

WPŁYW BUDOWY DZIELNICY MIESZKANIOWEJ URSYNÓW NA KLIMAT LOKALNY

**Tomasz ROZBICKI, Dariusz GOŁASZEWSKI,
Bonifacy ŁYKOWSKI**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska

Słowa kluczowe: klimat lokalny, zmiany klimatu

Streszczenie

Od 1959 do 2000 r. otoczenie stacji meteorologicznej Zakładu Meteorologii i Klimatologii SGGW ulegało przemianom. Do końca lat 60. XX w. był to obszar typowo rolniczy. Na skutek budowy i rozbudowy Uczelni oraz budowy dzielnicy mieszkaniowej Warszawa–Ursynów, w latach 70. i 80. stacja ta, bez zmiany swojej lokalizacji, stała się punktem pomiarowym położonym na terenie miasteczka uniwersyteckiego SGGW w obrębie dużej dzielnicy mieszkaniowej. Oryginalne wieloletnie dane meteorologiczne pochodzące z okresu 1960–2000 umożliwiają analizę lokalnych zmian klimatycznych. Analizie poddano zmiany średniej temperatury powietrza, temperatur ekstremalnych, wilgotności powietrza oraz opadów atmosferycznych. Na podstawie charakteru stwierdzonych zmian elementów meteorologicznych, a także porównania wartości tych elementów z badanej stacji z wartościami ze stacji Warszawa–Okęcie można stwierdzić, że zmiany te są spowodowane przez rozwój urbanizacyjny otoczenia stacji Ursynów SGGW.

WSTĘP

Człowiek oddziałuje na klimat poprzez zmiany właściwości fizycznych podłoża oraz zmiany składu chemicznego powietrza atmosferycznego. Właściwości fizyczne podłoża atmosfery kształtują się w znacznym stopniu w zależności od sposobu użytkowania danego terenu, natomiast na zmiany składu chemicznego

Adres do korespondencji: dr inż. T. Rozbicki, SGGW, Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska, ul. Nowoursynowska 166, 02–787 Warszawa; tel.: +48 (22) 593-53-27, e-mail: rozbicki@alpha.sggw.waw.pl

powietrza oddziałują zanieczyszczenia przemysłowe, ze środków transportu i w pewnej mierze także rolnicze.

Wyjątkowo ciekawym terenem badań, umożliwiającym ocenę wpływu sposobu zagospodarowania na klimat lokalny danego obszaru, jest zespół osiedli mieszkaniowych Ursynów–Natolin, położony w południowej, peryferyjnej części Warszawy, 10 km od centrum miasta. Do 1975 r. były to tereny użytkowane rolniczo (zakład doświadczalny SGGW i gospodarstwa indywidualne). W latach 1975–2002 wybudowano tu zespół osiedli mieszkaniowych o łącznej powierzchni 1 tys. ha, rozmieszczonych na obszarze długości 5,5 km i szerokości ok. 2–3 km. Od 1959 r. do chwili obecnej na Ursynowie działa stacja meteorologiczna SGGW. W okresie 1959–1975 (16 lat) stacja znajdowała się na obszarze typowo rolniczym, chociaż już na początku lat 70. w bezpośrednim sąsiedztwie stacji pojawiły się dwa trzypiętrowe budynki SGGW (w odległości 50 i 100 m). Budowę zwartych osiedli mieszkaniowych Ursynowa–Natolina, położonych najbliżej stacji (ok. 600 m na południowy wschód, południe i południowy-zachód) zakończono w 1980 r. Dlatego we wcześniejszych opracowaniach dotyczących klimatu lokalnego aglomeracji warszawskiej brak prac z obszaru Ursynów–Natolin. W latach 2001–2004 nastąpiła znaczna rozbudowa miasteczka akademickiego SGGW. Jest to luźna zabudowa niska i średnia, położona na południowy wschód, południe, południowy zachód i zachód od stacji meteorologicznej. Na północny zachód, północ i północny wschód występuje rzadka zabudowa niska, a najbardziej zwarte osiedla mieszkaniowe znajdują się w odległości 1–3 km od stacji. Jedynie powietrze napływające ze wschodu nie napotyka na swej drodze większych osiedli mieszkaniowych.

Wybudowanie osiedli Ursynów–Natolin i miasteczka akademickiego SGGW zmieniło głównie stan fizyczny podłoża. W składzie chemicznym powietrza zwiększyła się ilość zanieczyszczeń emitowanych przez transport drogowy, lokalne kotłownie olejowe i gazowe. Najbliższe większe zakłady przemysłowe są położone w odległości ok. 4 km od stacji (Elektrociepłownia Siekierki oraz Zakłady Mięsne Służewiec).

W okresie 1959–2004 stacja meteorologiczna ze stanowiska pomiarowego położonego na obszarze rolniczym stała się stacją położoną na terenie zurbanizowanym. Wieloletnie dane meteorologiczne mierzone na niej stanowią zatem oryginalny i bardzo interesujący materiał, umożliwiający analizę zmian klimatu lokalnego Ursynowa.

Problematyką lokalnych warunków klimatycznych Ursynowa zajmowano się już wielokrotnie. Wykonano fragmentaryczne opracowania, m.in. z zakresu lokalnych warunków klimatycznych Ursynowa i skarpy wiślanej [ŁYKOWSKI, MADANY, 1996a], rocznego i sezonowego przebiegu wybranych elementów meteorologicznych [ROZBICKI, GOŁASZEWSKI, 2003], termicznej i wilgotnościowej stratyfikacji przygruntowej warstwy powietrza [ŁYKOWSKI, MADANY, 1996b], a także wpływu osiedla na przebieg opadów atmosferycznych [LORENC, 1999; ŁYKOWSKI, 2001], w których to opracowaniach analizowano wieloletnie sumy opadów na

Ursynowie i w aglomeracji warszawskiej. W pracy KUCHCIK [2003] podjęto próbę charakterystyki warunków topoklimatycznych w różnych dzielnicach Warszawy.

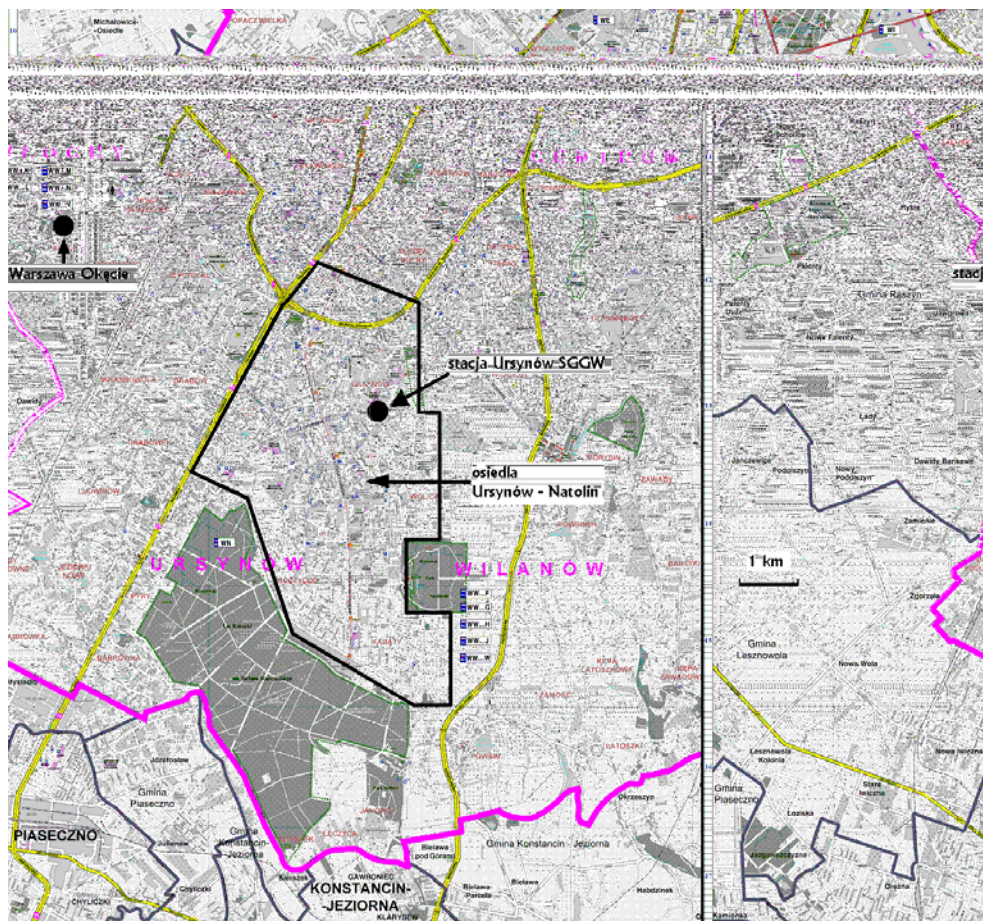
Celem niniejszego opracowania jest zbadanie, w jakim stopniu zmiana sposobu użytkowania terenu, przez wybudowanie na obszarze rolniczym osiedli miejskich Ursynów–Natolin, wpłynęła na klimat lokalny. Przedstawiono wyniki analizy czasowych zmian wartości średnich miesięcznych i rocznych następujących elementów meteorologicznych: temperatury powietrza, temperatur ekstremalnych, wilgotności względnej, niedosytu wilgotności oraz wysokości opadów atmosferycznych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Dane meteorologiczne pochodzą ze stacji Ursynów SGGW ($\varphi = 52^{\circ}09' N$, $\lambda = 21^{\circ}03' E$, $H_s = 102,5$ m n.p.m.) i dotyczą temperatury powietrza z okresu 1960–2000, wilgotności powietrza z okresu 1960–1993 oraz opadów atmosferycznych z lat 1960–2003. Do analizy wykorzystano średnie wieloletnie miesięczne wartości temperatury powietrza, temperatury maksymalnej i minimalnej, wilgotności względnej, niedosytu wilgotności oraz średnie sumy opadów atmosferycznych. Ciąg danych został podzielony na okresy odpowiadające zmianom zachodzącym wokół stacji. Analizę trendu przeprowadzono dla całego rozpatrywanego wielolecia 1960–2000, dla okresu 1960–1970, gdy stacja położona była na obszarze rolniczym, oraz dla okresu po 1971 r., gdy sukcesywnie następowały zmiany otoczenia w wyniku rozwoju miasteczka akademickiego SGGW oraz budowy i rozbudowy dzielnicy Ursynów–Natolin. W pierwszej kolejności porównano średnie wartości elementów meteorologicznych obliczone dla okresów: 1960–1970, 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000 (1981–1993 w przypadku wilgotności i 1991–2003 w przypadku opadów atmosferycznych). W następnym etapie zbadano istnienie istotnego statystycznie trendu liniowego oraz określono podstawowe charakterystyki równania trendu – znak współczynnika kierunkowego prostej i poziom ufności, następnie za pomocą funkcji Fouriera zbadano, czy ujawnia się okresowość w wieloletnim przebiegu rozpatrywanych elementów meteorologicznych.

Istnienie trendu liniowego czy też występowanie periodyczności przebiegu badanych elementów meteorologicznych w okresie 1960–2000 nie musi być związane jedynie ze zmianami klimatu lokalnego Ursynowa, spowodowanymi urbanizacją południowej części aglomeracji warszawskiej. Przyczyną takiej sytuacji mogą być ogólny kierunek zmian klimatu lub fluktuacje przebiegu warunków pogodowych w badanym wieloleciu. Aby wyodrębnić wpływ rozbudowy dzielnicy mieszkaniowej i miasteczka akademickiego SGGW na zmiany klimatu lokalnego na tym obszarze, takiej samej analizie (porównanie wartości średnich dla dekad oraz zbadanie trendu i periodyczności) poddano także różnice wartości elementów meteorologicznych mierzonych na stacji Ursynów SGGW ($\varphi = 52^{\circ}09' N$, $\lambda = 21^{\circ}03' E$, $H_s = 102,5$ m n.p.m.) i stacji Warszawa–Okęcie ($\varphi = 52^{\circ}09' N$, $\lambda = 20^{\circ}59' E$, $H_s =$

106 m n.p.m.). Stacja meteorologiczna Warszawa–Okęcie należy do sieci IMGW i znajduje się na obszarze Międzynarodowego Portu Lotniczego. Zagospodarowanie terenu w otoczeniu tej stacji nie zmieniło się w rozpatrywanym okresie, dlatego też może ona stanowić punkt odniesienia do porównania z materiałem pochodzącym ze stacji Ursynów–SGGW. Położenie obu stacji, tj. Usynów–SGGW i Warszawa–Okęcie, a także obszar osiedla mieszkaniowego Usynów–Natolin, budowanego i rozbudowanego w okresie 1975–2002, przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Położenie stacji meteorologicznych Warszawa–Okęcie i Usynów–SGGW oraz osiedla Usynów–Natolin w południowej części aglomeracji warszawskiej

Fig. 1. Location of meteorological stations Warsaw–Okęcie, Ursynów–SGGW and the housing estate Ursynów–Natolin in southern part of Warsaw agglomeration

WYNIKI BADAŃ

Porównano wartości średnie elementów meteorologicznych dla Ursynowa–SGGW oraz różnice między wartościami tych elementów mierzonych na Ursynowie i Okęciu (tab. 1–4). W każdym przypadku średnie roczne temperatury przyjmują najniższe wartości w okresie 1960–1970, wzrastają w kolejnych dekadach i osiągają najwyższe wartości w dekadzie 1991–2000. Dotyczy to średniej, średniej maksymalnej i średniej minimalnej temperatury powietrza na stacji Ursynów–SGGW. Tendencja taka występuje również w przypadku różnic wartości między porównywanymi stacjami, z wyjątkiem temperatury minimalnej, której wartość średnia roczna z dekady 1981–1990 jest o $0,1^{\circ}\text{C}$ wyższa od wartości z dekady 1991–2000. W przypadku wartości średnich miesięcznych zauważa się tendencję wzrostową temperatury powietrza, porównując zwłaszcza wartości z okresu 1960–1970 z późniejszymi dekadami. Wartości średnie miesięczne obliczone dla dekad 1971–1980, 1981–1990 i 1991–2000 wykazują również tendencję rosnącą, chociaż w kilku przypadkach występują ich fluktuacje. Taka sama tendencja zaznacza się w odniesieniu do niedosytu wilgotności – najniższe wartości występują w okresie 1960–1970 i zwiększają się w kolejnych dekadach. W przypadku wilgotności względnej istnieje sytuacja odwrotna – wartości wilgotności z okresu 1960–1970 są największe, a wartości z okresu 1981–1993 najmniejsze.

Różnica między wartościami średnimi wieloletnimi z różnych okresów nie daje podstaw do jednoznacznego stwierdzenia istnienia trendu czasowego, dlatego też w dalszej kolejności wyznaczono parametry równań liniowych trendu za pomocą analizy regresji prostej. Zebrano podstawowe informacje dotyczące charakterystyk tych elementów, dla których istnieje liniowy trend czasowy (tab. 5–8). Wyszczególnione zostały tylko te przypadki, dla których poziom istotności uzyskanych równań regresji trendu $\alpha \leq 5\%$. Wyróżniono również te charakterystyki, dla których istnienie trendu potwierdzone zostało trendem różnic wartości między stacjami Ursynów–SGGW a Warszawa–Okęcie. Liniowy trend wartości średnich rocznych jest widoczny w przypadku temperatury średniej oraz temperatury minimalnej, a także wilgotności względnej. W styczniu zaznacza się trend temperatury średniej, temperatury maksymalnej oraz wilgotności względnej. Bardzo interesujące wyniki uzyskano dla kwietnia – jest to jedyny miesiąc, w którym wszystkie badane elementy temperatury – średnia, maksymalna i minimalna mają liniowy trend rosnący, zarówno w całym okresie 1960–2000, jak i w latach 1971–2000. W miesiącach letnich: czerwiec, lipiec i sierpień stwierdzono istotny statystycznie trend temperatury średniej oraz temperatury minimalnej. W przypadku charakterystyk wilgotności stwierdzono istnienie trendu wilgotności względnej dla stycznia, marca, kwietnia, maja, a także lipca i sierpnia oraz maja w odniesieniu do niedosytu wilgotności. Przeprowadzona metodą regresji prostej analiza trendu opadów atmosferycznych świadczy o braku zależności liniowej w odniesieniu do tego elementu meteorologicznego w wieloleciu 1960–2000, chociaż zauważa się

Tabela 1. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza (°C) na stacji Ursynów-SGGW

Table 1. Monthly mean air temperatures (in °C) at the station Ursynów-SGGW (Warsaw Agricultural University)

Temperatura Temperature	Miesiąc Month												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$T_{\text{sr}}1960-2000$	-2,6	-1,5	2,4	8,2	13,7	17,1	18,6	17,8	13,4	8,3	3,5	-0,7	8,0
$T_{\text{sr}}1960-1970$	-4,4	-3,0	0,9	8,1	12,8	17,4	17,9	17,0	13,5	8,8	3,8	-2,2	7,5
$T_{\text{sr}}1971-1980$	-3,1	-1,3	3,0	7,2	13,3	16,6	17,9	17,5	12,9	7,4	3,3	0,0	7,9
$T_{\text{sr}}1981-1990$	-1,8	-1,5	3,0	8,4	14,8	16,8	18,8	17,2	13,7	9,3	3,2	0,3	7,9
$T_{\text{sr}}1991-2000$	-0,8	0,1	3,1	9,4	14,2	17,7	19,7	18,8	13,6	7,6	3,6	-0,7	8,9
$T_{\text{max}}1960-2000$	0,1	1,6	6,3	13,1	18,8	22,1	23,6	23,2	18,4	12,5	6,1	1,6	12,1
$T_{\text{max}}1960-1970$	-1,9	-0,1	4,3	12,8	17,9	22,3	23,3	22,6	19,2	13,2	6,3	0,0	11,7
$T_{\text{max}}1971-1980$	-0,6	1,4	6,5	11,8	17,7	21,7	23,0	22,9	17,6	11,3	5,7	2,4	11,8
$T_{\text{max}}1981-1990$	0,8	1,7	6,9	13,5	20,0	21,6	23,6	23,5	18,4	13,8	6,0	2,7	11,9
$T_{\text{max}}1991-2000$	2,5	3,5	7,7	14,4	19,6	22,7	24,5	23,8	18,1	11,6	6,2	1,2	13,0
$T_{\text{min}}1960-2000$	-5,5	-4,3	-1,2	3,6	8,4	11,7	13,1	12,8	9,0	4,5	0,9	-3,1	4,0
$T_{\text{min}}1960-1970$	-7,8	-6,0	-2,6	3,4	7,9	11,4	12,1	11,9	8,7	4,8	1,3	-4,8	3,4
$T_{\text{min}}1971-1980$	-5,9	-3,4	-0,5	2,7	7,7	11,2	12,4	12,1	8,3	3,8	0,7	-2,5	3,9
$T_{\text{min}}1981-1990$	-4,4	-4,4	-0,8	3,9	9,5	12,1	13,7	13,4	9,7	5,5	0,7	-2,2	4,2
$T_{\text{min}}1991-2000$	-3,7	-3,4	-0,6	4,3	8,4	12,3	14,4	13,9	9,1	3,7	0,9	-2,8	4,7

Tabela 2. Średnie miesięczne wartości różnic temperatury powietrza (°C) między stacjami Ursynów–SGGW a Warszawa–Okęcie

Table 2. Monthly mean of air temperature (°C) differences between the stations Ursynów–SGGW and Warsaw–Okęcie

Temperatura Temperature	Miesiąc Month												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$T_{\text{sr}}1960-2000$	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,0	0,4	0,2	0,3
$T_{\text{sr}}1960-1970$	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
$T_{\text{sr}}1971-1980$	0,0	0,1	0,4	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2
$T_{\text{sr}}1981-1990$	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,7	0,7	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4
$T_{\text{sr}}1991-2000$	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0	0,0	0,5	-0,5	1,0	0,4	0,6
$T_{\text{max}}1960-2000$	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,4	0,1	0,1
$T_{\text{max}}1960-1970$	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,2	-0,1
$T_{\text{max}}1971-1980$	-0,1	-0,1	-0,4	-0,3	-0,7	-0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,1
$T_{\text{max}}1981-1990$	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,4	0,6	0,3
$T_{\text{max}}1991-2000$	1,0	0,9	1,0	0,6	0,1	0,3	0,2	0,0	0,2	-0,6	1,1	0,0	0,4
$T_{\text{min}}1960-2000$	0,0	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	-0,1	0,4	0,2	0,2
$T_{\text{min}}1960-1970$	-0,1	0,2	-0,2	-0,1	0,1	-0,4	-0,5	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
$T_{\text{min}}1971-1980$	-0,1	0,7	0,6	0,2	0,0	0,1	-0,2	0,0	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,1
$T_{\text{min}}1981-1990$	0,2	0,3	0,1	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	0,7	0,6	0,5	0,3	0,6
$T_{\text{min}}1991-2000$	0,2	-0,2	0,4	0,5	0,4	0,6	1,1	1,1	0,3	-0,8	1,1	0,7	0,5

Tabela 3. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej powietrza f (%), niedosytów wilgotności d (hPa) i sum opadów atmosferycznych P (mm) na stacji Ursynów–SGGW

Table 3. Monthly mean of relative air humidity f (in %), of saturation deficit d (in hPa) and sum of precipitation P (in mm) at the station Ursynów–SGGW

Parametr Parameter	Miesiąc Month												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$f_{sr1960-2000}$	82,4	80,7	78,3	71,9	71,3	72,3	74,0	75,0	79,5	83,1	86,0	85,2	78,5
$f_{sr1960-1970}$	85,3	84,8	82,0	75,7	76,1	74,9	76,5	79,0	81,1	84,4	87,4	87,4	81,2
$f_{sr1971-1980}$	82,9	81,8	78,2	71,8	70,2	71,6	74,7	74,4	79,3	84,3	86,2	84,6	78,3
$f_{sr1981-1990}$	79,5	76,4	75,3	68,7	68,0	70,5	71,5	72,0	78,2	81,1	84,7	83,9	76,3
$d_{sr1960-2000}$	0,8	1,0	1,8	3,5	5,4	6,2	6,4	5,8	3,7	2,2	1,2	0,9	3,2
$d_{sr1960-1970}$	0,6	0,7	1,4	3,2	4,2	5,8	5,6	4,8	3,6	2,1	1,1	0,8	2,8
$d_{sr1971-1980}$	0,8	1,0	1,9	3,3	5,4	6,6	6,2	6,2	3,7	1,9	1,1	0,9	3,2
$d_{sr1981-1990}$	1,1	1,2	2,2	4,2	6,6	6,2	7,3	6,7	3,9	2,6	1,2	1,0	3,4
$P_{sr1960-2000}$	22,3	25,5	28,6	35,9	55,8	68,9	73,0	63,0	47,7	36,3	40,8	33,9	522,3
$P_{sr1960-1970}$	21,7	27,3	25,6	36,6	67,2	63,5	67,2	64,5	44,3	34,7	53,6	28,8	531,4
$P_{sr1971-1980}$	22,2	26,5	24,9	34,9	47,0	63,0	81,5	73,2	49,1	49,0	31,4	32,5	532,0
$P_{sr1981-1990}$	23,3	22,1	30,3	29,1	55,3	75,7	56,6	61,2	39,6	26,2	32,6	40,0	464,6
$P_{sr1960-2000}$	24,9	30,8	33,4	42,3	29,6	67,2	90,5	57,1	58,0	39,9	42,0	34,0	565,9

Tabela 4. Średnie miesięczne wartości różnic wilgotności względnej powietrza f (%), niedosytów wilgotności d (hPa) i sum opadów atmosferycznych P (mm) między stacjami Ursynów–SGGW a Warszawa–Okęcie

Table 4. Monthly mean differences in relative air humidity f (in %), deficit of humidity d (in hPa) and the sums of precipitation P (in mm) differences between the station Ursynów–SGGW and Warszawa–Okęcie

Parametr Parameter	Miesiąc Month												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$f_{sr1960-2000}$	-3,6	-3,9	-0,6	-1,1	-0,4	-0,2	0,3	-0,4	-1,1	-1,0	-1,8	-3,4	-1,5
$f_{sr1960-1970}$	-1,2	-0,2	2,0	1,6	3,0	4,9	4,0	3,3	1,9	-0,4	-0,8	-1,1	1,4
$f_{sr1971-1980}$	-2,5	-3,0	0,4	-0,7	-0,2	-0,9	-0,8	-1,9	-1,4	0,8	-0,2	-3,5	-1,2
$f_{sr1981-1990}$	-6,5	-7,6	-3,7	-3,7	-3,5	-4,1	-2,0	-2,5	-3,4	-3,0	-3,8	-5,4	-4,2
$d_{sr1960-2000}$	0,0	-0,2	-0,6	-0,8	-0,6	-0,7	-1,0	-1,0	-0,8	-0,9	-0,4	0,0	-0,6
$d_{sr1960-1970}$	-0,1	-0,2	-0,6	-1,1	-1,6	-1,6	-2,0	-2,0	-1,2	-0,9	-0,5	0,0	-1,0
$d_{sr1971-1980}$	0,0	-0,3	-0,7	-0,9	-0,6	-0,3	-0,7	-0,6	-0,7	-1,1	-0,6	-0,1	-0,5
$d_{sr1981-1990}$	0,1	0,0	-0,4	-0,3	0,5	0,0	-0,1	-0,4	-0,4	-0,6	-0,3	0,0	-0,1
$P_{sr1960-2000}$	-0,3	2,5	2,0	1,2	-0,1	0,9	-1,2	4,3	2,1	-0,7	1,0	0,3	11,5
$P_{sr1960-1970}$	-2,7	5,4	-2,5	0,1	-0,6	4,0	-8,5	12,1	4,7	1,2	4,7	-2,1	15,9
$P_{sr1971-1980}$	-0,5	1,4	1,2	3,6	2,6	-5,0	-1,3	3,8	1,6	-4,0	-2,8	1,8	2,0
$P_{sr1981-1990}$	1,6	4,4	5,5	0,9	-3,3	-5,9	-0,5	0,8	-1,3	0,2	-2,3	4,2	3,0
$P_{sr1960-2000}$	1,8	0,2	4,4	1,6	4,0	7,9	5,5	-4,4	3,6	0,3	1,2	0,4	24,7

Tabela 5. Poziom istotności równań trendu charakterystyk termicznych (stacja Ursynów–SGGW)

Table 5. Significance level of trend equations of thermal characteristics (Ursynów–SGGW)

Temperatura Temperature	Miesiąc Month												Rok Year	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
$T_{\text{fit}1960-2000}$	+2*			+3*	+3*	+3*	+5*	+1*						+5*
$T_{\text{fit}1971-2000}$				+1*		+2*								
$T_{\text{max}1960-2000}$	+1*			+3*	+2									
$T_{\text{max}1971-2000}$				+1*										
$T_{\text{min}1960-2000}$	+2			+3*	+2*	+1*	+1*	+1*						+1*
$T_{\text{min}1971-2000}$				+1	+2*	+1*	+1*	+1*						

Objaśnienia: + trend rosnący, – trend malejący, 1, 2, 3, 4, 5 – poziom istotności równania trendu, * istnienie trendu również w przypadku różnic temperatury między stacjami Ursynów–SGGW a Warszawa–Okęcie.

Explanations: + increasing trend; – decreasing trend, 1, 2, 3, 4, 5 – significant level of trend equation, * the same trend for differences between Ursynów–SGGW and Warsaw–Okęcie.

Tabela 6. Poziom istotności równań trendu wartości różnic temperatury obliczonych między stacjami Ursynów–SGGW a Warszawa–Okęcie

Table 6. Significance level of trend equations of temperature differences between Ursynów–SGGW and Warsaw–Okęcie

Temperatura Temperature	Miesiąc Month												Rok Year	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
$T_{\text{fit}1960-2000}$	+1*	+1	+1	+1*	+2	+1	+1*	+1*	+1				+1	+1*
$T_{\text{fit}1971-2000}$		+1		+1*		+1*	+1	+2					+1	+1
$T_{\text{max}1960-2000}$	+1*	+2		+1*										+1
$T_{\text{max}1971-2000}$	+1			+1*										
$T_{\text{min}1960-2000}$				+1*		+1*	+1*	+1*	+1	+3			+1	+1*
$T_{\text{min}1971-2000}$				+1	+3*	+1*	+1*	+1*					+3	+2

Objaśnienia jak pod tabelą 5.

Explanations as in Table 5.

Tabela 7. Poziom istotności równań trendu charakterystyk wilgotnościowych i opadowych (stacja Ursynów–SGGW)

Table 7. Significance level of trend equations of humidity and precipitation characteristics (Ursynów–SGGW)

Parametr Parameter	Miesiąc Month												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$f_{\text{sr}1960-2000}$	-1*	-2	-2*	-2*	-1*		-2*				-1	-2	-1*
$f_{\text{sr}1971-2000}$			-3										-2*
$d_{\text{sr}1960-2000}$	+1	+1			+2*								
$d_{\text{sr}1960-1970}$							+1						
$d_{\text{sr}1971-2000}$	+2			+3	+2				+1				
$P_{\text{sr}1960-2000}$													
$P_{\text{sr}1971-2000}$													

Objaśnienia jak pod tabelą 5.

Explanations the same as in Table 5.

Tabela 8. Poziom istotności równań trendu wartości różnic charakterystyk wilgotności i opadu atmosferycznego obliczonych między stacjami Ursynów–SGGW a Warszawa–Okęcie

Table 8. Significance level of trend equations of humidity and precipitation differences between Ursynów–SGGW and Warsaw–Okęcie

Parametr Parameter	Miesiąc Month												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$f_{\text{sr}1960-2000}$	-2*		-1*	-3*	-1*	-1	-2	-2*	-1				-1*
$f_{\text{sr}1971-2000}$					-2						-1		-2*
$d_{\text{sr}1960-2000}$					+1*	+1	+2	+1					+1
$d_{\text{sr}1971-2000}$													
$P_{\text{sr}1960-2000}$	+2							-5					
$P_{\text{sr}1971-2000}$						+3							

Objaśnienia jak pod tabelą 5.

Explanations the same as in Table 5.

pojedyncze przypadki istnienia takiego trendu dla różnic wysokości opadu między stacjami Ursynów i Okęcie – rosnący dla stycznia i czerwca oraz malejący dla sierpnia.

Wyniki analizy widmowej Fouriera wskazują na brak wyraźnej regularności występowania okresowych oscylacji w wieloletnim przebiegu elementów meteorologicznych. Analizowano ciąg 492 danych – średnich miesięcznych wartości temperatury średniej, temperatur ekstremalnych oraz opadu, a także 396 danych – średnich miesięcznych wartości wilgotności względnej i niedosytu wilgotności. Poza oscylacjami rocznymi (co jest oczywiste) nie ma wyraźnych oscylacji wieloletnich.

WNIOSKI

1. W ciągu wielolecia 1960–2000 zauważa się zmianę wartości średnich rozpatrywanych elementów meteorologicznych. Na podstawie charakteru tych zmian, a także porównania wartości z badanej stacji z wartościami ze stacji referencyjnej Warszawa–Okęcie można stwierdzić, że zmiany te są spowodowane rozwojem urbanizacyjnym otoczenia stacji Ursynów–SGGW. Dotyczy to zarówno wartości średnich rocznych, jak i większości średnich wartości miesięcznych.

2. Stwierdzono istnienie istotnego statystycznie liniowego trendu rosnącego dla wielolecia 1960–2000 w przypadku średniej rocznej temperatury powietrza i średniej rocznej temperatury minimalnej oraz trendu malejącego dla wilgotności względnej.

3. Istnieje istotny trend liniowy temperatury średniej powietrza oraz temperatury minimalnej w miesiącach wiosennych i letnich, od kwietnia do sierpnia, w całym rozpatrywanym wieloleciu 1960–2000 i jest on spowodowany przeważnie zmianami temperatury średniej i minimalnej w trzydziestoleciu 1971–2000 (w okresie rozwoju miasteczka akademickiego SGGW i rozbudowy dzielnicy Ursynów). W kwietniu zaznacza się dodatkowo rosnący trend temperatury maksymalnej.

4. Wzrostowy trend temperatury średniej w styczniu jest spowodowany tendencją wzrostową trendu temperatury maksymalnej.

5. W przypadku wilgotności względnej o istnieniu trendu wartości średnich rocznych decyduje ujemny trend w styczniu, marcu, kwietniu, maju, a także w lipcu i sierpniu.

6. W odniesieniu do opadu atmosferycznego zauważa się liniowy trend rosnący w styczniu i czerwcu oraz trend malejący w sierpniu. Występują one jednak tylko w przypadku różnic między wartościami mierzonymi na Ursynowie i Okęciu.

7. Nie stwierdzono wyraźnej regularności występowania okresowych oscylacji w wieloletnim przebiegu elementów meteorologicznych.

LITERATURA

- LORENC H., 1999. Wpływ urbanizacji Warszawy na zmienność opadów atmosferycznych. Wiad. IMGW t. 14 z. 1–4 s.109–126.
- KUCHCIK M., 2003. Warunki topoklimatyczne w różnych dzielnicach Warszawy. Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych. Pr. Geogr. IGiZP PAN nr 188 s. 179–190.
- ŁYKOWSKI B., 2001. Wpływ osiedli Ursynów–Natolin na opady atmosferyczne. Prz. Nauk. Wydz. Inż. Kształt. Środ. SGGW z. 2 (25) s. 231–238.
- ŁYKOWSKI B., MADANY R., 1996a. Klimat lokalny w rejonie Skarpy Ursynowskiej na odcinku Ursynowa SGGW. Prz. Nauk. Wydz. Inż. Kształt. Środ. SGGW z. 9 s. 51–60.
- ŁYKOWSKI B., MADANY R., 1996b. O stratyfikacji termicznej i wilgotnościowej w przygruntowej warstwie powietrza na skraju doliny Wisły w rejonie Ursynowa. Prz. Nauk. Wydz. Inż. Kształt. Środ. SGGW z. 9 s. 61–74.
- ROZBICKI T., GOŁASZEWSKI D., 2003. Analysis of local climate changes in Ursynów in the period 1960–1991 as a result of housing estate development. Proc. 5th Int. Conf. urban climate vol. 2. Łódź: Wydaw. UŁ s. 455–458.

Tomasz ROZBICKI, Dariusz GOŁASZEWSKI, Bonifacy ŁYKOWSKI

THE INFLUENCE OF HOUSING ESTATE DEVELOPMENT ON LOCAL CLIMATE IN URSYNÓW

Key words: climate change, local climate

S u m m a r y

The paper presents a study on climate changes in the local scale of Warsaw district Ursynów in the period 1960–2000. Original long-term meteorological records were used as material for the analysis. Meteorological station Ursynów was situated in the south of Warsaw in a place being now inside the University campus. During the period 1960–2000 the nearest surrounding of the station changed from typical rural area to the large city suburb as a result of housing estate and University campus development. The paper presents results of time series analysis of main meteorological elements: mean air temperature, extreme temperatures, humidity and precipitation. Long-term average values of considered meteorological elements changed and the character of changes indicates that surrounding area's development affected local climate.

Recenzenci:

dr Anita Bokwa

prof. dr hab. Barbara Olechnowicz-Bobrowska

Praca wpłynęła do Redakcji 21.04.2005 r.