

Bonifacy ŁYKOWSKI, Romuald MADANY

Katedra Rekultywacji Środowiska Przyrodniczego

Klimat lokalny w rejonie Skarpy Ursynowskiej na odcinku Ursynowa-SGGW

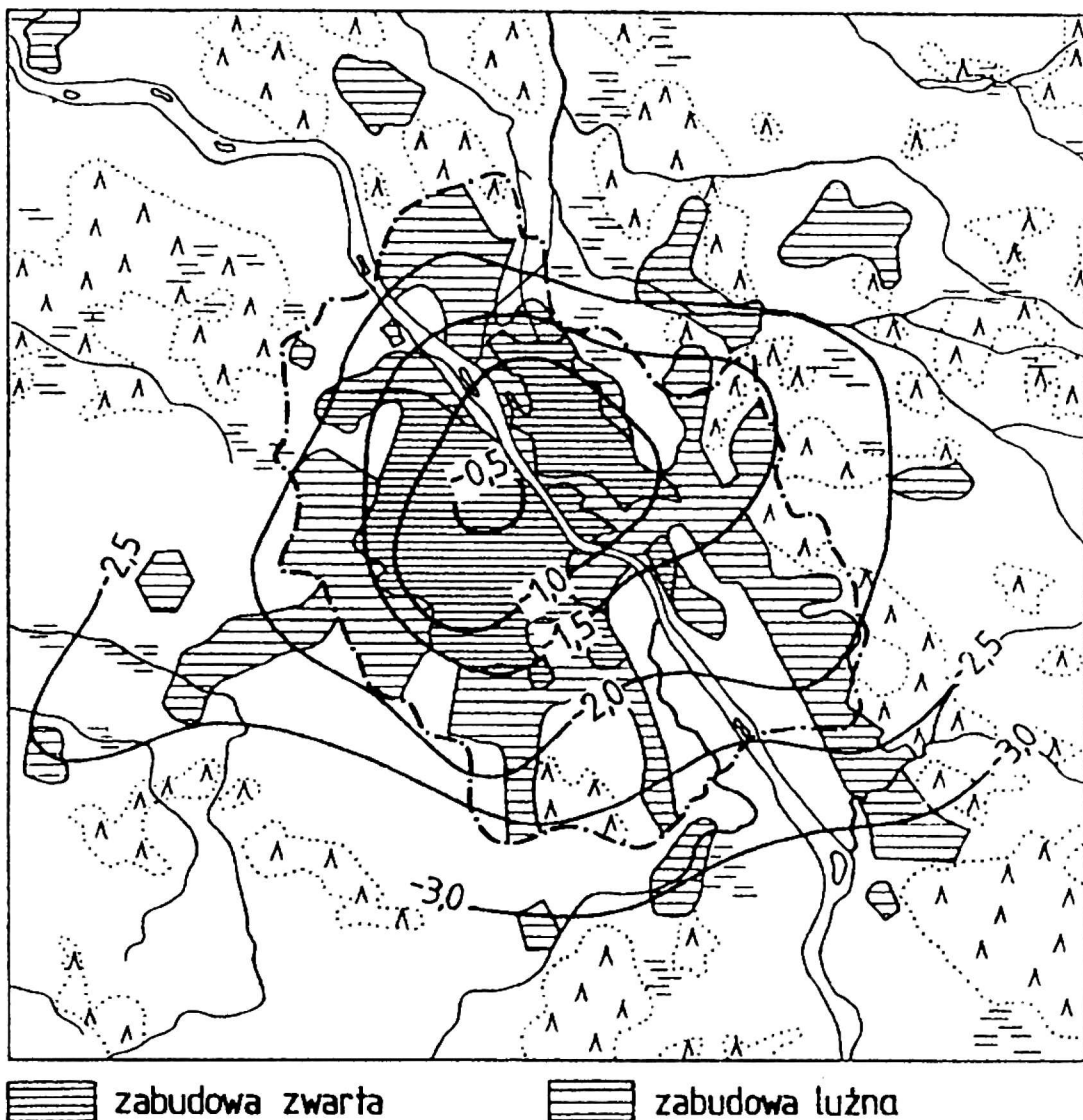
Wprowadzenie

Klimat lokalny omawianego rejonu jest kształtowany przez oryginalne warunki topograficzne. Głównym elementem topograficznym jest skarpa będąca krawędzią wysoczyzny. Skarpa na odcinku Ursynowa-SGGW przebiega z kierunku NW i biegnie dalej w kierunku SE z odchyleniem ku SSE. Wysokość względna skarpy wynosi od 16–18 m; jest ona porośnięta zwartym drzewostanem. Drugim ważnym elementem krajobrazu są osiedla mieszkaniowe gminy Warszawa-Ursynów. Na wysokości Wolicy osiedle mieszkaniowe jest położone już w odległości kilkudziesięciu metrów od krawędzi wysoczyzny. W pozostałej części terenu, to jest na odcinku ośrodka akademickiego SGGW i dalej do al. Wilanowskiej zabudowa jest głównie niska i rozrzucona. Zwarta zabudowa mieszkaniowa Ursynowa – średnia i częściowo wysoka, w tej części terenu występuje w odległości około 800 m od skarpy. Dolina Wisły na omawianym odcinku w odległości do około 1 km od skarpy jest otwarta. Nie występują tu zarówno większe ob-

szary zadrzewienia, jak też zwarta zabudowa. Wymienione wyżej elementy krajobrazu oddziałują na klimat lokalny zarówno pozytywnie, jak też negatywnie. Otwarta dolina Wisły i stosunkowo duża odległość zwartej zabudowy zapewniają dobre warunki wymiany powietrza w rejonie skarpy i na obszarze przylegającej wysoczyzny. Natomiast w dolinie Wisły zaznacza się wyraźne lokalne zróżnicowanie temperatury i niedosytu wilgotności powietrza, prędkości wiatru, występowania mgły oraz przymrozków.

Ważniejsze cechy klimatu Warszawy i terenów podmiejskich

Charakterystyka klimatu aglomeracji warszawskiej obejmuje obszar administracyjny m.st. Warszawy (rys. 1). Na tym obszarze występuje zwarta zabudowa śródmiejska, zróżnicowana zabudowa przedmieść, a także tereny podmiejskie, w tym użytkowane rolniczo. Ważnym czynnikiem klimatu lokalnego omawianego obszaru są tereny zielone, jak: parki, niewielkie kompleksy leśne oraz zieleń



RYSUNEK 1. Rozkład różnic minimalnej temperatury powietrza między miastem i otoczeniem w lipcu 1969 r. (Stopa-Boryczka 1992)

niska. Wyniki opracowania klimatu Warszawy i okolic, przedstawione w pracy Stopy-Boryczki (1992) opierają się na pomiarach meteorologicznych wykonywanych na 5 stacjach IMGW z lat 1961–1965 i 7 posterunków meteorologicznych Zakładu Klimatologii UW z 1969 roku. W niniejszym opracowaniu wykorzystano także pomiary ze stacji meteorologicznej Zakładu Meteorologii i Klimatologii SGGW w Ursynowie, z lat 1960–1965.

W tabeli 1 zamieszczono wartości największych zanotowanych różnic ele-

mentów i zjawisk meteorologicznych między śródmieściem i peryferiami Warszawy. Dodatkowo wartości różnic oznaczają, że dany element ma wyższe wartości w śródmieściu aniżeli na peryferiach, znak minus, że w śródmieściu wartości danego elementu są mniejsze niż na peryferiach. Istotne zróżnicowanie zaznacza się w przypadku większości rozważanych elementów. Warto zwrócić uwagę na znacznie mniejszą liczbę dni z burzą w śródmieściu Warszawy aniżeli na peryferiach. Jest to zjawisko mniej znane i zbadane w klimatologii. Stosunkowo sł-

TABELA 1. Największe różnice średnich wartości elementów meteorologicznych między centrum i peryferiami Warszawy w okresie 1961–1965 i w 1969 roku, parowanie i P-E z lat 1960–1965

Nazwa elementu i jednostki	Różnica
Temperatura średnia dobowa (C°)	1,1
Temperatura maksymalna (C°)	0,5
Temperatura minimalna (C°)	2,0
Dni przymrozkowe ($t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)	-10
Dni mroźne ($t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)	-5
Ciśnienie pary wodnej (hPa)	-0,5
Wilgotność względna (%)	-5
Niedosyt wilgotności powietrza (hPa)	1,8
Zachmurzenie (%)	4
Dni pogodne (rok)	-4
Dni pochmurne (rok)	18
Dni z mgłą (rok)	-18
Suma opadu atmosferycznego (mm, rok)	75
Parowanie potencjalne (mm, rok)	153
Opad – parowanie P-E (mm, rok)	-103
Dni z opadem $\geq 0,1$ mm (rok)	-8
Dni z opadem $\geq 1,0$ mm (rok)	7
Dni z opadem $\geq 10,0$ mm (rok)	2
Dni z burzą (rok)	-7
Dni z pokrywą śnieżną (rok)	4
Prędkość wiatru ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	-1,4
Dni z wiatrem silnym ($\geq 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, rok)	-8
Liczba cisz	97
Sumy promieniowania całkowitego ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{miesiąc}^{-1}$) – 1969 r.	58,6
Zanieczyszczenie (opad pyłu w $\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{miesiąc}^{-1}$) – 1996 r.	110

be zróżnicowanie zaznacza się w przypadku temperatury maksymalnej, ciśnieniu pary wodnej, dni pogodnych i dni z opadem ≥ 10 mm.

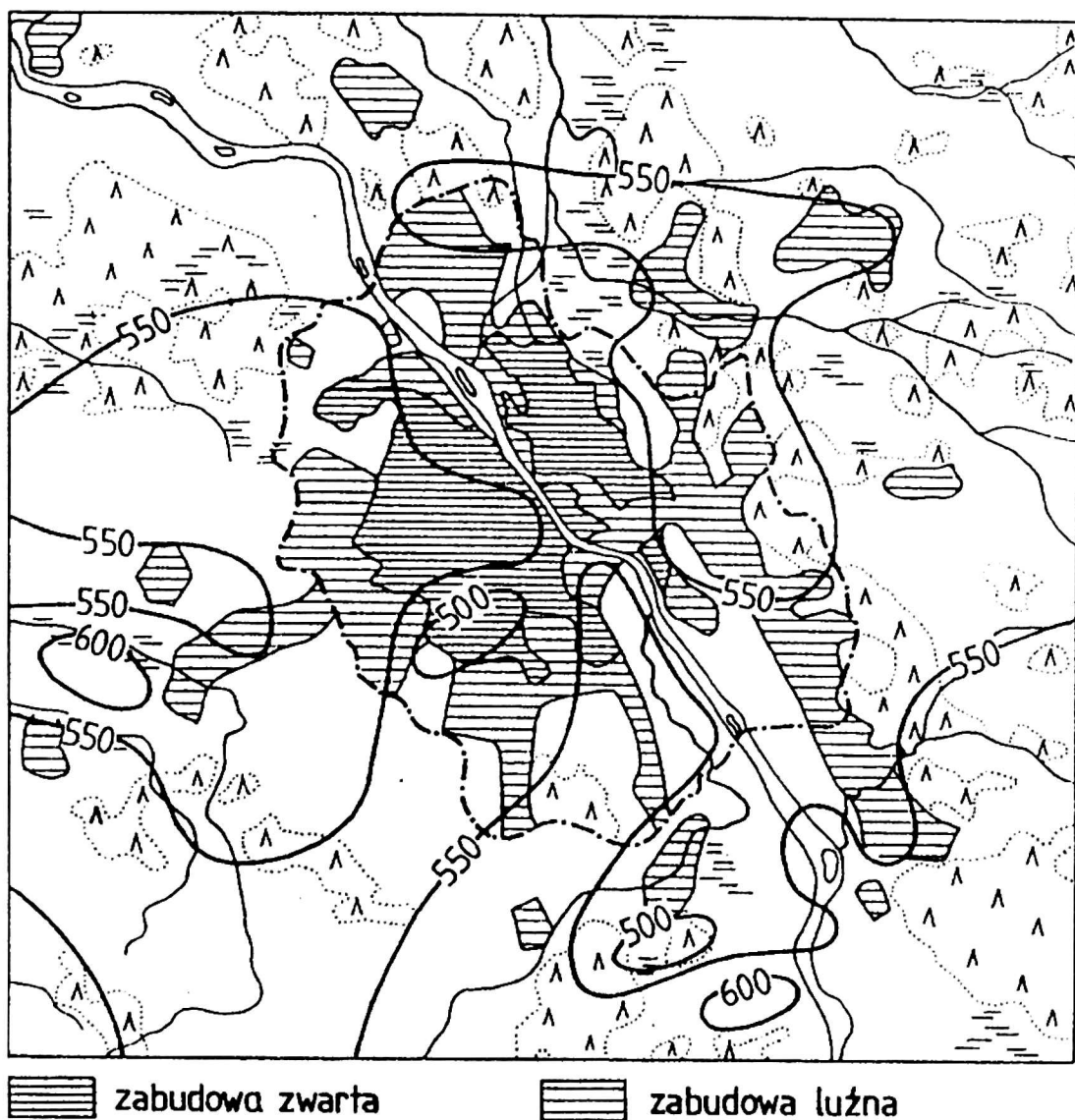
Na rysunku 1 przedstawiono przestrzenny rozkład różnic temperatury minimalnej powietrza na obszarze Warszawy. Rozkład izolinii na tym rysunku bardzo dobrze ilustruje występowanie miejskiej „wyspy ciepła”; temperatura minimalna na peryferiach jest średnio o $2,5^{\circ}\text{C}$ niższa aniżeli w centrum miasta, a w pojedynczych dniach dochodzi nawet do 9°C (Stopa-Boryczka 1992), nie dotyczy

to temperatury maksymalnej. Istotną rolę odgrywa także występowanie wiatru z sektora SW. Rejon Okęcia znajduje się z tego względu przeważnie poza zasięgiem ocieplającego oddziaływania miasta. Duże znaczenie ma także rzeźba terenu. Temperatura minimalna na stacji meteorologicznej Stacja Pomp wynosi średnio $3,8^{\circ}\text{C}$, a na stacji Instytutu Geografii UW, położonej około 20 m wyżej, $4,5^{\circ}\text{C}$. Średnia liczba dni przymrozkowych w roku wynosi: Stacja Pomp – 113 dni, Instytut Geografii UW – 104 dni.

Na wyższe wartości temperatury minimalnej powietrza w centrum miasta ma wpływ zwarta zabudowa i charakter podłoża (dachy, asfalt, ściany szybciej się nagrzewają w ciągu dnia słonecznego) oraz zanieczyszczenie powietrza przeciwdziałające nocnemu wypromieniowaniu energii z podłoża do atmosfery. Największe lokalne zróżnicowanie temperatury powietrza w stosunku do otoczenia wykazują obszary zwartej zabudowy i zespoły zieleni parkowej.

Rozkład opadów atmosferycznych na obszarze Warszawy (rys. 2) wynika

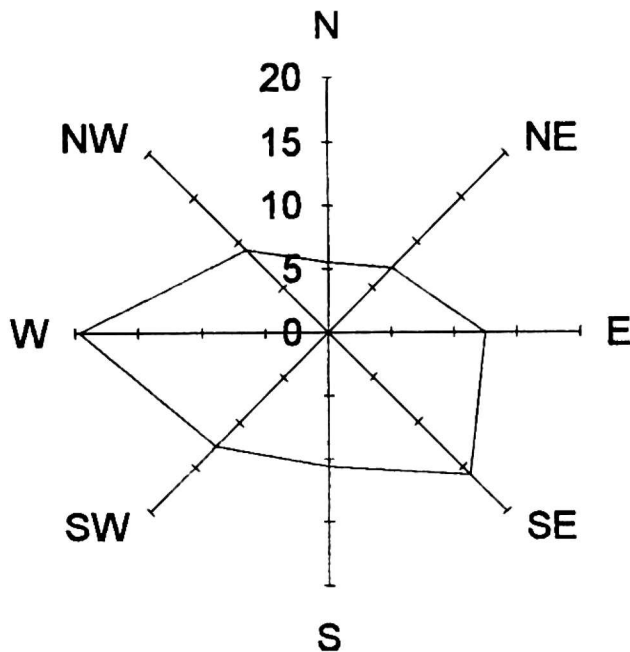
z oddziaływania przeważających wiatrów zachodnich (rys. 3). Dlatego najwyższe opady występują w południowo-zachodniej i zachodniej części miasta (600 mm). Zmniejszenie sumy opadu do około 500 mm w roku ma miejsce na obszarze doliny Wisły, niezależnie od zabudowy. Powierzchnia wody wolniej się nagrzewa, co wpływa na osłabienie prądów wstępujących powietrza i zmniejszenie procesu kondensacji pary wodnej w atmosferze. Ponowny wzrost rocznych sum opadu (do 550 mm) zaznacza się na obszarze wschodnich peryferii Pragi.



RYSUNEK 2. Rozkład rocznych sum opadów w Warszawie na tle otoczenia wg Z. Kaczorowskiej (1956–1960)

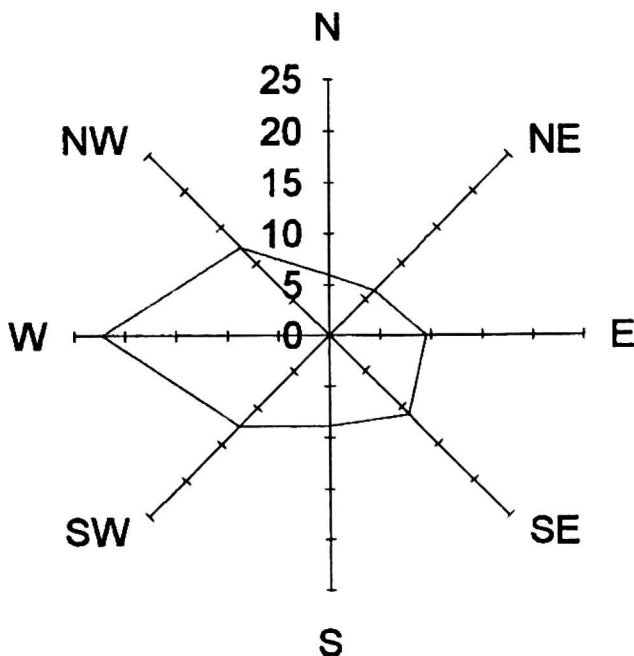
Kierunek wiatru	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisze
Częstość [%]	5,5	7,2	12,5	15,9	10,6	12,6	19,7	9,1	6,9

a



Kierunek wiatru	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisze
Częstość [%]	6	6,3	9,5	11	8,9	12,6	22,3	12,3	11,1

b



RYSUNEK 3. Procentowy rozkład kierunków wiatru na stacji Warszawa-Okęcie: a – I–IV, XI–XII 1951–1965; b – V–X 1951–1965

Ważniejsze cechy klimatu lokalnego doliny Wisły w rejonie Warszawy

Porównanie klimatu doliny Wisły i wysoczyzny zostało dokonane na podstawie danych meteorologicznych ze stacji SGGW w Oborach (dolina Wisły) i Ursynowie (wysoczyzna). Odległość między tymi stacjami w linii prostej wynosi 10 km. Przyjęty okres 1959–1968 wynika z faktu, że w tym czasie obie stacje były położone w terenie nie zabudowanym. Pozwala to na badanie wpływu jedynie rzeźby terenu (Skarpy Ursynowskiej) na zróżnicowanie klimatu lokalnego doliny. Najważniejsze cechy klimatu doliny Wisły są niekorzystne z punktu widzenia bioklimatycznego. Według badań Zakładu Meteorologii i Klimatologii SGGW (Madany i in. 1973) w dolinie Wisły na odcinku Wolica-Obory średnia miesięczna temperatura minimalna powietrza jest o 1°C niższa aniżeli na wysoczyźnie, a dobowe minima w dolinie mogą być niższe o 4°C . W miesiącach letnich natomiast w dolinie obserwuje się wyższe wartości temperatury maksymalnej o około $0,6^{\circ}\text{C}$ średnio w okresie od maja do września, a w pojedynczych dniach dochodzi do 2°C . To niekorzystne zaostrenie warunków termicznych w dolinie Wisły jest związane ze znacznym zmniejszeniem prędkości wiatru, co sprzyja powstawaniu zastoisk chłodnego powietrza, mgły lub większemu nagrzananiu w dzień słoneczny przy słabej wentylacji doliny. Średnio w roku prędkość wiatru w dolinie (ok. 320 m od skarpy) jest mniejsza o $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (przy średniej rocznej w dolinie $2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Ściszenie

wiatru w dolinie jest największe w lutym (o $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ przy średniej $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) i styczniu (o $1,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ przy średniej $2,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Latem prędkość wiatru w dolinie spada o 0,8 do $1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ w stosunku do wysoczyzny.

Jak już zaznaczono wcześniej, w okresie letnim korzystne oddziaływanie szeroko otwartej doliny Wisły zaznacza się polepszeniem warunków wentylacyjnych terenów w rejonie skarpy, zwłaszcza przy wiatrach wiejących z kierunków NE, E, SE. W okresie zimy jednak tereny te będą narażone na działanie chłodnego, a także mroźnego wiatru ze wschodu, o większej prędkości.

W miesiącach zimowych w sektorach E występuje znaczny wzrost udziału wiatru o prędkości $\geq 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ w porównaniu z miesiącami letnimi. Również średnia prędkość wiatru w półroczu zimowym jest większa aniżeli w letnim. Na rysunku 3 pokazano procentowy rozkład kierunków wiatru niezależnie od prędkości w półroczu zimowym (XI–IV) i letnim (V–X). Stwierdzono, że w półroczu zimowym wzrasta udział wiatru z kierunków E i SE o 3–5% w stosunku do wszystkich kierunków i o około 1/3 na tych kierunkach w półroczu zimowym w stosunku do półrocza letniego. Te kierunki wiatru są równocześnie najsilniej sterowane przez krawędź wysoczyzny odchylając ich kierunek w prawo (Laskowska i Madany 1962).

Według powyższych danych istnieje znaczne niebezpieczeństwo szkodliwego oddziaływania na osiedle chłodnego a nawet mroźnego wiatru ze wschodu w okresie zimowym, i to w miesiącach od listopada do kwietnia. Jest dość duże pra-

wdopodobieństwo, że wiatr z kierunku SE nie będzie zbyt silnie oddziaływał na tereny wysoczyzny położone w pobliżu krawędzi ze względu na to, że krawędź wysoczyzny wykazuje istotne możliwości sterowania napływem powietrza z kierunku E, a zwłaszcza SE. Istnieje także możliwość zwiększenia efektu sterowania wiatrem przez krawędź wysoczyzny. Można to osiągnąć wprowadzając wzdłuż krawędzi na wysoczyźnie pas zadrzewień azurowych, zwiększając łączną wysokość tej przeszkody terenowej dla wiatru.

Osiedla Ursynowa położone od strony zachodniej wpływać będą na zmniejszenie prędkości wiatru w rejonie skarpy, wiejącego z kierunków W, SW, NW. Wiatr ten przynosić będzie aerozol miejski na ten teren. Jednak ze względu na znaczny udział większych prędkości wiatru wiejącego z sektorów zachodnich należy się spodziewać dość szybkiego samooczyszczenia powietrza w okresie występowania pogody z cyrkulacją zachodnią, zwłaszcza że występujące ciągi wentylacyjne ulic Ciszewskiego, Kopczińskiego, Nugat oraz otwarte tereny z rzadką, niską zabudową sprzyjają szybszej wymianie powietrza.

W Zakładzie Meteorologii i Klimatologii SGGW zapoczątkowane zostały badania zmian klimatu lokalnego w rejonie skarpy na obszarze zespołu miasteczka akademickiego SGGW. Porównania wybranych elementów meteorologicznych dokonano na podstawie danych ze stacji meteorologicznych Warszawa-Okęcie i Warszawa-Ursynów SGGW. Porównywano warunki meteorologiczne z okresu 1961–1971 – przed wybudowaniem osiedla Ursynów i 1980–1987, gdy była

już zrealizowana budowa osiedli Ursynowa Północnego do osiedla Imielin, położonych w sektorach stron świata od S do W względem terenów SGGW.

Wstępne badania zróżnicowania temperatury powietrza i ciśnienia pary wodnej w rejonie skarpy na odcinku terenu SGGW w okresach przed i po wybudowaniu osiedla Ursynów wykazały, że po wybudowaniu Ursynowa w stopniu istotnym wzrosła temperatura powietrza, a zmniejszyło się ciśnienie pary wodnej. Średnia roczna różnica temperatury powietrza w wieloleciu między rozpatrywanymi stacjami przed wybudowaniem Ursynowa wynosi $0,0^{\circ}\text{C}$, a po wybudowaniu jest wyższa na Ursynowie-SGGW o $0,2^{\circ}\text{C}$, a w pojedynczych dniach przekracza wartość 3°C . Większa zmiana zaznaczyła się w ciśnieniu pary wodnej, której wartości po wybudowaniu osiedla zmniejszyły się w rejonie SGGW średnio w roku o $0,7\text{ hPa}$ w porównaniu ze stacją na Okęciu (lotnisko).

W tabeli 2 zamieszczono wartości miesięczne omawianych różnic w celu scharakteryzowania przebiegu tych zjawisk w okresie rocznym.

Szczególnie wyraźny wzrost temperatury powietrza (średnio w roku o $0,3^{\circ}\text{C}$, zimą o $0,4^{\circ}\text{C}$) w rejonie Ursynowa-SGGW ma miejsce, gdy występuje wiatr o kierunkach południowym i zachodnim (od strony osiedli Ursynowa).

Ciśnienie pary wodnej w powietrzu najbardziej zmniejsza się na terenie Ursynowa-SGGW przy wiatrach zachodnich (w okresie lata o $1,2\text{ hPa}$).

W 1995 roku wprowadzono na stacji Ursynów-SGGW stałe pomiary koncentracji CO_2 i SO_2 . Stężenie CO_2 w powie-

TABELA 2. Zmiany średniej temperatury powietrza i ciśnienia aktualnego pary wodnej na stacji Warszawa-Ursynów, po wybudowaniu osiedla Ursynów-Natolin, w porównaniu do stacji Warszawa-Okęcie

Okres	Pory roku												Rok				
	Miesiące			zima			wiosna			lato				jesień			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII					
Zmiany średniej temp. pow. (°C)	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,0	-0,1	0,4	0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2
Zmiany średniego ciśn. aktual. pary wodnej (hPa)	0,2	-0,2	-0,3	0,6	-1,3	-1,3	-0,7	-0,9	-0,7	-0,6	-0,2	-0,4	-0,3	-0,7	-1,1	-0,5	-0,7

trzu atmosferycznym waha się w pobliżu normy (460 ppm); przybliżone dane o koncentracji SO₂ wskazują, że stężenie tego zanieczyszczenia jest na terenie Ursynowa-SGGW wielokrotnie niższe od dopuszczalnego.

Podsumowanie

1. Na obszarze aglomeracji warszawskiej zaznacza się wyraźne zróżnicowanie klimatu lokalnego z oddziaływaniem osiedli o zwartej zabudowie, terenów zielonych (zieleni wysokiej i niskiej) oraz doliny Wisły.

2. Z punktu widzenia bioklimatu, cechy charakterystyczne klimatu doliny Wisły są przeważnie niekorzystne (zmniejszenie przewietrzania, zastoiska chłodnego i mroźnego powietrza, zaleganie mgły).

3. Na odcinku Ursynowa-SGGW nie zaznacza się zbyt wyraźnie ujemne oddziaływanie klimatu lokalnego doliny Wisły, a równocześnie nie jest hamowane oddziaływanie dodatnie (przewietrzenie).

4. Stwierdzono wyraźne oddziaływanie na klimat lokalny w rejonie Skarpy Ursynowskiej osiedla mieszkaniowego Ursynów Północny (podwyższenie temperatury powietrza, zmniejszenie ciśnienia pary wodnej i prędkości wiatru).

5. Wstępne wyniki pomiarów wykazały, że stężenie CO₂ w powietrzu w rejonie Ursynowa-SGGW waha się w pobliżu normy, a stężenie SO₂ jest wielokrotnie niższe od dopuszczalnego.

Literatura

- LASKOWSKA A., MADANY R. 1962: *O stosunkach anemometrycznych na skraju pradoliny Wisły*. Przegł. Geofiz., z. 4, Warszawa.
- ŁYKOWSKI B., MADANY R. 1992: *Zróżnicowanie warunków termicznych i wilgotnościowych na terenie Warszawy*. Konf. nauk. nt. Ochrona i kształtowanie środowiska rolniczego. Wyd. SGGW, Warszawa.
- MADANY R., RADOMSKI C., ŁYKOWSKI B., JAKUBIAK J. 1973: *O klimacie lokalnym doliny Wisły koło Warszawy*. Zesz. Nauk. AR w Warszawie, Mel. Rol. 12.
- STOPA-BORYCZKA M. 1992: *Z badań klimatu Warszawy Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego*. Prace i Stud. Geograf., T. 11, Wydz. Geograf. i Stud. Reg., Wyd. UW, Warszawa: 21–38.

Summary

Local climate of the Vistula River valley slope on the section of Ursynów (Warsaw Agricultural University). The paper presents the most important climate properties of Warsaw, suburb areas and the Vistula River valley on the section of Warsaw Agricultural University.

Authors' address:

B. Łykowski, R. Madany
Warsaw Agricultural University – SGGW
02–787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166
Poland