	0,2398	0,0575	2,3170	0,05
Maj	0,0072	13,1380	0,65	0,1118	0,0125	1,0554	-
Czerwiec	0,0095	16,2610	0,86	0,1664	0,0277	1,5834	-
Lipiec	0,0046	18,3810	0,41	0,0762	0,0058	0,7165	-
Sierpień	0,0140	17,1570	1,30	0,1936	0,0375	1,8516	0,1
Wrzesień	-0,0014	13,7820	-0,13	0,0245	0,0006	0,2299	-
Październik	0,0071	8,2598	0,64	0,1212	0,0147	1,1458	-
Listopad	0,0114	3,0824	1,03	0,1706	0,0291	1,6241	-
Grudzień	0,0150	-0,8695	1,35	0,1712	0,0293	1,6298	-

a - współczynnik kierunkowy prostej,

b - współczynnik przesunięcia,

Δ - przyrost temperatury w badanym 90-leciu (w °C/90lat),

R - współczynnik korelacji r Pearsona,

R^2 - współczynnik determinacji,

t - wartość statystyki t testu t-Studenta,

α - poziom istotności współczynnika korelacji liniowej,

Źródło: Opracowanie własne.

Załącznik 3. Średnie daty początku i końca, oraz czas trwania i średnia temperatura powietrza w poszczególnych termicznych porach roku ustalonych poprzez bezpośredni odczyt z krzywej wyznaczonej na podstawie rocznego przebiegu średniej dobowej temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1920 – 2010 na tle odpowiednich wartości wyznaczonych metodą Gumińskiego (wartości podane w nawiasach).

Pora roku	Początek	Koniec	Czas trwania (dni)	Udział procentowy [%]	Temperatura średnia (°C)
Zima $T_d \leq 0,0^{\circ}\text{C}$	13 XII (14 XII)	27 II (22 II)	77 (71)	21,1 (19,5)	-1,3 (-1,4)
Przedwiośnie $0,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 5,0^{\circ}\text{C}$	27 II (23 II)	30 III (27 III)	30 (33)	8,2 (9,0)	2,4 (1,8)
Wiosna $5,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 15,0^{\circ}\text{C}$	31 III (28 III)	29 V (30 V)	61 (64)	16,7 (17,5)	10,4 (10,3)
Lato $15,0^{\circ}\text{C} < T_d$	30 V (31 V)	6 IX (3 IX)	100 (96)	27,4 (26,3)	17,5 (17,6)
Jesień $5,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 15,0^{\circ}\text{C}$	7 IX (4 IX)	8 XI (5 XI)	63 (63)	17,3 (17,3)	10,0 (10,4)
Przedzimie $0,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 5,0^{\circ}\text{C}$	9 XI (6 XI)	12 XII (13 XII)	34 (38)	9,3 (10,4)	2,2 (2,4)

T_d – średnia temperatura dobową.

Źródło: Opracowanie własne.

Załącznik 4. Częstość klas średniej dobowej temperatury powietrza (°C) w Poznaniu w latach 1920 – 2010.

Nr klasy	Klasa temperatury	Liczba przypadków	Częstość (%)
1	$-30,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -25,0^{\circ}\text{C}$	1	0,003
2	$-25,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -20,0^{\circ}\text{C}$	18	0,055
3	$-20,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -15,0^{\circ}\text{C}$	96	0,294
4	$-15,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -10,0^{\circ}\text{C}$	390	1,193
5	$-10,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq -5,0^{\circ}\text{C}$	1 243	3,802
6	$-5,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 0,0^{\circ}\text{C}$	3 649	11,160
7	$0,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 5,0^{\circ}\text{C}$	6 862	20,987
8	$5,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 10,0^{\circ}\text{C}$	5 732	17,531
9	$10,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 15,0^{\circ}\text{C}$	6 299	19,265
10	$15,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 20,0^{\circ}\text{C}$	6 075	18,580
11	$20,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 25,0^{\circ}\text{C}$	2 144	6,557
12	$25,0^{\circ}\text{C} < T_d \leq 30,0^{\circ}\text{C}$	188	0,575
RAZEM		32 697	100,000

Źródło: Opracowanie własne.