

SZYMON ŁUKASIEWICZ

TEMPERATURA I WILGOTNOŚĆ POWIETRZA W OGRODZIE BOTANICZNYM UAM NA TLE WYNIKÓW POMIARÓW STACJI METEOROLOGICZNEJ POZNAŃ ŁAWICA

ZARYS TREŚCI

W artykule przedstawiono wyniki badań nad różnicami w wartościach pomiarów temperatury i wilgotności dokonanych w Ogrodzie Botanicznym UAM w Poznaniu i w standardowej stacji meteorologicznej IMGW, oddalonej w linii prostej o 3,5 km. Wnioski skłaniają do zmiany metodyki dokonywania pomiarów na obszarach parkowo-leśnych, jakimi są ogrody botaniczne i inne parki, w porównaniu do standardowych stacji klimatycznych. Powodowane przez rośliny zmiany parametrów atmosfery polegają na zmniejszeniu amplitud temperatur, większej wilgotności powietrza, osłabieniu prędkości wiatru oraz wydłużeniu czasu reakcji po zaistnieniu opadów.

WSTĘP

Większość Ogródów Botanicznych w Polsce znajduje się na terenie dużych aglomeracji miejskich. Otoczone miejską zabudową, stanowią wyróżniający się fragment naturalistycznie zagospodarowanej przestrzeni. W miejsce pierzei ulic, ścian i dachów budynków, w ogrodach botanicznych dominują układy złożone z naturalnych elementów, m.in.: grup drzew i krzewów, sieci hydrograficznej, kulturowanych trawników, łąk itp. Dla cyrkulacji atmosfery stwarza to odmienne warunki, zarówno w porównaniu do zwartej zabudowy, jak i w odniesieniu do powierzchni otwartych. Aby ukazać tę specyfikę, pomiary meteorologiczne w ogrodach botanicznych, w przeciwieństwie do standardowych stacji meteorologicznych, powinny być dokonywane w miejscach dla nich reprezentatywnych, tj. w bezpośrednim otoczeniu wymienionych grup roślin*.

* Konsultacje z klimatologami powinny być poprzedzone wyjaśnieniem celu oraz specyfiki

Artykuł ten przedstawia zróżnicowanie temperatury i wilgotności w Ogrodzie Botanicznym UAM w Poznaniu na tle pomiarów stacji meteorologicznej IMGW Poznań Ławica.

METODYKA BADAŃ

W latach 1995–1999 prowadzone były na terenie Poznania badania rytmiki sezonowej kasztanowca zwyczajnego (białego) *Aesculus hippocastanum* L. Wykonywano je przy wykorzystaniu metodyki obserwacji fenologicznych na dwudziestu jeden stanowiskach w obrębie miasta. Równolegle prowadzone były analizy wybranych czynników środowiska. Pozwoliło to na wykazanie związków komponentów abiotycznych z kondycją i stanem zdrowotnym drzew. Istotnym

pomiarów w Ogrodzie Botanicznym. W przeciwnym razie należy liczyć się z wyborem typowego miejsca dla stacji klimatycznej, neutralizującego wpływ, występującej na powierzchni Ogrodu, wielopiętrowej okrywy roślinnej.

elementem tych badań były pomiary temperatury i wilgotności powietrza. Punktem odniesienia dla powierzchni badawczych w mieście było stanowisko w Ogrodzie Botanicznym UAM.

Na każdym stanowisku zainstalowano w marcu 1999 r. mikrorejestratory temperatury i wilgotności powietrza. Dysponując informacjami o sumie opadów i ich rozkładzie rocznym (dane z IMGW), wilgotności powietrza na stanowisku oraz o temperaturze tego miejsca, można określić dominujące cechy występującego tam reżimu pogody. Wymienione parametry są bowiem głównymi elementami określającymi klimat danego obszaru (Woś 1994).

Mikrorejestratory temperatury i wilgotności powietrza (Hobo Pro Series Data Loggers, Onset Computer Corporation, USA), dzięki dużej pojemności pamięci mikroprocesora (zdolnej do zapisania 65 000 pomiarów), wodoodporności, małemu poborowi energii (jedna bateria wystarcza na 3 lata), dokładności ($0,1^{\circ}\text{C}$ w zakresie od -30 do $+70^{\circ}\text{C}$, 3% RH) i małym rozmiarom (średnica 8 cm), umożliwiają zapisywanie wartości temperatury i wilgotności na dowolnych stanowiskach. W omawianym przypadku zostały one zamocowane bezpośrednio przy pniu drzewa, po jego północnej stronie, wewnątrz korony, na wysokości 4 m nad powierzchnią gruntu. Pozwoliło to na wyeliminowanie wpływu bezpośredniego promieniowania słonecznego na wartości pomiarów. Miejsce dokonywania pomiarów w Ogrodzie reprezentowało charakter powierzchni parkowej. Z jednej strony – starano się uniknąć skrajności leśnego zwarcia drzewostanu, z drugiej zaś – powierzchni otwartej (rys. 1). Urządzenia zaprogramowano tak, by zapisywały wartości temperatury i wilgotności co godzinę. Do obliczeń wykorzystano pomiary z go-

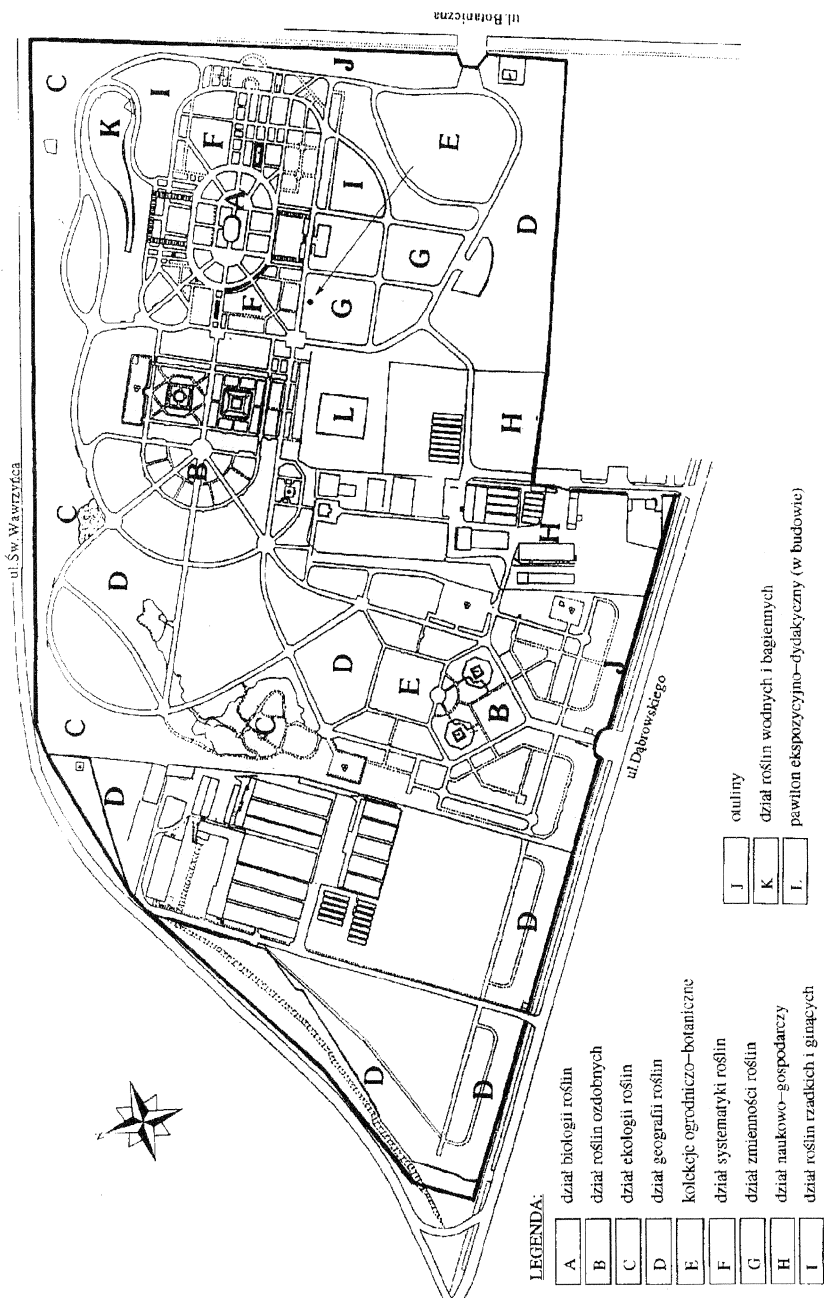
dzin, w których mierzone są ww. parametry na stacji IMGW. Jest to osiem pomiarów: 00.00, 03.00, 06.00, 09.00, 12.00, 15.00, 18.00 i 21.00. Czujniki zawieszono 9 marca 1999 r. w godzinach porannych, a zdjęto 13 grudnia 1999 r. Dokonywanie pomiarów zostało zaprogramowane od 10 marca, a ostatnie pomiary odczytano 12 grudnia. Termin rozpoczęcia pomiarów na stanowiskach wyprzedzał o ok. 1 miesiąc ukazywanie się pierwszych liści na osobnikach kasztanowców. Zdjęcia czujników dokonano po opadnięciu ostatnich liści na wszystkich drzewach *Aesculus hippocastanum* L. Źródłem standardowych danych meteorologicznych była stacja sieci pomiarowej IMGW Poznań Ławica, znajdująca się w linii prostej 3,5 km od wnętrza Ogrodu Botanicznego.

Błąd pomiarowy, wynikający ze zwiększonej o dwa metry w porównaniu do stacji IMGW wysokości dokonywania pomiarów, wydaje się marginalny, uwzględniając spadek temperatur wraz z wysokością, tzw. gradient adiabatyczny, wynoszący od $0,6$ do 1°C na 100 m wysokości. Obniżenie temperatury spowodowane zmianą wysokości o dwa metry wynosi w tej sytuacji od $0,012$ do $0,02^{\circ}\text{C}$, co przy różnicach temperatur między stanowiskami dochodzących do kilku stopni C stanowi wartość nieistotną.

Czujniki dokonywały automatycznie czterech pomiarów temperatury i wilgotności powietrza: wilgotności względnej – RH [%], wilgotności bezwzględnej – HUM [gm^{-3}], temperatury – T [$^{\circ}\text{C}$] oraz temperatury punktu rosy – DP [$^{\circ}\text{C}$].

W celu określenia wpływu koron kasztanowca na warunki świetlne przy powierzchni gruntu wykonano pomiary natężenia światła pod koronami i poza ich obrębem za pomocą czujnika światła fotosyntetycznie czynnego LI-190SA Quan-

OGRÓD BOTANICZNY UAM W POZNANIU



Rys. 1. Miejsce lokalizacji czujnika HOBO w Ogrodzie Botanicznym UAM w Poznaniu
 Fig. 1. Place of mounting the HOBO sensor in the Adam Mickiewicz University (AMU) Botanical Garden, Poznań

tum Sensor [$\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$] i Data Loggera typ LI-1000 (LI – COR, Lincoln, Nebraska, USA). Pomiarów dokonano w sierpniu 2001 r. na stanowiskach z nisko ugałęzionymi koronami.

Przedrostki stosowane dla określenia warunków klimatycznych wywodzą się z metodyki badań klimatycznych i przedstawiają różne skale przestrzenne. Pojęcie MIKROKLIMATU dotyczy małej powierzchni, którą analizują biolodzy w badaniach ekologicznych, np. korony drzewa, kępy traw czy małej polanki śródleśnej o wyrównanych parametrach oświetlenia, temperatury i wilgotności. Większą powierzchnię terenu opisuje TOPOKLIMAT, tj. klimat miejsca. Określenie to stosuje się dla obszarów jednorodnych, lecz nie istniejących samodzielnie, różnionych na mapie topograficznej, stąd przedrostek „topo”. Mogą to być np.: stok wzniesienia o wystawie południowej lub północnej, wierzchowina, plaża, brzeg (jeziora, polany, lasu) itp. Natomiast na określenie zespołu topoklimatów używany jest termin MEZOKLIMAT, który odnosi się do jednostek geograficznych samoistnych, np. do rynny jeziornej, doliny, zespołu wzgórz czy terenu miasta (OKOŁOWICZ 1969). Na początku XX w. J. Paczowski wprowadził pojęcie FITOKLIMATU (CELIŃSKI 1993). Termin ten oznacza wpływ, jaki wywierają zbiorowiska roślinne na parametry atmosfery. „Fitoklimat” należy więc do kategorii pojęć jakościowych i ma zastosowanie do różnych skal przestrzennych. Może to dotyczyć zarówno skali mikroklimatu (np. kępy traw), topoklimatu (np. klimat lasu bukowego) czy mezoklimatu, gdy dotyczy obszaru wyróżnianego jako forma terenu pokrytego roślinnością.

Ze względu na dominujące na terenie Poznania oddziaływanie otoczenia na korony drzew uzyskane wyniki po-

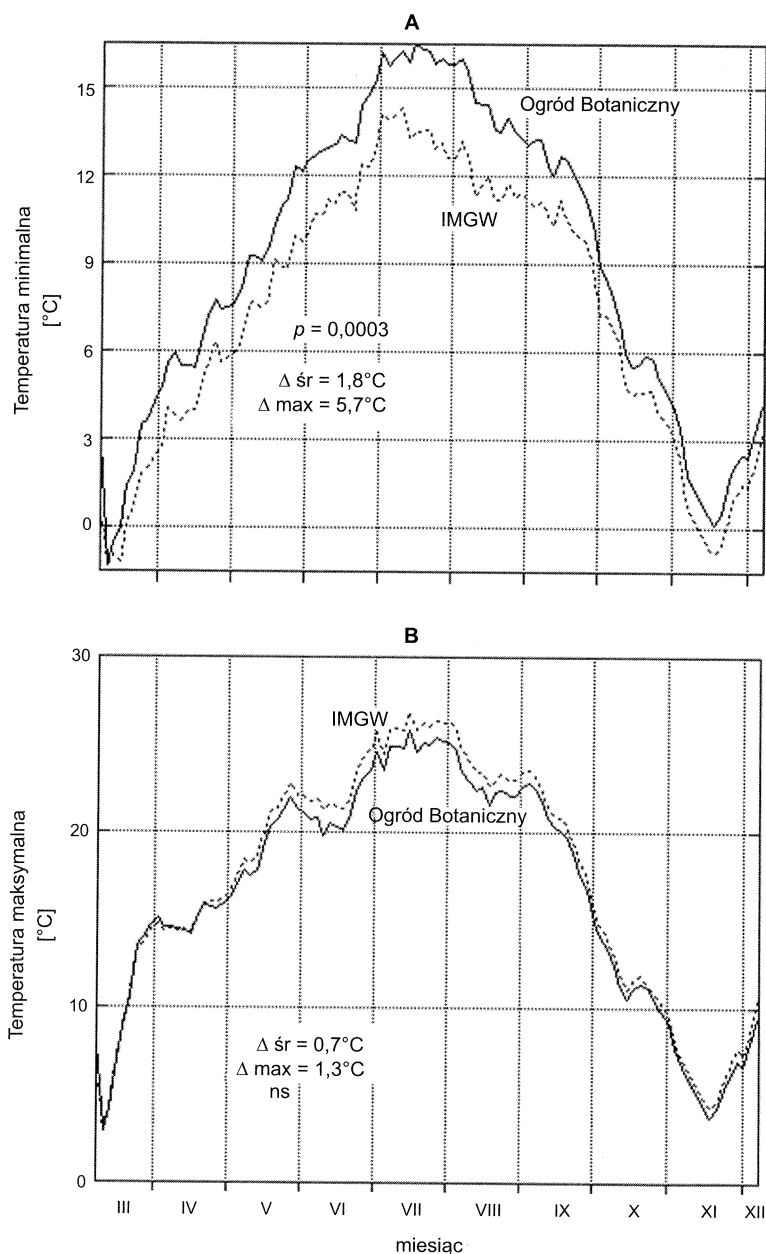
miarów temperatury i wilgotności należy rozpatrywać w kategorii pomiarów topoklimatycznych. Rozpatrując parametry pogodowe danego stanowiska, należy pamiętać, że odniesieniem wyższego rzędu jest skala przestrzenna mezoklimatu miasta.

Podczas analizy wyników wzięto pod uwagę następujące uwarunkowania:

1. Dokonywane pomiary obrazują wahania wartości elementów pogodowych we wnętrzu korony. Opisana lokalizacja czujników, po stronie północnej pni drzew, pozwoliła na dokonywanie przez urządzenia rzeczywistych pomiarów parametrów stanów atmosfery. Pomińnię zostały bowiem wartości skrajne na tzw. powierzchni czynnej, gdzie najintensywniej zachodzą procesy zamiany energii. Dotyczy to zarówno temperatur maksymalnych w dzień, jak i minimalnych, szczególnie nad ranem na otwartej powierzchni, gdzie dochodzi do wychłodzeń typu radiacyjnego.

2. W pomiarach na stanowiskach (pominiętych w niniejszej pracy) w obrębie miasta uzyskano znaczące różnice wartości parametrów atmosfery, pomimo zastosowania jednorodnych warunków pomiarów. Oznacza to przewagę wpływu właściwości podłoża rozpatrywanego w skali topoklimatycznej nad fitoklimatem tworzonym przez koronę pojedynczego drzewa (ŁUKASIEWICZ 2002).

Zrozumiałe jest, iż zróżnicowanie pokrycia terenu (powierzchnie biologiczne aktywne – zabudowa miejska) oznacza zmianę charakteru powierzchni czynnej. Dotyczy to takich parametrów, jak: pojemność cieplna, albedo czy emisja promieniowania długofalowego (WOŚ 1994, 1999; LEWIŃSKA 2000). Wydaje się, iż zarejestrowane wartości analizowanych parametrów dobrze oddają istotę tych różnic. Jeżeli weźmiemy pod uwagę charakter procesów atmosferycznych, to dokonywanie pomiarów co godzinę



Rys. 2. Przebieg temperatury minimalnej (A) i maksymalnej (B) w Ogrodzie Botanicznym UAM i na stacji meteorologicznej IMGW Poznań Ławica w okresie od 10 marca do 12 grudnia 1999 r.

ns – brak istotnych różnic

Fig. 2. Courses of minimum (A) and maximum (B) temperatures in the AMU Botanical Garden and in the meteorological station of IMGW in Poznań Ławica, from 10 March to 12 December 1999

ns – no substantial differences

umożliwiło zapis parametrów pogodowych praktycznie w sposób ciągły. Użytkano dzięki temu dane obrazujące różnice topoklimatyczne w obrębie klimatu miasta. Dzięki zachowaniu niezmiennych warunków pomiarów (wystawa, sposób zamocowania czujników) uzyskane parametry, dotyczące np. temperatur minimalnych, dobrze odzwierciedlają różnice, które osiągnęły nawet 5,7°C między stanowiskami w Ogrodzie Botanicznym i na stacji IMGW.

WYNIKI

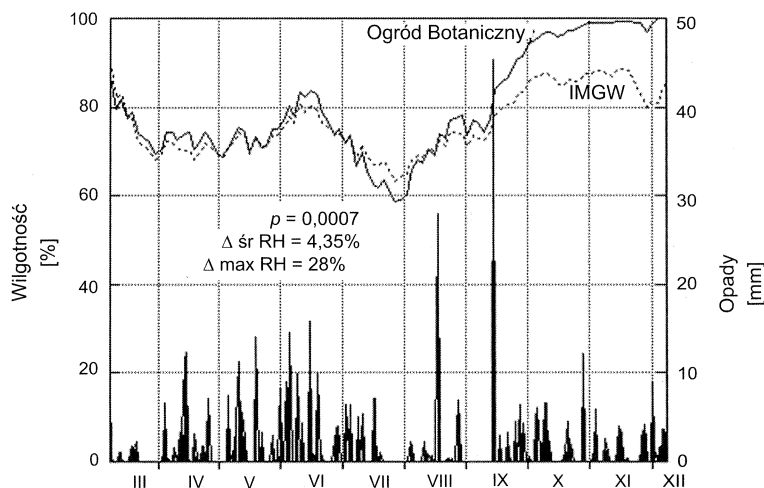
TEMPERATURA MINIMALNA

Przebieg temperatury minimalnej został przedstawiony na rycinie 2A. Średnia różnica temperatur na stanowiskach wynosiła 1,8°C, przy różnicy maksymalnej dochodzącej do 5,7°C i różnicach wyników na poziomie wysoce istotnym statystycznie $p = 0,0003$. Na wykresie widoczne są dwie tendencje w przebiegu

temperatur minimalnych. Od pierwszego dnia pomiarów, tj. od 10 marca, wartości pomiarów są zbliżone do siebie, co może wynikać z braku ulistnienia. Dzięki temu możliwe było swobodne wypromieniowanie energii w Ogrodzie, w postaci długofalowego promieniowania Ziemi. Natomiast początek wegetacji skutkuje powstaniem różnic, osiągających swe maksimum w okresie letnich upałów. Zjawisko to może tłumaczyć utrzymywanie się podwyższonych temperatur minimalnych w Ogrodzie Botanicznym, występujących równolegle z ulistnieniem roślin.

TEMPERATURA MAKSYMALNA

Temperatura maksymalna została przedstawiona na rycinie 2B. Średnia różnica temperatur maksymalnych wyniosła 0,7°C, przy wartości maksymalnej różnic osiągającej 1,3°C i braku istotnych różnic statystycznych między stanowiskami. W okresie pomiarowym wyróżnia się



Rys. 3. Przebieg wilgotności względnej powietrza na tle opadów w Ogrodzie Botanicznym UAM i na stacji meteorologicznej IMGW Poznań Ławica w okresie od 10 marca do 12 grudnia 1999 r.

Fig. 3. Course of relative air humidity on the basis of precipitation in the AMU Botanical Garden and in the meteorological station of IMGW in Poznań Ławica, from 10 March to 12 December 1999

przedział temperatur powyżej 20°C. W tym zakresie temperatura maksymalna powietrza zanotowana na stacji IMGW jest wyraźnie wyższa od wartości w Ogrodzie Botanicznym. Może to świadczyć o tym, że największy wpływ koron drzew na obniżenie temperatur maksymalnych w okresie letnich upałów ujawnia się po przekroczeniu wartości 20°C.

WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA POWIETRZA

Przebieg wilgotności względnej powietrza na tle wartości opadów został przedstawiony na rycinie 3. Średnie zróżnicowanie między stanowiskami wyniosło 4,2%, przy różnicach maksymalnych wynoszących 28% i wysoce istotnym zróżnicowaniu wyników na poziomie $p = 0,0007$. Znacząco wyższe wartości wilgotności w Ogrodzie Botanicznym niż na stacji IMGW są skorelowane z występowaniem opadów, szczególnie gdy występowały one cyklicznie, w krótkich odstępach czasu. Natomiast w okresach suszy i letnich upałów w lipcu zaznacza się obniżenie wartości wilgotności względnej w Ogrodzie. Może to być spowodowane mechanizmem obronnym roślin ograniczającym transpirację w wyniku bilansowania, będącej w deficycie wody i jej zużyciem na procesy fizjologiczne. Równoległe z cyklicznymi opadami i temperaturą poniżej 15°C w okresie jesiennym (rys. 3) uwidacznia się niemalże liniowy wzrost wilgotności powietrza w Ogrodzie Botanicznym, osiągający przy temperaturze poniżej 10°C wartość bliską nasycenia, tj. 100%.

DYSKUSJA

Na obszarach dużych miast (Lublin, Łódź, Poznań, Warszawa, Wrocław i in.) funkcjonują stacje IMGW, których celem

jest zbieranie informacji o parametrach atmosfery, według jednorodnej metody badań. Celem obserwacji meteorologicznych w ogrodach botanicznych jest próba odpowiedzi na pytanie: w jakim stopniu wzajemne ocienianie drzew i krzewów zmienia, w porównaniu z terenem otwartym, dobrze nasłonecznionym, fizyczny stan dolnej troposfery? Powierzchnie parkowe cechuje przy tym mozaika pokrycia terenu, od zwartych zadrzewień, poprzez kompozycje krzewów i bylin, do jednorodnych powierzchni trawników włącznie. Zróżnicowanie parametrów atmosfery w poznańskim Ogrodzie Botanicznym było badane przez KROTOSKĄ (1972), która wykazała dochodzące do kilku stopni C różnice temperatury powietrza między zgrupowaniami roślin drzewiastych a zbiorowiskami traw.

Zmiana właściwości atmosfery przez rośliny dotyczy amplitud temperatur, niedosytu wilgotności powietrza czy wysuszającej siły wiatru. Bezpośrednią przyczyną tych zmian jest zatrzymywanie przez ulistnione korony drzew ok. 80% krótkofalowego promieniowania Słońca, ograniczanie przez nie swobodnego wypromieniowania energii w postaci długofalowego promieniowania Ziemi oraz hamowanie swobodnego przepływu powietrza (LEWIŃSKA 2000). I tak na przykład, kasztanowce białe (zwyczajne) *Aesculus hippocastanum* L. posiadają jedno z największych powierzchni liści wśród drzew (KMIEĆ 1997, za cyt. tam lit.). Tak bogate ulistnienie ogranicza docieranie promieniowania fotosyntetycznie czynnego nawet do 0,5% wartości natężenia światła na terenie odkrytym (ŁUKASIEWICZ 2002). Konsekwencją silnego ocienienia gleby przez wysoką zieleń jest obniżenie temperatury gruntu pod drzewami nawet o 10°C, w porównaniu do na-

słonecznionej powierzchni trawnika, co potwierdza hipotezę o kluczowej roli szaty roślinnej w kształtowaniu się bilansu cieplnego (WALTER 1976; WOŚ 1994, 1999; KĘDZIORA 1999; LEWIŃSKA 2000).

W przypadku omawianego terenu, duże powierzchnie podszytu z roślin okrywowych oraz znaczący udział rozwiniętej warstwy krzewów sprawiają, iż opady nawilżają, niewspółmiernie większą od płaszczyzny poziomej, powierzchnię kolejnych pięter liści, konarów i pędów drzew, krzewów oraz bylin. Z literatury wynika, że powierzchnia liści, tylko w przypadku drzew, od 6 do 12 razy przekracza powierzchnię rzutu ich korony (!) (SIEWNIAK, ZIELONKO 1973; LEWIŃSKA 2000). Wielopiętrowość oraz wzajemne osłanianie roślin osłabiają przy tym siłę wiatru i wymuszają turbulencje strumieni powietrza, co sumarycznie sprzyja dłuższemu utrzymywaniu wilgotnych mas atmosfery w zadrzewieniach. Opóźnia to i ogranicza utratę wody z powierzchni roślin, wywołwaną swobodnym przepływem wiatru, co jest skutkiem jego mniejszej prędkości oraz złagodzonego niedosytu wilgotności powietrza. Istotność tego procesu wynika z faktu, iż wiatr wywołuje parowanie nawet wówczas, gdy niedosyt wilgotności jest równy zeru (CZARNOWSKI 1989).

Wymienione w artykule czujniki Hobo zostały sprawdzone w badaniach terenowych zarówno powietrza, jak i gleby. Obecnie są one używane m.in. w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku. Hobo Data Loggers, umieszczony wewnątrz klatki meteorologicznej, dokonuje automatycznych pomiarów temperatury i wilgotności powietrza w zlokalizowanej na terenie Instytutu stacji meteorologicznej.

WNIOSKI

Powodowane przez rośliny zmiany parametrów atmosfery:

1. Powierzchnią czynną, tj. powierzchnią, na której dokonuje się zamiana promieniowania świetlnego na energię cieplną, są górne, zewnętrzne warstwy drzew i krzewów. Oznacza to ocienienie pod koronami i zmniejszenie dopływu energii słonecznej do powierzchni gruntu. W konsekwencji obniżeniu ulegają tu temperatury maksymalne, gdyż największe ilości ciepła zostają zatrzymane w koronach roślin. Natomiast w nocy notowane są wyższe temperatury minimalne, w porównaniu do terenów otwartych (ulistnienie częściowo odbija długofalowe promieniowanie Ziemi). Zjawisko to zmniejsza dobowe amplitudy temperatury powietrza w zwartych zespołach roślin, w porównaniu do obszarów pozbawionych roślinności.

2. Zwiększona dostawa wody z procesów ewapotranspiracji, tj. jej transpiracja przez rośliny oraz parowanie z powierzchni gleby, cieków i stawów, powoduje wzrost wilgotności powietrza. Większa ilość pary wodnej oznacza mniejszy niedosyt wilgotności atmosfery. Zmniejsza to bezproduktywne parowanie roślin na rzecz produktywnej transpiracji.

3. Wypełnienie przestrzeni drzewami, krzewami, pnączami, roślinami okrywowymi itp. stanowi przeszkodę dla wiatru, osłabiając jego siłę. Zamiast swobodnego przepływu powietrza porywającego cząstki wilgoci, następuje zmniejszenie prędkości wiatru z powodu naturalnych przeszkód wewnątrz zbiorowiska roślin, co wymusza jego turbulencję. Wynikiem tego jest dłuższe przebywanie wilgotnych mas powietrza na terenie ogrodu-parku. Skutkuje to mniej-

szą siłą ssącą atmosfery w stosunku do wilgoci, zależną od prędkości wiatru.

4. W czasie trwania deszczu nawilżeniu ulega (do ponad 10 razy większa od terenu) powierzchnia liści kolejnych warstw roślinnych. Po opadach parowanie z tak dużej powierzchni skutkuje wyższą wilgotnością powietrza, w porównaniu do obszaru pozbawionego roślin drzewiastych. Jednocześnie, dzięki osłabieniu siły wiatru, po opadach nasycenie parą wodną powietrza utrzymuje się dłużej, w porównaniu z innymi powierzchniami, w tym na stacji meteorologicznej IMGW.

LITERATURA

- CELIŃSKI F., 1993: Fitoklimat. [W:] A. i J. Szwejkowski, Słownik botaniczny. Wiedza Powszechna, Warszawa, 159.
- CZARNOWSKI M., 1989: Zarys ekologii roślin lądowych. PWN, Warszawa.
- KĘDZIORA A., 1999: Podstawy agrometeorologii. PWRiL, Poznań.
- KMIEC K., 1997: Ocena zawartości escyny w nasionach kasztanowca *Aesculus hippocastanum* L. Rozprawa doktorska z Katedry Farmakognozji. Collegium Medicum UJ, Kraków.
- KROTOŚKA T., 1972: Wstępne badania nad mikroklimatem termicznym na terenie Ogrodu Botanicznego UAM. Biuletyn Ogrodów Botanicznych, Wiadomości Botaniczne, XVI, 3, 202–206.
- LEWIŃSKA J., 2000: Klimat miasta. Zasoby, zagrożenia, kształtowanie. IGPIK, Kraków.
- ŁUKASIEWICZ Sz., 2002: Wpływ wybranych czynników na rozwój kasztanowca białego *Aesculus hippocastanum* L. w warunkach miejskich Poznania. Rozprawa doktorska z Wydziału Biologii UAM, Poznań, mscr.
- OKOŁOWICZ W., 1969: Klimatologia ogólna. PWN, Warszawa.
- SIEWNIAK M., ZIELONKO A., 1973: Rola zieleni w oczyszczaniu powietrza w miastach. Ogrodnictwo, 1/73, 22–24.
- WALTER H., 1976: Strefy roślinności a klimat. PWRiL, Warszawa.
- WOŚ A., 1994: Klimat Niziny Wielkopolskiej. Wyd. Naukowe UAM, Poznań.
- WOŚ A. 1999: Klimat Polski. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.

Recenzent: prof. UAM dr hab. Jan Tamulewicz

Ogród Botaniczny
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

TEMPERATURE AND AIR HUMIDITY IN THE ADAM MICKIEWICZ UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN ON THE BASIS OF MEASUREMENTS AT THE METEOROLOGICAL STATION IN POZNAŃ ŁAWICA

Summary

The article presents temperature and humidity differentiation in the Adam Mickiewicz University (AMU) Botanical Garden in Poznań in comparison to a professional meteorological station, which is 3.5 km away in the straight line. The conclusions make us change the methodology of taking measurements in park-and-forest areas, which are botanical gardens, in comparison to standard climatic stations. The changes of atmosphere parameters caused by plants rely on:

1. The active surface, i.e. the surface on which light radiation is converted into thermal energy is the upper layer of tree and bush heads. This means shading under the heads and reducing the flow of solar energy to the ground

surface. As a result, maximum temperatures are lowered at daytime (the largest amounts of heat are trapped in their heads), whereas at night, recorded minimum temperatures are higher in comparison to open areas: the foliage partially reflects long-wave radiation of the Earth. This effect mitigates daily temperature amplitudes in solid plant complexes.

2. Increased water supply from evapotranspiration processes, i.e. evaporation from the surface of the soil, watercourses, ponds, and its transpiration by plants result in higher air humidity. A larger amount of water vapor means a lower shortage of atmosphere humidity. This slows down unproductive plant evaporation in favor of productive transpiration.

3. Filling the space with trees, bushes, climbing plants, cover plants, etc. is a considerable obstacle for the wind, thus decreasing its strength. As a result, instead of a free air flow taking moisture particles, natural obstacles decrease wind velocity within the plant complex and force its turbulence. This results in a longer stay of the humid air mass in the area of the garden, and therefore, lower sucking force of the atmosphere depending on wind velocity, in respect to humidity.

4. While raining, the moistened surface is unproportionally larger (up to over 10 times) than the area; this is the leaf surface of subsequent plant floors. After raining, evaporation from such a large surface results in higher air humidity, in comparison to the area without trees. Simultaneously, due to decreasing wind power, water vapor saturation of air after rains is maintained longer in comparison to observations in other areas, including the climatic station of the Meteorological Institute (IMGW).