

Bonifacy ŁYKOWSKI, Dariusz GOŁASZEWSKI, Tomasz ROZBICKI

Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska SGGW
Department of Hydraulic Engineering and Environmental Recultivation WAU
Division of Meteorology and Klimatology

Wpływ rozbudowy miasteczka akademickiego SGGW w Ursynowie na wysokość opadu atmosferycznego Influence of the University campus development on the amount of precipitation

Słowa kluczowe: opady, wpływ urbanizacji,
Key wards: precipitation, urban influence.

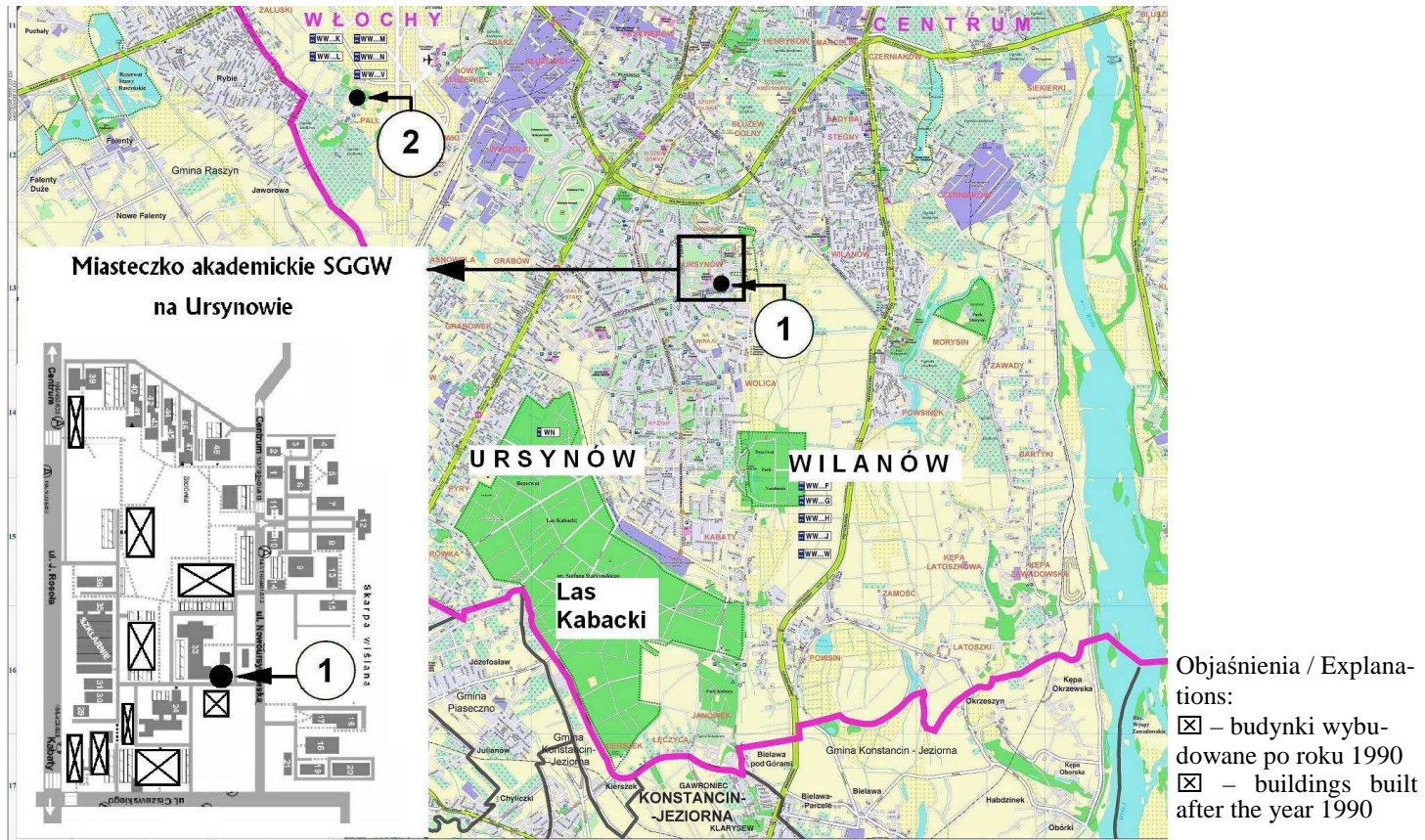
Wprowadzenie

Badania oddziaływania stopnia urbanizacji na klimat miejscowy napotykają na znaczne trudności metodyczne, zwłaszcza w przypadku opadów atmosferycznych, gdyż opad jest zjawiskiem meteorologicznym nieciągłym w czasie i przestrzeni. Ważnym czynnikiem jest także występowanie opadów atmosferycznych w dwu różnych sytuacjach synoptycznych; może to być opad występujący na frontach atmosferycznych lub opad wewnątrzmasowy z chmur kłębiastych cumulus i cumulonimbus, charakteryzujący się przeważnie dużym natężeniem, ale występujący na niewielkim obszarze i w krótkim okresie. Istnieje pogląd, że wpływ miasta na wysokość opadu zaznacza się wyraźnie jedynie w przypadku opadów

wewnątrzmasowych (Atkinson, Bergeron, Sandbarg – za Lorenc 1978).

Wcześniejsze opracowania dotyczące rozkładu opadów atmosferycznych na obszarze Warszawy (Budziszewska 1967, Kaczorowska 1967, Lorenc 1978, 1991 i inne) nie obejmowały opadów występujących na terenach rolniczych Ursynowa, Natolina i Wolicy.

Dopiero w 1975 roku rozpoczęto realizację osiedli mieszkaniowych na tym obszarze. Obecnie osiedla Ursynowa – Natolina zamieszkuje około 140 tys. mieszkańców. W latach 2000–2004 zaszła istotna zmiana w bezpośrednim otoczeniu stacji meteorologicznej Ursynów SGGW, gdyż w tych latach nastąpiła rozbudowa miasteczka akademickiego SGGW (rys. 1). We wcześniejszym opracowaniu (Łykowski 2002) przedstawiono wyniki badań nad oddziaływaniem nowo powstałych osiedli mieszkaniowych Ursynowa na wysokość opadów atmosferycznych na tym terenie, natomiast w niniejszej pracy



RYSUNEK 1. Plan południowej części aglomeracji warszawskiej oraz miasteczka akademickiego SGGW z zaznaczonymi stacjami meteorologicznymi Ursynów SGGW (1) i Warszawa Okęcie (2)
 FIGURE 1. Map of southern part of Warsaw agglomeration with Warsaw Agricultural University campus and meteorological stations Ursynów SGGW (1) and Warsaw Okęcie (2)

podjęto próbę oceny wpływu znacznej rozbudowy miasteczka SGGW na to zjawisko.

Materiał i metoda

Materiały pomiarowe pochodzą ze stacji meteorologicznych: Ursynów SGGW ($\varphi_N = 52^\circ 09' 39''$, $\lambda_E = 21^\circ 03' 16''$, wys. n.p.m. 102,5m) oraz Warszawa Okęcie ($\varphi_N = 52^\circ 09'$, $\lambda_E = 20^\circ 59'$, wys. n.p.m. 106 m). Odległość między tymi stacjami wynosi 6 km (rys. 1). Stacja meteorologiczna Warszawa Okęcie jest tu stacją odniesienia, gdyż z mocy obowiązujących zarządzeń w otoczeniu tej stacji lotniskowej nie zachodziły istotne zmiany zabudowy. W pracy wykorzystano wyniki badań nad wysokością opadu przed i po wybudowaniu osiedli Ursynowa – Natolina obejmujące okres od 1960 do 2000 roku, a następnie rozszerzono okres badań o lata 2001–2004, to jest o okres dodatkowej rozbudowy miasteczka akademickiego; wybudowanych zostało 9 obiektów 2–5-kondygnacyjnych (rys. 1).

Opracowania statystyczne polegały na obliczeniach różnic sum miesięcznych opadu w badanym okresie między stacjami Ursynów i Okęcie oraz porównaniu różnic z lat 1960–1975 (przed zabudową) z różnicami z lat 1980–2000 (po wybudowaniu osiedli Ursynowa – Natolina) oraz z lat 1980–2004 (po znacznej rozbudowie miasteczka akademickiego SGGW). Istotność statystyczną wielkości różnic oceniono przez obliczenie testu t-Studenta.

Wyniki

W tabeli 1 zaznaczone zostały zarówno średnie wartości, jak i różnice sum miesięcznych opadu atmosferycznego ze stacji Okęcie i Ursynów SGGW dla wydzielonych okresów odpowiadających sytuacjom, gdy otoczenie stacji w Ursynowie stanowiły pola uprawne (1960–1975), po zbudowaniu osiedli Ursynów – Natolin (1980–2000) i po rozbudowie miasteczka akademickiego SGGW (1980–2004).

Wartości różnic opadu zamieszczone wierszach nr 7 i 8 wskazują, że przed zbudowaniem osiedli opad atmosferyczny niemal w okresie całego roku był niższy na Ursynowie aniżeli na Okęciu (wiersz nr 7), a po zbudowaniu osiedli (do 2000 r.) na Ursynowie występują wyższe wartości opadu aniżeli na Okęciu (wiersz nr 8).

W celu oceny istotności statystycznej uzyskanych wielkości różnic pomiędzy porównywanymi stacjami wynikających z zabudowy Ursynowa obliczono wartości tych różnic łącznie z okresu przed i po wybudowaniu osiedli (wiersz nr 8 – nr 7) oraz z uwzględnieniem okresu rozbudowy miasteczka SGGW (wiersz nr 9 – nr 7). Po przeanalizowaniu zmian, jakie zaszły w wielkościach różnic zamieszczonych w wierszach 8 – 7 i 9 – 7 oraz ich istotności statystycznej, można stwierdzić, że po rozbudowie miasteczka akademickiego SGGW zaznaczył się dalszy wzrost wysokości opadu na stacji w Ursynowie w miesiącach półrocza chłodnego i wiosną w kwietniu i maju. We wszystkich miesiącach wymienionego okresu przyrost wysokości opadu

TABELA 1. Miesięczne sumy i różnice opadów atmosferycznych [mm]
 TABLE 1. Monthly sums and differences of precipitation [mm]

Stacja Station	Nr No	Okres Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	IV-IX	X-III
Ursynów	1	1960-1975	19,8	26,2	22,8	33,7	62,3	69,0	71,5	52,5	42,6	41,7	45,7	28,0	515,8	331,6	184,2
	2	1980-2000	22,2	24,8	31,8	37,0	53,3	75,0	73,6	52,4	48,7	34,2	37,2	36,3	526,5	340,0	186,5
	3	1980-2004	24,1	28,0	32,5	38,3	53,7	69,9	76,3	54,7	48,6	36,8	36,7	35,6	535,2	341,5	193,7
Okęcie	4	1960-1975	21,0	23,9	25,3	35,7	62,7	73,2	78,1	53,0	41,7	43,9	45,6	29,0	533,1	344,4	188,7
	5	1980-2000	21,3	21,5	29,7	36,0	52,8	70,6	69,0	53,2	47,2	36,1	39,3	36,1	512,8	328,8	184,0
	6	1980-2004	22,4	24,2	29,5	36,8	51,8	68,8	72,9	55,7	47,8	38,4	39,6	34,3	522,2	333,8	188,4
Ursynów - Okęcie	7	1960-1975	-1,2	2,3	-2,5	-2,0	-0,4	-4,2	-6,6	-0,5	0,9	-2,2	0,1	-1,0	-17,3	-12,8	-4,5
	8	1980-2000	0,9	3,3	2,1	1,0	0,5	4,4	4,6	-0,8	1,5	-1,9	-2,1	0,2	13,6	11,2	2,4
	9	1980-2004	1,7	3,8	3,0	1,5	1,9	1,1	3,4	-1,0	0,8	-1,6	-2,9	1,3	13,0	7,7	5,3
Nr8 - Nr7			2,1**	1,0	4,6*	3,0	0,9	8,6	11,2*	-0,3	0,6	0,3	-2,2	1,2	30,9	24,0	6,9
Nr9 - Nr7			2,9*	1,5**	5,5*	3,5**	2,3**	5,3	10,0*	-0,5	-0,1	0,6	-3,0**	2,3**	30,3	20,5	9,8**
Nr9 - Nr8			0,8	0,5	0,9	0,5	1,4	-3,3	-1,2	-0,2	-0,7	0,3	-0,8	1,1	-0,7	-3,5	2,8

Objaśnienia/ Explanation * , ** – istotność statystyczna na poziomie 5%, 10% / – statistical significant on level 5%, 10%,
¹ – test t-Studenta nie był obliczany / Student test was not calculated.

w Ursynowie w stosunku do Okęcia był na tyle znaczny, że uzyskane wartości różnic osiągnęły istotność statystyczną na poziomie co najmniej 0,10, a w styczniu nawet 0,05. Charakterystyczne jest także to, że w miesiącach letnich (VI, VII, VIII, IX oraz X) nie zaszły istotne zmiany w rozkładzie różnic po rozbudowaniu miasteczka SGGW. Wartości różnic zamieszczone w wierszu nr 9 – nr 8 (tab. 1) zasługują na uwagę ze względu na to, że charakteryzują one okres, gdy nastąpiła rozbudowa miasteczka SGGW. Różnice te są więc na ogół mniejsze aniżeli dla okresów znacznie dłuższych. Istotne jest jednak to, że wartości tych różnic mają znak dodatni w chłodnej połowie roku i ujemny w miesiącach letnich (VI–VIII) i we wrześniu. Zjawisko to zaznacza się częściowo także w latach 1960–2000. Ta regularność w rozkładzie omawianych różnic sum miesięcznych opadu świadczy o tym, że pojedyncze ekstremalne wartości opadu nie zakłóciły w istotnym stopniu sum miesięcznych w rozważanym okresie lat 2000–2004.

Dalszym potwierdzeniem oddziaływania zabudowy Ursynowa i miasteczka SGGW na opad są sumy roczne i sezonowe opadów na Ursynowie i na Okęciu (tab. 1). Wartości sum opadu w Ursynowie stopniowo wzrastają (choć w niektórych okresach roku nieznacznie) w miarę zwiększania obszaru zabudowanego w rejonie stacji meteorologicznej (od 1960 do 2004 r.) natomiast na Okęciu w wymienionych latach takie zjawisko nie występuje.

Wnioski

Przeprowadzone porównania zmian w wysokości opadu atmosferycznego na stacji Ursynów SGGW, zachodzących w miarę wzrostu zabudowy terenów wokół stacji, wykazały, że w miarę zwiększania obszaru zabudowanego od 1960 do 2004 roku następował stopniowo wzrost wysokości opadu na stacji w Ursynowie w porównaniu z Okęciem.

We wszystkich rozważanych okresach występuje ciekawe zjawisko, polegające na tym, że wzrost opadów na stacji Ursynów w stosunku do Okęcia zaznacza się systematycznie i wyraźnie w pierwszej połowie roku, w zależności od okresu od stycznia do czerwca lub lipca.

Można uznać za udowodniony nieznaczny, ale istotny przyrost opadów w Ursynowie także po rozbudowie miasteczka akademickiego SGGW. Wzrost wysokości opadu w Ursynowie w wyniku urbanizacji tego terenu jest niższy od wartości podawanych w literaturze i kształtuje się na poziomie około 6%. Przyjmuje się, że na obszarze większych miast, w zależności od kierunku napływu chmur opadowych, przyrost opadu może wynosić kilkanaście procent w porównaniu z terenami niezabudowanymi. Przyczyna mniejszego przyrostu opadu w Ursynowie może leżeć w tym, że Ursynów jest dzielnicą peryferyjną Warszawy o mniejszym zagęszczeniu zabudowy i tras komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu.

Literatura

- BUDZISZEWSKA E. 1967: Ze studiów nad rozkładem opadów atmosferycznych nad obszarem Wielkiej Warszawy. *Przeł. Geofiz.* 3–4: 273–292.
- KACZOROWSKA Z. 1967: Opady Wielkiej Warszawy i jej okolic w okresie 1956–60. *Przeł. Geofiz.* 3–4: 251–272.
- LORENC H. 1978: Opady ulewne i nawalne na obszarze Wielkiej Warszawy. *Przeł. Geofiz.* 4: 234–271.
- LORENC H. 1991: Wpływ urbanizacji Warszawy na zmienność opadów atmosferycznych. *Wiad. IMGW XIV*, 1–4: 109–126.
- ŁYKOWSKI B. 2002: Wpływ urbanizacji na opady atmosferyczne w południowej części Warszawy. *Przeł. Nauk. Inż. i Kształ. Środ. Roc. XI*, 1(24): 298–304.
- Miesięczny Przegląd Agrometeorologiczny, 1982–2000. IMGW, Warszawa.
- Opady Atmosferyczne, 1961–1981. PI-HM/IMGW, Warszawa.

Summary

Influence of the University campus development on the amount of precipitation. It was found that the development of Ursynów in 1980–2000 as well as University campus in the period 2000–2004 showed occurrence gradually increase amount of precipitation at Ursynów station SGGW – in comparison with Okęcie (airport). Increase in precipitation trends upwards about 60% of total annual precipitation and it is less than whole receives in literature (a dozen percentage).

It may be caused that Warsaw Ursynów district (140 thousands inhabitants) is situated on the outskirts of agglomeration of Warsaw.

Author's address:

Bonifacy Łykowski
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska
ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warsaw
Poland

