

GRZEGORZ DURŁO, SŁAWOMIR WILCZYŃSKI

Przykład zróżnicowania temperatury powietrza na polanie leśnej w Dolinie Kluczwody

The exemplify of air temperature differentiation on forest glade in Kluczwoda Valley

ABSTRACT

Durło G., Wilczyński S. 2006. Przykład zróżnicowania temperatury powietrza na polanie leśnej w Dolinie Kluczwody. Sylwan 7 :14-22.

Applied studies concerning microclimatic description are an important element in the spatial shaping of the landscape. The objective of the studies was to determine the air temperature differentiation on forest glade in Kluczwoda Valley. The study area is located in Dolinki Krakowskie Landscape Park in VI Małopolska Natural Forest Region, 8 – Krakowsko-Częstochowska Upland Subregion. Basing on the results of two years (2003-2004) short series of microclimatic measurements carried out in five stations situated at a forest glade. A greater air temperature contrasts in the forest glade occurred between central part of glade and terrain next to south-east forest wall. A detailed characteristic of air temperature distribution in this area allowed developing a map illustrating spatial distribution.

KEY WORDS

air temperature, local climate, forest glade, Kluczwoda Valley

ADDRESSES

Grzegorz Durło – Katedra Chrony Lasu i Klimatologii Leśnej; Akademia Rolnicza;
Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków; e-mail: rldurlo@cyf-kr.edu.pl

Sławomir Wilczyński – Katedra Chrony Lasu i Klimatologii Leśnej; Akademia Rolnicza;
Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków

Wstęp

Specyficzne cechy mikroklimatu gniazd i polan leśnych wyływają z różnokierunkowego oddziaływania otaczających je drzewostanów. Podstawowymi czynnikami decydującymi o mikroklimacie gniazda leśnego są: położenie w terenie, kształt i wielkość powierzchni. Ważne są także: faza rozwojowa drzewostanu, jego wiek i struktura oraz fenofaza. Na mikroklimat gniazd i polan leśnych wpływa zatem wysokość ściany lasu i jej albedo, wysokość i zwarcie koron drzew. Średnica gniazda i wysokość drzew decydują o tzw. wielkości charakterystycznej gniazda, z którą związana jest ilość promieniowania docierającego do powierzchni czynnej oraz wielkość wypromieniowania. Wraz ze wzrostem średnicy gniazda i zmniejszającą się rolą bocznej osłony, warunki mikroklimatyczne stają się mniej korzystne dla odnowienia. Na ścianie lasu ściiera się powietrze wnętrza lasu i terenów z nim sąsiadujących. Strefa ta posiada bardzo szczególne właściwości mikroklimatyczne, których konsekwencje przejawiają się w procesach wzrostu i rozwoju odnowienia, kształtują tempo naturalnej sukcesji roślinnej oraz rozkład warunków bioklimatycznych.

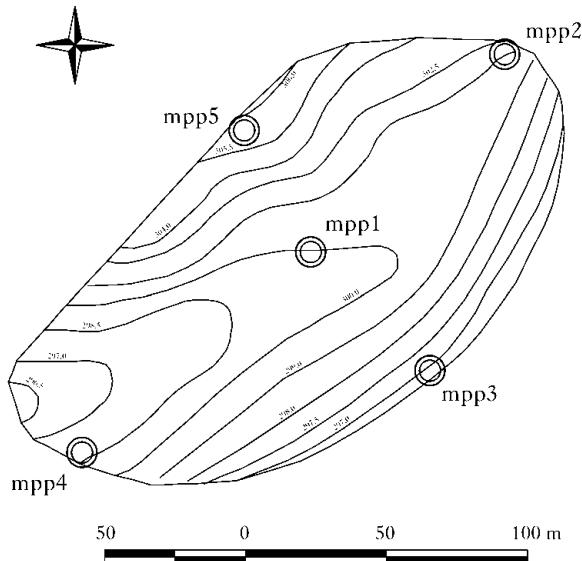
Istotną rolę w rozkładzie przestrzennym i czasowym temperatury powietrza na polanie leśnej odgrywają warunki pogodowe, głównie: zachmurzenie, opad atmosferyczny i wiatr.

Omówiona w pracy seria pomiarowa przebiegała w warunkach pogodowych po przejściu frontu chłodnego ze stosunkowo niską, jak na koniec czerwca temperaturą powietrza i zmiennym zachmurzeniem. W tym czasie rozpoczyna się aktywny wzrost i rozwój roślin, dlatego każdy gwałtowny spadek temperatury powietrza nie jest zjawiskiem korzystnym dla roślinności. Celowy wybór terminu pomiaru miał jeszcze inne uzasadnienie. Mianowicie, ostatnia dekada czerwca jest okresem, w którym przeważają na południu Polski sytuacje niżowe, jedynie w dwóch dniach tej dekady: 25 i 26 czerwca występuje bardzo często układ antycyklonalny z brakiem wyraźnego kierunku adwekcji [Niedźwiedz 1988; Durło 2003].

Przedstawiona przez autorów praca ma na celu ukazanie zróżnicowania temperatury powietrza na wysokości 150 cm nad gruntem, na polanie leśnej położonej w Dolinie Kluczwody, w Parku Krajobrazowym Dolinki Krakowskie, na tle dynamicznie zmieniających się warunków pogodowych podczas przejścia frontu chłodnego.

Materiał i metody

Obiektem badań była polana śródleśna (2,4 ha) w kształcie elipsy, o dłuższej średnicy na kierunku NE→SW, położona w środkowym biegu Doliny Kluczwody, na lekko opadającym ku południowemu wschodowi zboczu o spadku około 2° (ryc. 1). Dolina o długości około 7 km położona jest na obszarze Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskie w Leśnictwie Dubie. Teren ten należy do VI krainy Małopolskiej, dzielnicy 8 – Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej [Trampler i in. 1990]. Początek doliny, położony na wysokości 340 m n.p.m. w rejonie miejscowości Wierzchowie, posiada nieliczne formy skalne. W dalszej części dolina stopniowo pogłębia się przechodząc w głęboki, niezbyt kręty kanion. Przebieg doliny jest zbliżony do południkowego; w początkowym odcinku z północnego zachodu ku południowemu wschodowi, w środkowej części z północnego wschodu ku południowemu zachodowi, końcowy odcinek doliny ma układ zbliżony do części początkowej. Strone zbocza porośnięte są głównie przez



Ryc. 1.

Mapa poziomicowa terenu badań, lokalizacja punktów pomiarowych na polanie leśnej w Dolinie Kluczwody
Contour line map of study area, localization of measurement station on forest glade in Kobylańska Valley

grądy i lasy bukowe, w dnie doliny buczyny, grądy oraz łągi i brzeziny, niewielki jest udział pól, łąk i pastwisk na stokach i w dnie doliny, znacznie większy na wierzchowinie. Zbocza Doliny Kluczwoły charakteryzują się bardzo dużymi spadkami dochodzącymi miejscami do 70 stopni. Wylot doliny położony jest na wysokości 260 m n.p.m. w pobliżu miejscowości Ujazd.

W dniach 25 i 26 czerwca 2004 roku na polanie leśnej prowadzono pomiary mikroklimatyczne na pięciu stałych posterunkach pomiarowych. Wykonano 36-godzinną serię pomiarową. Pomiary temperatury powietrza na wysokości 150 cm nad gruntem wykonywano co godzinę za pomocą psychrometru aspiracyjnego TB19AI umieszczonego na maszcie, na wysokości 150 cm. Obserwacje pogodowe wykonywano na wszystkich posterunkach. Opis stanowisk pomiarowych zamieszczono w tabeli.

Do prezentacji wyników analiz w postaci map zastosowano metodę interpolacji IDW (Inverse Distance Weighting). Średnia odległość pomiędzy wszystkimi stanowiskami wynosiła 68 m metrów i pozwalała na dokładne odzwierciedlenie miejscowego zróżnicowania interpolowanej powierzchni [Vysoudil 1988; Gaździcki 1990; Kraak, Ormeling 1998; Magnuszewski 1999; Durło 1999, 2003, 2004a, 2004b].

Stanowiska pomiarowe na ścianach polany (MPP2, MPP3, MPP4, MPP5) ustawione były nad jednakową powierzchnią czynną, którą była trawa o wysokości od 10 i 20 cm. Polanę otaczał drzewostan liściasty o wysokości około 16 metrów i umiarkowanym zwarciu drzew i krzewów na ścianie lasu, których korony sięgały do około jednego metra nad gruntem. W drzewostanie przeważał buk (70%) z domieszką dębu i niewielkim udziałem sosny, głównie na ścianie lasu o wystawie południowo-wschodniej. Stanowisko na otwartej przestrzeni (MPP1) znajdowało się w centralnej części gniazda, w odległości około 60 metrów od ścian lasu. Glebę porastała roślinność zielna o wysokości 20 cm.

Rozkład przestrzenny temperatury powietrza na wysokości 150 cm nad glebą przedstawiono dla wartości terminowych: 13:00, 19:00 (25-06) oraz 1:00 i 7:00 (26-06), maksymalnych, minimalnych oraz amplitudy dobowej. 24 czerwca nad Polską przechodził z zachodu na wschód front chłodny, po nim w dniach 25 i 26 czerwca umiarkowanie słoneczną w ciągu dnia i bezchmurną w nocy pogodę kształtował niewyraźny układ wysokiego ciśnienia o charakterze zbliżonym do klina wyżowego, któremu towarzyszył rozwój chmur typu stratus i stratocumulus z lokalnie występującymi przelotnymi opadami i burzami. Przez cały czas nad badany obszar napływało powietrze polarno-morskie. Przeważał wiatr wiejący z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego, ze średnią prędkością na wzniesieniach $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, w dolinie $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, w nocy prędkość wiatru dochodziła do $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Średnie zachmurzenie wyniosło w tych dniach 50%. W pierwszym dniu przeciętnie 70-90%, następnie 0-10% w ciągu nocy, 10-30% do południa drugiego dnia i 30-70% po południu.

Tabela.

Położenie posterunków pomiarowych na gnieździe leśnym w Dolinie Kluczwoły
Localization of measurement station on forest glade in Kluczwoły Valley

Oznaczenie	Wysokość n.p.m. [m]	Spadek [°]	Ekspozycja terenu	Ekspozycja	Powierzchnia ściany lasu	Lokalizacja czynna
MPP1	299,0	0,0	teren płaski	–	trawa	środek gniazda
MPP2	301,0	2,0	S	SE	trawa, ściana lasu	ściana lasu
MPP3	297,0	0,5	SE	SW	trawa, ściana lasu	ściana lasu
MPP4	298,5	0,0	teren płaski	N	trawa, ściana lasu	ściana lasu
MPP5	305,5	2,0	SE	SE	trawa, ściana lasu	ściana lasu

W trakcie analizowanej serii pomiarowej nie wystąpiły opady atmosferyczne, w godzinach późnowieczornych i rannych zaobserwowano rosę na posterunku zlokalizowanym w centralnej części polany, która utrzymywała się w dniu doliny przez około 1-1,5 godziny.

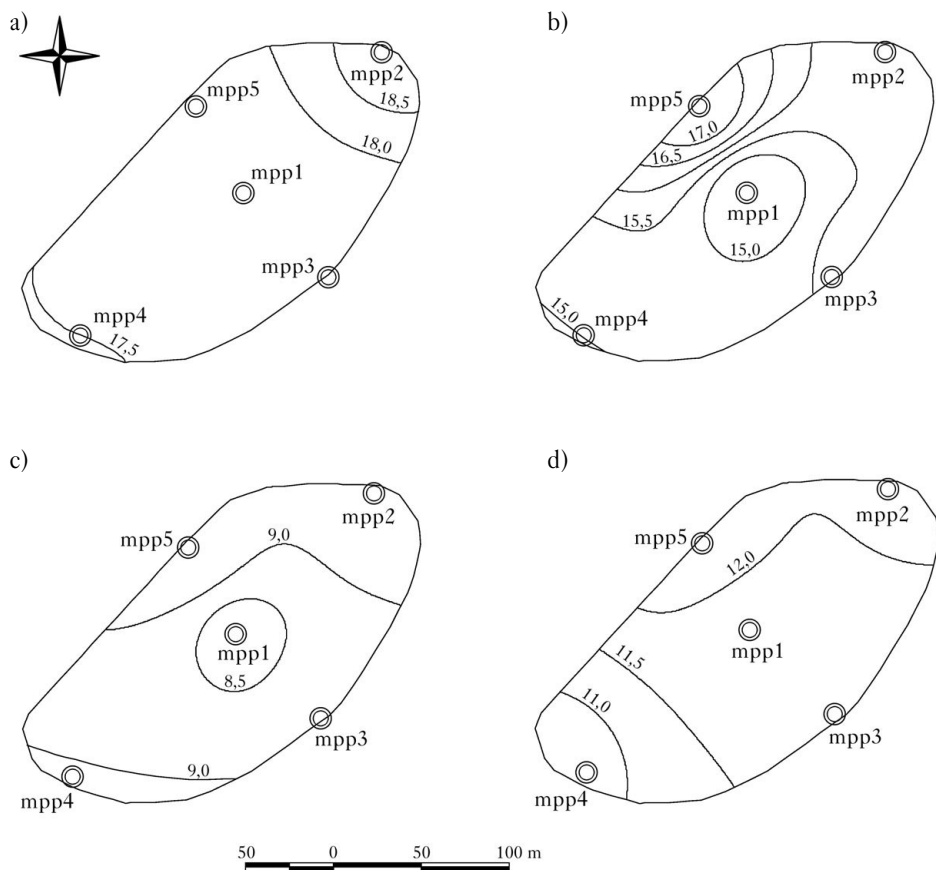
Do opracowań kartograficznych wykorzystano bazę danych o warunkach geograficznych środowiska. Informacje na temat atrybutów uzyskano z mapy fitosocjologicznej, operatu geodezyjnego, charakterystyki obiektu badawczego, wyników pomiarów elementów meteorologicznych, mapy wysokościowej oraz mapy gospodarczej Leśnictwa Dubie. Wykonano analizę numeryczną dla podstawowego modelu cyfrowego, następnie za pomocą metod interpolacji GIS (IDW, Kriging) opracowano wzór mapy numerycznej do prezentacji przestrzennego zróżnicowania temperaturowego. Interpolacje wykonano na podstawie pięciu posterunków mikroklimatycznych położonych na polanie leśnej [Durło 1999, 2004a].

Wyniki

W terminie południowym (13:00) na polanie wystąpiło niewielkie zróżnicowanie temperatury powietrza (ryc. 2a), czego powodem było bardzo duże zachmurzenie (90-100%), które od godziny 10:30 skutecznie ograniczało dopływ bezpośredniego promieniowania słonecznego. W tym czasie najwyższa temperatura (18,6°C) wystąpiła na ścianie lasu o wystawie południowej (MPP2), najniższa zaś na ścianie o wystawie północnej (17,5°C), znajdującej się w cieniu aż do godziny 16:00 (ryc. 2). Zróżnicowanie temperatury na polanie o tej porze wynosiło 1,1°C. Dodac należy, że ściana o wystawie południowo-wschodniej (MPP5) była tylko nieco cieplejsza od ściany lasu o wystawie zachodniej (MPP3). Różnice były jednak niewielkie, z uwagi na duże zachmurzenie. Najcieplejsze w południe były: północna i północno-zachodnia część polany, dodatkowo otrzymujące ciepło z powierzchni rozgrzanych koron drzew; w dalszej kolejności – środkowa, odsłonięta część polany, chłodniejsze natomiast były ściany lasu o wystawie zachodniej, najzimniejsze zaś – zacienione południowe fragmenty polany. Temperatura powietrza na polanie zwiększała się w południe stopniowo i równomiernie od części południowo-zachodniej w kierunku jej północno-wschodniego krańca (ryc. 2a).

Późnym popołudniem (19:00), mimo trwającego nadal dużego zachmurzenia (90%), zróżnicowanie temperatury powietrza wyraźnie zwiększyło się (ryc. 2b). Najwyższa temperatura (17,3°C) wystąpiła na ścianie lasu o wystawie południowo-wschodniej (MPP5), najniższa zaś (14,7°C) w środku polany (MPP1). Różnica między wartościami skrajnymi temperatury zwiększyła się po południu do 2,6°C. Co ciekawe, najzimniejszym miejscem okazał się nieosłonięty środek polany. Prawdopodobnie z powodu dużego zachmurzenia otrzymywał on w tym czasie relatywnie mniej ciepła niż obszary położone w sąsiedztwie ścian lasu, ogrzewane dodatkowo od koron drzew i krzewów. Późnym popołudniem i wieczorem nadal cieplejsza od wschodniej była północno-zachodnia ściana lasu (ryc. 2b).

W nocy, o godzinie 1:00, zróżnicowanie przestrzenne temperatury powietrza zmniejszyło się wyraźnie (ryc. 2c). Między najcieplejszą ścianą lasu o wystawie południowej (MPP2) i południowo-wschodniej (MPP5), których temperatura wyniosła 9,4°C a najzimniejszym środkiem polany (MPP1) (8,4°C) różnica sięgnęła zaledwie 1,0 stopnia C. W nocy nadal cieplejsza od środka polany była południowa ściana lasu (MPP4). W nocy najzimniej na polanie było w jej środkowej, nieosłoniętej części, na skutek intensywnego wypromieniowania. Relatywnie cieplejsze były krawędzie polany, w zasięgu bocznej osłony lasu, który oddawał część energii. Brak wyraźnego zróżnicowania temperatury powietrza, mimo braku zachmurzenia, na polanie w godzinach nocnych, spowodowany był prawdopodobnie sływem powietrza na polanę po stoku oraz wzdłuż osi doliny. Taka sytuacja nie sprzyjała całkowitej stagnacji.



Ryc. 2.

Zróżnicowanie przestrzenne temperatury powietrza na polanie leśnej: a) o godzinie 13:00; b) o godzinie 19:00; c) o godzinie 01:00; d) o godzinie 07:00

Spatial differentiation of air temperature on forest glade: a) at 01:00 p.m. o'clock; b) at 07:00 p.m. o'clock; c) at 01:00 a.m. o'clock; d) at 07:00 am o'clock

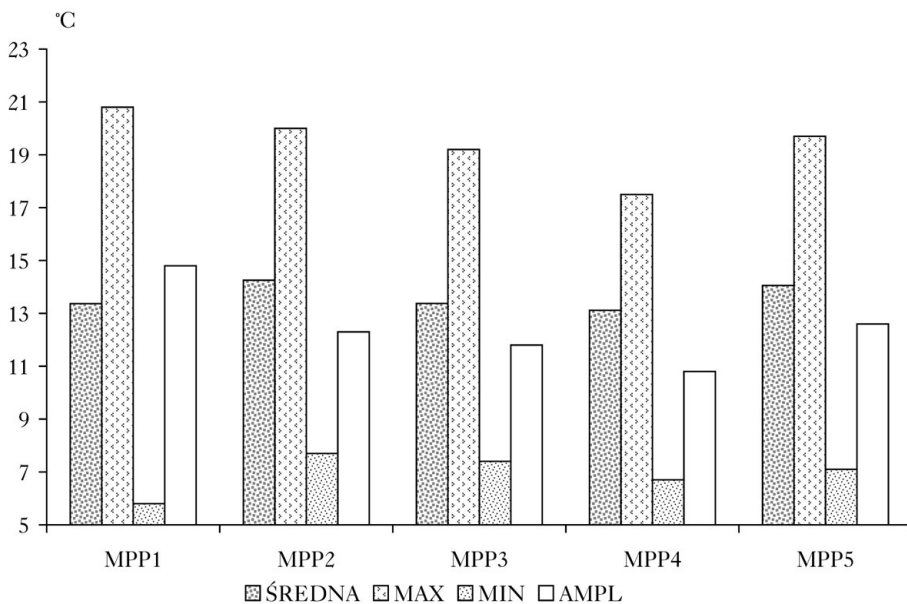
Rankiem, przy małym zachmurzeniu (10-20%), temperatura powietrza wykazywała większe zróżnicowanie aniżeli w godzinach nocnych (ryc. 2d). Największą wartość temperatury w tym czasie (12,3°C) zanotowano na północno-zachodniej ścianie lasu (MPP5), wystawionej na działanie bezpośredniego promieniowania słonecznego (ryc. 2d). Stosunkowo wysoką temperaturę miało także powietrze przy ścianie lasu o ekspozycji południowej (MPP2). Najniższa temperatura powietrza (10,9°C) wystąpiła w tym czasie na południowej krawędzi polany, będącej w cieniu wzniesienia oraz ściany lasu (MPP4) (ryc. 2d). Różnica między najwyższą a najniższą temperaturą o godzinie 7:00 wyniosła 1,4°C.

Tereny położone przy ścianach lasu o wystawie południowej i południowo-wschodniej były w ciągu doby najcieplejsze, najzimniejsza była natomiast, z wyjątkiem godzin nocnych, ściana lasu o ekspozycji północnej. Podczas bezchmurnej nocy najzimniejszym miejscem na polanie była jej środkowa część, znajdująca się całkowicie poza zasięgiem bocznej osłony ścian lasu. Rozkład przestrzenny temperatury powietrza po wschodzie słońca wynikał z kierunku dopływu promieniowania i kąta padania promieni słonecznych. W tych warunkach najcieplejsza

była zwykle ściana lasu o ekspozycji południowo-wschodniej i południowej, oświetlona przez poranne słońce.

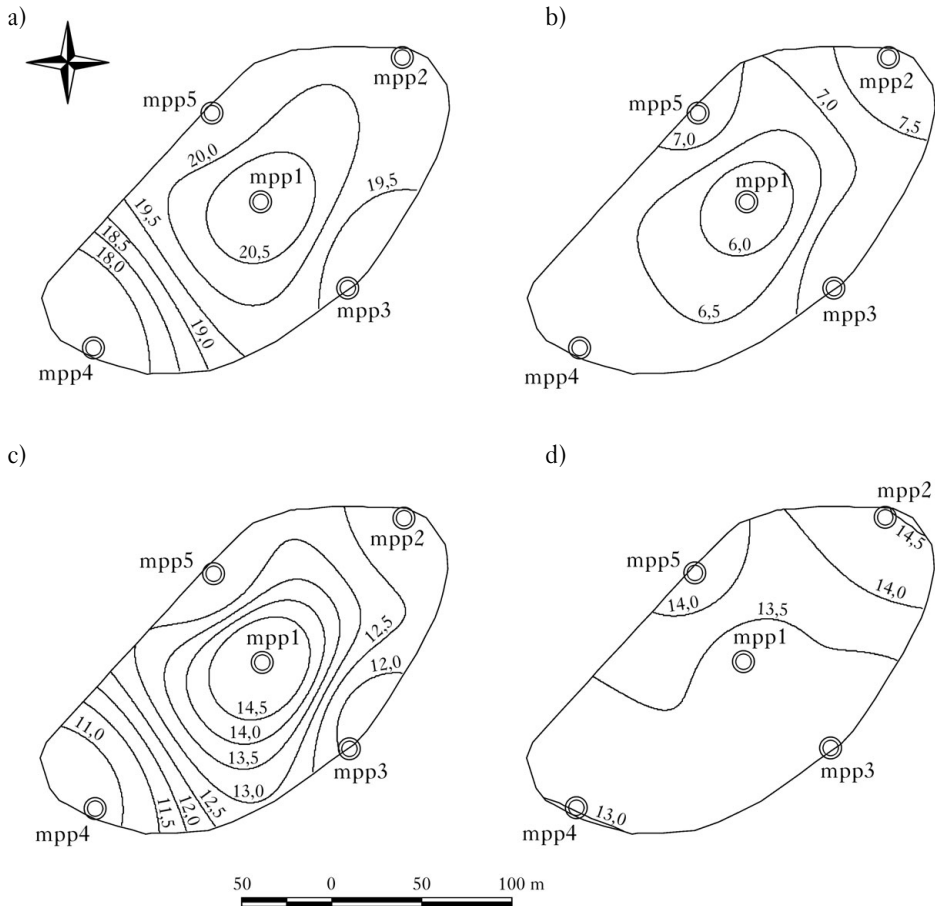
Temperatura maksymalna wystąpiła w czterech punktach pomiarowych (MPP: 1, 2, 3, 5) o godzinie 10:00 rano, pierwszego dnia pomiarów (ryc. 3, 4a). Do tej godziny stopniowo zwiększało się zachmurzenie (10-30%), aby o po godzinie 10:30 osiągnąć swoje maksimum (90%), które utrzymywało się do godzin wieczornych. Najsilniejsza insolacja polany i jej brzegów, wystąpiła w godzinach porannych (5:00 do 10:30). To spowodowało, że najwyższą temperaturę zanotowano właśnie w tym okresie. Później wzrost zachmurzenia i zaleganie zimnej masy powietrza ograniczało skutecznie wzrost temperatury. Najwyższą temperaturę maksymalną zanotowano na środku polany (20,8°C), w dalszej kolejności na ścianie lasu o wystawie południowej (MPP2) i południowo-wschodniej (MPP5) (ryc. 3, 4a). Jedynie na ścianie lasu o wystawie północnej (MPP4), zupełnie zacienionej, maksimum temperatury wystąpiło dopiero o godzinie 13:00 i wyniosło 17,5°C. Różnica temperatury maksymalnej między środkiem polany a jej południowym, zacienionym brzegiem osiągnęła wartość 3,3°C.

Najniższą minimalną temperaturę (5,7°C) zanotowano na środku polany o godzinie 5:00, natomiast najwyższą w sąsiedztwie ściany lasu o wystawie południowej (7,7°C) (ryc. 3, 4b). Różnica między wartościami temperatury minimalnej na polanie osiągnęła 1,9°C. Konsekwencją takiego układu temperatury ekstremalnej był fakt, że najwyższa dobowa amplituda wystąpiła w środkowej części polany (MPP1) i wyniosła aż 15,0°C (ryc. 3, 4c). O jej wartości zadecydowała, przede wszystkim bardzo niska, jak na tę porę roku, minimalna temperatura powietrza. Środkowa część polany najsilniej ogrzewała się w ciągu dnia, mimo pochmurnej pogody. Z kolei najniższą dobową amplitudę zanotowano na ścianie lasu o ekspozycji północnej (10,8°C), tam bowiem wystąpiła najniższa temperatura maksymalna i relatywnie wysoka temperatura minimalna (ryc. 3, 4c).



Ryc. 3.

Średnia, minimalna, maksymalna i amplituda temperatury powietrza na stanowiskach pomiarowych
Average, minimum, maximum and amplitude of air temperature on measurement stations



Ryc. 4.

Zróżnicowanie przestrzenne temperatury powietrza na polanie leśnej: a) maksymalnej; b) minimalnej; c) amplitudy; d) średniej dobowej

Spatial differentiation of air temperature on forest glade: a) maximum temperature; b) minimum temperature; c) amplitude; d) twenty-four average

W rezultacie najwyższą średnią dobową temperaturą powietrza ($14,3^{\circ}\text{C}$) charakteryzowała się ściana lasu o wystawie południowej (MPP2) oraz południowo-wschodniej (MPP5), nieco niższą, środek polany (MPP1) oraz ściana lasu o wystawie zachodniej (MPP3), najniższa była ściana lasu o wystawie północnej ($13,1^{\circ}\text{C}$) (ryc. 3, 4d).

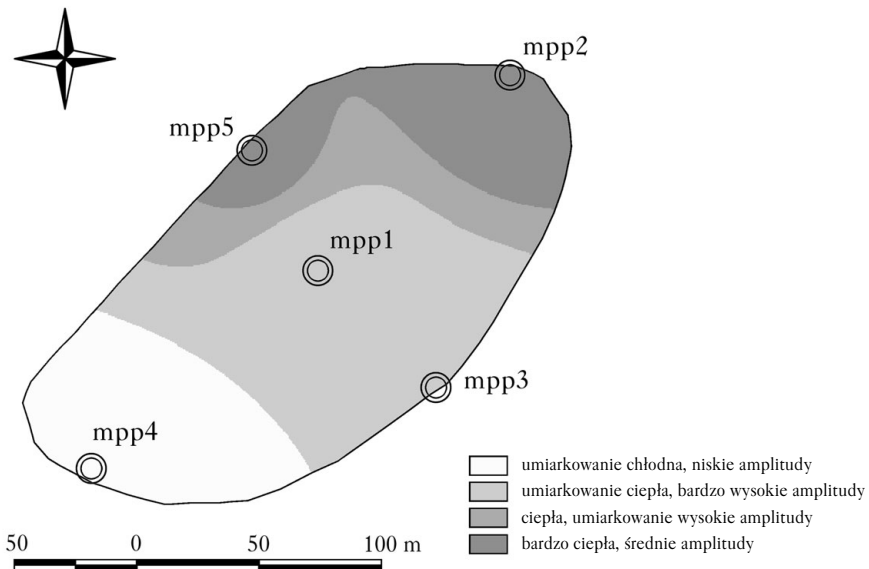
Warunki panujące w środkowej części polany zbliżone były do tych, jakie występują zwykle na otwartej przestrzeni. Potwierdzeniem tego są wyniki godzinowych zmian temperatury powietrza w ciągu doby. Po zachodzie słońca spadek temperatury w tym miejscu wynosił $1,0^{\circ}\text{C}$ na godzinę, w ciągu słonecznego poranka wzrost temperatury wyniósł aż $2,0^{\circ}\text{C}$ w ciągu godziny. Na ścianie lasu o ekspozycji zachodniej temperatura w nocy obniżała się o $0,6^{\circ}\text{C}$ na godzinę, rano zwiększała się o $1,0^{\circ}\text{C}$ w ciągu godziny. Podobnie jak w środkowej części polany szybki wzrost temperatury powietrza zanotowano na ścianie lasu o wystawie wschodniej i południowo-wschodniej, tam jednak nocny spadek temperatury odbywał się wolniej.

Podsumowanie

Uzyskane wyniki ukazały typowy dla polan leśnych przestrzenny rozkład temperatury powietrza oraz jego zmiany w ciągu doby, związane z ekspozycją ścian lasu, jej położeniem i wielkością. Dobowy przebieg temperatury powietrza, zarówno w trakcie analizowanej serii pomiarowej jak i pozostałych przeprowadzonych na tym terenie, znalazł swoje odzwierciedlenie w przestrzennym układzie wartości średnich oraz amplitud. Najcieplejszym obszarem polany była część północno-wschodnia z wartościami amplitud dobowych, w zależności od panujących warunków pogodowych, w przedziale od 11,0 do 13,0°C, najchłodniejsza była południowo-zachodnia część polany, z najniższymi dobowymi amplitudami temperatury (8,0-10,0°C). Środkowa część polany, chociaż nie należała do najcieplejszych, charakteryzowała się bardzo wysokimi dobowymi amplitudami temperatury powietrza, dochodzącymi nawet do 18,0°C (ryc. 5). Na dynamikę dobowych zmian i przestrzenne zróżnicowanie tego wskaźnika, miało wpływ zachmurzenie, wystawa ściany lasu i czas dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego.

Wybrana przez autorów seria pomiarowa potwierdziła przypuszczenia o istotnym wpływie sytuacji synoptycznej na dobowy przebieg temperatury powietrza na polanie leśnej. Opisane wcześniej warunki pogodowe wywarły decydujący wpływ na kształtowanie się dobowej amplitudy temperatury powietrza. Na tę prawidłowość zwraca uwagę Bokwa [2001], konkludując, iż sytuacja synoptyczna opisana przez Niedźwiedzia [1988] jako klin antycyklonalny, stanowi najczęstszą przyczynę dynamicznych zmian temperatury powietrza w warstwie przygruntowej, w cieplej części roku.

Uzyskane wyniki nasuwają ważne refleksje dotyczące organizacji pomiarów meteorologicznych wykorzystywanych do szczegółowej waloryzacji mikroklimatycznej i topoklimatycznej



Ryc. 5.

Rozkład przestrzenny stref temperaturowych na polanie leśnej
Spatial differentiation of temperature zones on forest glade

terenu. Wskazują one na potrzebę całorocznych, synchronicznych pomiarów, mogących dać odpowiedź na pytania dotyczące szczegółowych związków pomiędzy poszczególnymi elementami meteorologicznymi w różnych formach rzeźby terenu.

Zwiększenie kontrastów temperatury powietrza na polanie leśnej w ciągu doby spowodowane było położeniem badanej powierzchni w dnie doliny i silnym nocnym wypromieniowaniem zachodzącym z jej środkowej, nieosłoniętej części. Warunki pogodowe panujące po przejściu frontu chłodnego przyczyniły się do znacznych spadków temperatury powietrza na polanie leśnej. W konsekwencji wystąpiła wysoka amplituda dobową, za sprawą bardzo niskiej temperatury minimalnej.

Literatura

- Bokwa A. 2001. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na dzienny przebieg pionowych gradientów termicznych w przygruntowej warstwie powietrza. *Dokum. Geogr. PAN.* 23: 33-40.
- Durło G. 1999. Wykorzystanie metod GIS w opracowaniach klimatologicznych. *Ann. UMCS, Geogr.* 55: 119-126.
- Durło G. 2003. Kalendarz synoptyczny jako metoda opracowania klimatologicznego. *Wiadomości IMiGW* 3: 87-92.
- Durło G. 2003. Typologia mikroklimatyczna Jaworzyny Krynickiej i Doliny Czarnej Potoku. *Sylwan* 2: 58-66.
- Durło G. 2004. Metody geoinformacyjne w opracowaniach klimatologicznych. *Acta Agrophysica* 105, 2: 235-246.
- Durło G. 2004. Waloryzacja mikroklimatyczna i bioklimatyczna – metody badań. W: *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. T. 1: 157-162.
- Durło G., Wilczyński S. 2003. Warunki termiczne łąki i drzewostanu świerkowego. *Act. Scien. Polon., Ser. Form. Circum.* 2: 173-182.
- Gazdzicki J. 1990. *Systemy Informacji Przestrzennej*. PPWK im. E. Romera, Warszawa; Wrocław. 1-183.
- Kraak M. J., Ormeling F. 1998. *Kartografia, wizualizacja danych przestrzennych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. 1-274.
- Magnuszewski A. 1999. *GIS w geografii fizycznej*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. 1-187.
- Niedźwiedz T. 1988. Kalendarz sytuacji synoptycznych dla dorzecza górnej Wisły (1951-1985). *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.* 90: 71-78.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizyczno-geograficznych. *PWRiL, Warszawa*. 1-148.
- Vysoudil M. 1988. Topoclimatic maps construction and its use for landscape research. *Sbornik pracu Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity, Ostrava*, 174, *Geografie-Geologie* 6: 165-172.

SUMMARY

The exemplify of air temperature differentiation on forest glade in Kluczwoda Valley

The paper deals with the diurnal air temperature at 150 cm above ground level in a forest clearing, as well as the spatial distribution of the values of selected temperature indicators in the forests surrounding the clearing with different exposition. The north-eastern part of the clearing with average amplitude was the warmest area while the south-western part – the coldest. The middle part, though not the warmest one, featured the highest diurnal amplitude of air temperature. The temperature contrast in the clearing was reduced as an effect of cloudiness and wind. The cold polar-maritime air masses after the cold front had passed and the lack of cloudiness during night hours were the major cause of strong differences in air temperature.