

PRĄDNIK
PRACE I MATERIAŁY MUZEUM IM. PROF. WŁADYSŁAWA SZAFERA

Prądnik. Prace Muz. Szafera	19	19–40	2009
-----------------------------	----	-------	------

JÓZEF PARTYKA¹, ZBIGNIEW CAPUTA²

¹Ojcowski Park Narodowy, 32–047 Ojców 9

²Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Klimatologii
ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec

**CHARAKTERYSTYKA KLIMATU LOKALNEGO
OJCOWSKIEGO PARKU NARODOWEGO NA PODSTAWIE DANYCH
ARCHIWALNYCH ORAZ BADAŃ WYKONANYCH W LATACH 2008–2009**

**Description of the Ojców National Park local climate based on archival data
and investigations conducted in the years 2008–2009**

ABSTRACT. The work contains a history of climatic studies, carried out mainly in Ojców, and a brief description of the Prądnik Valley local climate based on previous researches and expanded by the latest data obtained in the years 2008–2009 from two stations – situated at the valley floor and in the plateau. Analysis included such elements as barometric situation, precipitation, temperature, wind and cloudiness, and total radiation. The comparison of local climate conditions at the Prądnik Valley floor and in the plateau during the summer and winter was made.

KEY WORDS: local climate, topoclimate, temperature, precipitation, cloudiness, wind, radiation, Prądnik Valley, Ojców, Kraków-Częstochowa Upland.

WSTĘP

Zróżnicowanie warunków środowiskowych Doliny Prądnika, zwłaszcza rzeźby, szaty roślinnej i stosunków klimatycznych w różnej skali przestrzennej, od dawna były przedmiotem zainteresowania różnych osób odwiedzających ten teren w XIX w. w tym także przyrodników. Pierwsze informacje o anomaliach opadowych w Dolinie Prądnika podali ówczesni przyrodnicy („naturaliści”) w 1854 r. (Stronczyński i in. 1855) oraz Jadwiga Łuszczewska (Deotyma), która tu przebywała w 1859 r. Literackie opisy burz w lipcu 1854 r. i w sierpniu 1859 r. dają wyobrażenie o wielkości opadów w Ojcowie, informują o ich gwałtownym przebiegu i wywołanych skutkach. Znany lekarz krakowski Józef Dietl (1858) określił Dolinę Prądnika jako „wolną od silnych wiatrów”, odnotował natomiast spadki temperatury i wyższą wilgotność nad ranem i wieczorami, które są „wilgotne, chłodne i niepokrzepiające”. Spostrzeżenia Dietla wiązały się z początkowym okresem uzdrowiskowej funkcji Ojcowia zasługującego jego zdaniem „na imię miejsca lekarsko-klimatycznego”.

Pierwsze pomiary meteorologiczne w dolinach: Prądnika i Sąspowskiej oraz w dolinach bocznych wykonywał w latach 1895–1896 rosyjski badacz A. Elenkin (1901), zajmujący się florą Ojcowa. Główny punkt jego obserwacji znajdował się obok nieistniejącego dziś „Białego Domku” usytuowanego na przeciwko willi „Jadwiga” (obecnej siedziby dyrekcji OPN) na wprost alei Grabowej wiodącej do ojcowskiego zamku. Badania Elenkina dotyczyły różnic temperatury i wilgotności powietrza dolin głównych i bocznych, występujących w zależności od rzeźby terenu. Dno Doliny Sąspowskiej oraz dolin bocznych wyróżniały się niższą temperaturą i większą wilgotnością w porównaniu do szerszej Doliny Prądnika w rejonie Polany Goplana. Elenkin wyróżnił trzy regiony mikroklimatyczne, biorąc za podstawę wilgotność względną. Na początku XX w. funkcjonowała w Ojcowie stacja meteorologiczna (Kwietniewski 1901).

Serie pomiarów meteorologicznych na terenie dzisiejszego OPN przeprowadził również D. Szymkiewicz w lipcu i sierpniu 1923 r. Punkty pomiarowe usytuował w czterech miejscach: I – w pobliżu Krakowskiej Bramy, II – przy ujściu Doliny Sąspowskiej, III – w Parku Zdrojowym w Ojcowie oraz IV – na wierzchołku w rejonie Skały. Jego badania wykonywane na wysokości 10 i 100 cm obejmowały temperaturę, prężność pary wodnej i niedosyt wilgotności. Autor ten stwierdził podobieństwo warunków klimatycznych Ojcowa do obserwowanych w górach (Szymkiewicz 1923).

Z kolei geomorfologiczne skutki gwałtownej ulewy w Dolinie Prądnika w maju 1937 r. badał J. Kondracki (1937). W godzinach popołudniowych dnia 22 maja tego roku, w ciągu około 40 minut spadło w Ojcowie ponad 80 mm deszczu, zaś w pobliskich Smardzowicach 94 mm, a w Sułoszowej 65 mm. Fala wezbraniowa powstała wskutek intensywnych opadów dochodziła w węższych fragmentach doliny do 3–4 m wysokości, wyrządzając szkody materialne. W niektórych bocznych wąwozach powstały duże głębokie wcięcia erozyjne, a u wylotów dolin bocznych tworzyły się duże stożki napływowe. Była to jedna z największych ulew w XX w. porównywalna z gwałtownymi opadami w Sułoszowej w maju 1996 r.

Dokładniejsze i systematyczne badania klimatyczne na terenie OPN podjęto po drugiej wojnie światowej. Rozpoczęło je Koło Geografów Uniwersytetu Jagiellońskiego serią pomiarów mikroklimatycznych prowadzonych w latach 1961–1963 (Klein i in. 1966). Szczegółowe badania mezo- i mikroklimatyczne w Ojcowskim Parku Narodowym w latach 1964–1968 podjął J. Klein, który przeprowadził dokładną analizę procesów radiacyjnych i cyrkulacyjnych klimatu OPN, poszczególnych jego elementów oraz opracował regionalizację klimatyczną, wyróżniając cztery regiony mezo- i dwadzieścia mikroklimatycznych (Klein 1974). Zainteresowanie autora klimatem OPN, znalazło odzwierciedlenie w kilku jego późniejszych opracowaniach (Klein 1977, 1992a, 1992b, 1992c).

W następnych latach wykonywano badania nad klimatem OPN i jego najbliższych okolic w różnych skalach przestrzennych (Brzeźniak 1992, 1994–1995a, b, 2001; Caputa 2001). Niektóre elementy klimatu OPN i Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej były także przedmiotem analiz w ramach zespołowych badań nad antropogennymi zmianami wybranych grup roślin i zwierząt (Klein 1992a, b; Partyka 1992).

Pomiary ciągłe najważniejszych elementów meteorologicznych na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego podjęto od 1 stycznia 1990 r. z inicjatywy prof. Mariana Puliny (1936–2005) w ramach współpracy OPN z Wydziałem Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Pod koniec 1989 r. założono w dawnym Parku Zdrojowym w Ojcowie stację meteorologiczną usytuowaną w rejonie wspomnianych badań prowadzonych przez

D. Szymkiewicza (ryc. 1). Serie danych z tej stacji obsługiwanej przez OPN i okresowo wyposażanej przez Wydział Nauk o Ziemi UŚ były przedmiotem kilku opracowań częściowych (Bokwa i in. 2006, 2008; Caputa i in. 2004; Cebulak, Niedbała 2001; Wojkowski 2001b, 2004, 2007), zaś pełniejszą analizę warunków bioklimatycznych OPN na podstawie tych danych wykonała K. Jaros (2003).

Szczegółowe badania mikroklimatyczne na tym terenie przeprowadził także J. Wojkowski przy pomocy kilku stacji terenowych rozmieszczonych w różnych miejscach OPN. Ich efektem były mapy rozkładu elementów klimatycznych oraz wydzielenie typów klimatu lokalnego (Wojkowski 2006). Pomiar promieniowania w pełnym zakresie widma przeprowadzono w 1999 r. porównując strukturę bilansu promieniowania i wartości salda promieniowania na wierzchołku w Lepiance Czajowskiej oraz na dnie Doliny Prądnika w Parku Zamkowym (Caputa 2001; Caputa, Leśniok 2001, 2002a, b).

Obserwowane zmiany klimatyczne w ostatnich latach nasuwają pytanie: czy ocieplenie klimatu powoduje konsekwencje w rozmieszczeniu i strukturze zbiorowisk roślinnych? Ze względu na wieloletnie badania i powstałe mapy zbiorowisk roślinnych postanowiono zbadać zróżnicowanie klimatu lokalnego na terenie OPN. W tym celu w 2007 r. na terenie OPN uruchomiono dwie stacje automatyczne Campbell oraz ustawiono mikrorejestratory temperatury Hobo. Jedna z nich została usytuowana w dnie Doliny Prądnika w Ojcowie (ryc. 1), zaś druga na wierzchołku Wyżyny Krakowskiej w rejonie przysiółka Lepianka Czajowska (ryc. 2).

METODA BADAŃ

Stanowisko pomiarowe w Dolinie Prądnika

Nawiązując do serii 20-letnich obserwacji w tym miejscu wykonywanych przez OPN, stację Campbell na dnie Doliny Prądnika w Parku Zamkowym ($50^{\circ}12'35''N$, $19^{\circ}49'44''E$, 322 m n.p.m.) wyposażono w czujnik Vaisala WXT50 przeznaczony do pomiarów temperatury, wilgotności względnej, kierunku i prędkości wiatru, ciśnienia atmosferycznego na wysokości 200 cm. Dodatkowo umieszczono czujniki temperatury, Pt100 na powierzchni



Ryc. 1. Stacja „Park Zamkowy” w Dolinie Prądnika w Ojcowie. Fot. Z. Caputa

Fig. 1. Gauging station Park Zamkowy (Castle Park) in the Prądnik Valley in Ojców. Photo by Z. Caputa

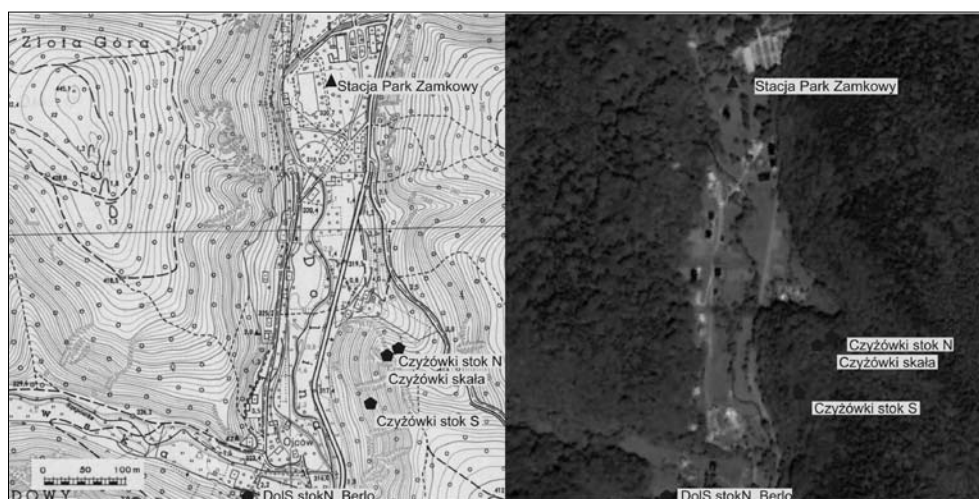


Ryc. 2. Stacja „Lepianka Czajowska” na wierzchołku koło Jerzmanowic. Fot. Z. Caputa

Fig. 2. Gauging station Lepianka Czajowska in the plateau near Jerzmanowice. Photo by Z. Caputa

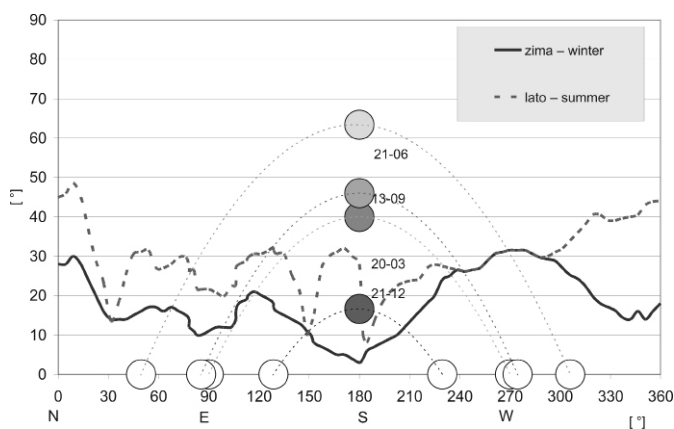
murawy oraz w gruncie na głębokości 10 cm; jej zasilanie zapewnia panel słoneczny o mocy 15W. Pomiary aktywności realizowano przy użyciu radiometru różnicowego CNR1 Kipp&Zonen umieszczonego na wysokości 150 cm. Czujnik pozwala na pomiary składników bilansu promieniowania (promieniowanie całkowite i odbite oraz długofalowe atmosfery i powierzchni Ziemi) oraz salda w pełnym zakresie widma.

W miejscu lokalizacji stacji Dolina Prądnika charakteryzuje się płaskim dnem i stromymi zboczami o ekspozycji wschodniej i zachodniej, jej szerokość w tym miejscu wynosi około 150 m, a głębokość dochodzi do 100 m. Ma generalny przebieg zbliżony do północno-południowego (ryc. 3). Dolina osłonięta jest od strony zachodniej masywem Żłotej Góry (458 m n.p.m.) i Chełmową Górą (472 m n.p.m.) oraz od strony wschodniej Górą Smardzewską (435 m n.p.m.). Powierzchnia stacji porośnięta jest niską trawą. W odległości ok. 40 m od stacji przepływa potok Prądnik, a w okolicy rosną pojedyncze



Ryc. 3. Lokalizacja stacji Park Zamkowy w Dolinie Prądnika i na Czyżówkach

Fig. 3. Location of gauging stations Park Zamkowy in the Prądnik Valley and on Czyżówki



Ryc. 4. Horyzont fizyczny dla stacji Park Zamkowy w Dolinie Prądnika. Linia kropkowaną zaznaczono pozorną drogę Słońca

Fig. 4. Physical horizon for the station Park Zamkowy in the Prądnik Valley. A broken line denotes the apparent path of the Sun

drzewa. Taka lokalizacja stacji dobrze oddaje specyfikę dolin OPN. Zasłonięcie horyzontu na stacji określono z miejsca gdzie ustawione były przyrządy aktynometryczne. Wahało się w granicach 5–30° w kierunku południowym (ryc. 4), w kierunku wschodnim i zachodnim było niższe 10–32°. Horyzont topograficzny zasłania 24% nieboskłonu.

Pomiary meteorologiczne wykonywano w interwale minutowym, rejestrowano wartości chwilowe kierunku wiatru (co 10 min.), średnie (10 min., godz. i dobowe) wartości temperatury, prędkości wiatru, wilgotności i promieniowania oraz wartości maksymalne (temperatury, prędkości wiatru, wilgotności i promieniowania). Wszystkie pomiary były rejestrowane w czasie uniwersalnym (UTC) i tak je podawano w niniejszej publikacji. Ponieważ różniczenie czasu dla omawianego okresu wynosi od 1 do 4 minuty można przyjąć, że czas prawdziwy słoneczny równa się czasowi średniemu słonecznemu (miejscowemu):
czas miejscowy = czas średni słoneczny = czas UTC + 1 godzina 18 minut.

Stanowiska pomiarowe na wierzchovinie Wyżyny Krakowskiej

Drugi stały punkt pomiarowy został zlokalizowany na wierzchovinie w Lepiance Czajowskiej (50°12'23"N, 19°47'04"E, 483 m n.p.m.) w odległości 3170 m na WSW od stacji Park Zamkowy (ryc. 5). Teren wybrano nieosłonięty, o powierzchni lekko wypukłej, na łąkach porośniętych murawą. Różnica wysokości dochodząca do 161 m między obiema stacjami w przybliżeniu odpowiadała różnicom wysokości dla wielu dolin i wierzchowin OPN. Zasłonięcie horyzontu i ograniczenie dopływu promieniowania słonecznego ma znaczenie tylko zimą i wynosi 8° w kierunku południowo-zachodnim (ryc. 6). Na stacji ustawiono analogiczny zestaw czujników jak na stacji Park Zamkowy (WXT50, CNR1) podłączonych do rejestratora Campbell CR23X zasilanych panelem słonecznym o mocy 15W.

W odległości 500 m od stacji Lepianka Czajowska (LCz) na Skałce Barwinkowej umieszczono rejestrator Hobo9 (1123715) nazywany dalej „SB.wierzchowina_las” na wysokości 477 m n.p.m. Punkt pomiarowy reprezentował porośnięte lasem wierzchowinowe partie OPN.

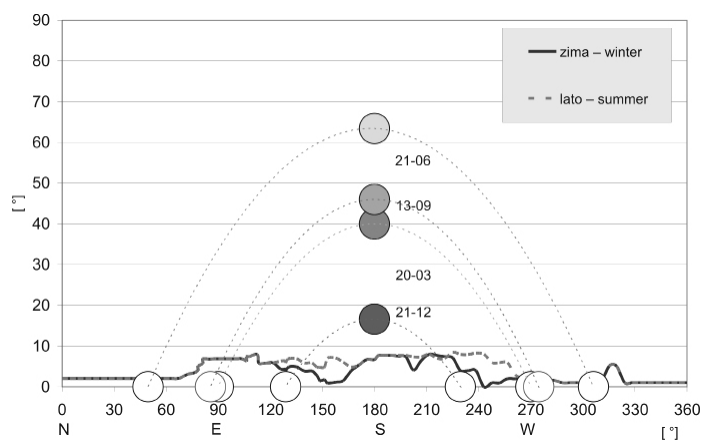
WARUNKI KLIMATYCZNE OPN

Wyżynę Krakowsko-Częstochowską E. Romer (1949) zaliczył do regionów klimatów wyżyn środkowych, krainy śląsko-krakowskiej. Kraina ta cechuje się skróceniem pośrednich pór roku, tzw. szarugi wiosennej i jesiennej. M. Hess (1969) obszar OPN sklasyfikował w regionie umiarkowanie ciepłym. Dolinę Prądnika J. Klein (1977) zaliczył do zimnego regionu mezoklimatycznego den dolinnych o dużych amplitudach dobowych temperatury, dużej wilgotności względnej (co wpływało na występowanie rosy i mgieł) oraz długim okresie utrzymywania się pokrywy śnieżnej (136 dni). Obszar, gdzie zlokalizowano stację na wierzchovinie, zaliczony został do regionu mezoklimatycznego umiarkowanie ciepłego, w którym J. Klein (1977) wyróżnił subregion wierzchowiny, umiarkowanie zróżnicowany termicznie o wysokiej średniej temperaturze rocznej (7,5°C), o najmniejszych amplitudach temperatury w wyróżnionych regionach i dużej ilości opadów atmosferycznych (ponad 800 mm). Pokrywa śnieżna utrzymywała się tutaj o około 3 tygodnie krócej niż w dnach dolin.



Ryc. 5. Lokalizacja stacji Lepianka Czajowska na wierzchołku Wyżyny Krakowskiej koło Jerzmanowice i na Skale Barwinkowej

Fig. 5. Location of Lepianka Czajowska stations in the plateau near Jerzmanowice and Skala Barwinkowa



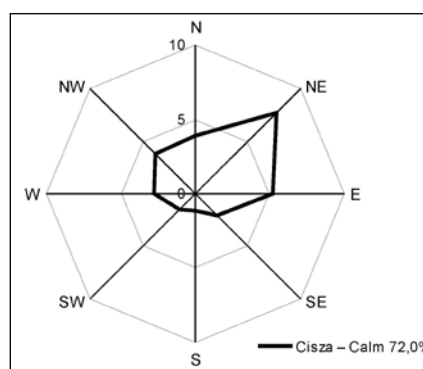
Ryc. 6. Horyzont fizyczny dla stacji Lepianka Czajowska na wierzchołku. Linia kropkowaną zaznaczono pozorną drogę Słońca

Fig. 6. Physical horizon for the station Lepianka Czajowska in the plateau. A dotted line denotes the apparent path of the Sun

Cyrkulacja atmosfery, obok promieniowania słonecznego, jest podstawowym czynnikiem wpływającym na kształtowanie warunków pogodowych i klimatycznych. Na klimat wyżyny przeważający wpływ wywiera powietrze polarno-morskie (63,5%) i polarno-kontynentalne (24,1%), zaś w okresie lata dociera tu powietrze zwrotnikowo-morskie mające 4% udziału (Niedźwiedź 2003). Adwekcja powietrza arktycznego ma miejsce w 8,9%, najczęściej wiosną, zaś powietrza zwrotnikowego w 3,5% dni w roku, z maksimum występowania wiosną i latem. Istotnym elementem mas powietrza są fronty atmosferyczne obserwowane w 40,1% dni w roku. Przewagę stanowią fronty chłodne (44,8%) z maksimum występowania w okresie letnim. Fronty ciepłe zdarzają się w porze zimowej i stanowią 34,8% frontów. We wrześniu i w październiku można zauważyć dużą stabilność pogody z najmniejszą liczbą dni frontalnych.

Nad badanym obszarem, niezależnie od sytuacji barycznej najczęściej (19,1% dni w roku) napływa powietrze z zachodu. Z prawie dwukrotnie mniejszą częstością (10,7%) napływają masy powietrza z północnego zachodu. Znaczący udział w ogólnej liczbie dni w roku mają sploty z południowego wschodu (8,8%) oraz południa (8,2%). Najrzadziej natomiast pojawia się powietrze napływające z północnego wschodu (5,5%) i północy (6,6%) (Brzeźniak, Partyka 2008).

Na analizowanym obszarze największy udział mają wiatry wiejące z sektora zachodniego (NW, W i SW), a ich częstotliwość sięga 37% ogólnej sumy notowań wszystkich kierunków (Brzeźniak 1974). Najrzadziej wieją wiatry z południa i południowego wschodu (poniżej 6%). Wielkości te dotyczą wierzchołki Płaskowyżu Ojcowskiego. W Dolinie Prądnika, warunki lokalne powodują istotną modyfikację pola wiatru. Przeważa tutaj przepływ powietrza ze wschodu oraz północnego wschodu, a najmniejszą frekwencją cechują się wiatry południowe i południowo-zachodnie (Jaros 2003). Potwierdzają to wyniki 20-letnich pomiarów za lata 1990–2009 (ryc. 7). Drugi z parametrów określających wiatr – prędkość, jest parametrem bardzo wrażliwym na zmiany pokrycia i nierówności terenu. Efektem tych oddziaływań są wyższe o 0,6–0,8 m·s⁻¹ prędkości przepływu powietrza w dolinach niż na wierzchołku OPN (Brzeźniak 1974). W przebiegu roku, największe prędkości wiatru notowane są w miesiącach zimowych, niezależnie od kierunku napływu powietrza. W Dolinie Prądnika natomiast charakteryzują wiatry wiejące w lutym, kwietniu i maju (Jaros 2003). Wskaźnikiem określającym stopień przewietrzania terenu jest procentowy udział cisz atmosferycznych. W partiach wierzchołkowych średnia roczna częstość cisz sięga 40%, w Dolinie Prądnika wzrasta nawet do 72% (średnia z lat 1990–2009), przy czym najczęściej (77–78%) ich notowano w ostatnich miesiącach letnich i pierwszych jesiennych (sierpień – październik), najmniej (63–65%) w okresie wiosennym (marzec – maj). Duża liczba cisz zwłaszcza w dnach dolin (np. w Ojcowie 72%) wszystkich obserwa-



Ryc. 7. Średnia roczna częstość [%] kierunków wiatru w Ojcowie (Park Zamkowy); średnie z lat 1990–2009

Fig. 7. Mean annual frequency [%] of wind directions in Ojców (Park Zamkowy); averages from the years 1990–2009

cji) sprzyja powstawaniu inwersji termicznych, co w połączeniu z wysoką wilgotnością względną, przewagą wiatrów zachodnich i konfiguracją terenu zaznacza się słabą wentylacją oraz zaleganiem zanieczyszczeń (Partyka 1992).

Teren OPN jest silnie zróżnicowany hipsometrycznie dlatego rozkład promieniowania słonecznego jest niejednorodny i uzależniony od ekspozycji oraz osłonięcia terenu. W Ojcowskim Parku Narodowym średnia roczna suma godzin słonecznych jest wyższa od 1300 godzin (Klein 1992). Dotyczy to powierzchni poziomej natomiast zbocza północne otrzymują mniej energii słonecznej. Zdecydowanie lepszymi warunkami radiacyjnymi cechują się zbocza eksponowane na południe i o nachyleniu powyżej 15° oraz powierzchnie zwrócone na południowy wschód i południowy zachód oraz o nachyleniu większym od 18° – nasłonecznienie względne jest wyższe od 120%.

Strumień promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni w postaci promieniowania całkowitego cechuje się przestrzennym i czasowym zróżnicowaniem natężenia. W sezonie ciepłym (V–IX) charakteryzowany obszar otrzymuje 660–640 kWm⁻², przy czym najwięcej energii, bo ponad 145 kWm⁻² dociera tu w lipcu (Olecki 1989). W półroczu chłodnym (X–IV) natężenie promieniowania całkowitego jest niższe od 360 kWm⁻², najniższe w zimie – w styczniu poniżej 27 kWm⁻². Podobne tendencje wystąpiły w przebiegu czasowym promieniowania całkowitego w czasie dwuletnich pomiarów, wykonanych na powierzchni poziomej w Dolinie Sąpowskiej (Klein 1992).

Dolina Prądnika charakteryzuje się zróżnicowaną rzeźbą, a w związku z tym zmiennością ekspozycji, dużymi deniwelacjami terenu oraz stopniem pokrycia przez roślinność. Te uwarunkowania, co podkreśla wielu autorów, wywierają wpływ na stosunki mezo- i mikroklimatyczne (Hess 1965b; Klein 1974). Pod względem nasłonecznienia, amplitudy temperatury powietrza, inwersji termicznych i różnic w długości zalegania pokrywy śnieżnej, klimat OPN wykazuje wiele analogii z klimatem gór. Zbocza o wystawie południowej mają ciepły i suchy mikroklimat, zbliżony do stepowego. Natomiast stoki o ekspozycji N są chłodne i wilgotne, o małym nasłonecznieniu i dlatego zajmowane są głównie przez buczynę karpacką (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963).

Zróżnicowanie termiczne Ojcowskiego Parku Narodowego jest związane z jego urozmaiceniem morfometrycznym (Brzeźniak, Partyka 2008). Najwyższe partie są wzniesione do wysokości 481 m n.p.m. (Dębowa Góra powyżej wąwozu Jamki), a najniższe znajdują się na poziomie 285 m n.p.m. (dno doliny Prądnika we wsi Prądnik Korzkiewski). Według M. Hessa (1969) obszar ten zaliczany jest do piętra klimatu umiarkowanie ciepłego, które charakteryzuje średnia temperatura roku w granicach +6 do +8°C. W tym przedziale wartości mieści się średnia roczna wyznaczona dla okresu 1990–2007, wynosząca 6,8°C. Nieco niższą o 0,6 °C zanotowano w dnie Doliny Prądnika w okresie 1964–1967 (Klein 1977). Średnia temperatura roku na wierzchowinie w okolicach Ojcowa wynosi 7,5°C (Klein, 1977). Na stosunki klimatyczne i mikroklimatyczne dolin wpływa ich głębokość i szerokość oraz kierunek przebiegu. Dla przykładu w Dolinie Prądnika (o przebiegu północno-południowym) średnia temperatura miesięczna na wysokości 2 m jest wyższa o 0,7°C niż w Dolinie Sąpowskiej (Klein 1974). Najcieplejszym miesiącem jest lipiec (średnia temperatura – 18,5°C) i sierpień, zaś najchłodniejszym luty (–2,8°C). Długość okresu wegetacyjnego (ze średnimi temperaturami dobowymi powyżej 5°C) wynosi od 190 do 210 dni i jest niemalże dwa tygodnie krótszy w porównaniu z terenami sąsiednimi.

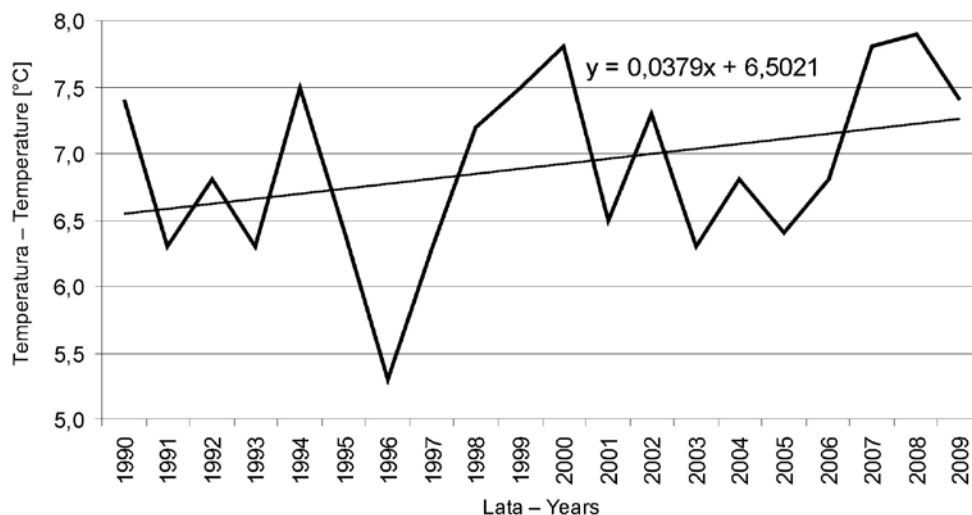
W Ojcowie największym zakresem zmian wartości średniej temperatury charakteryzowała się zima (XII–II). Najcieplejsza wystąpiła w 2007 r. ($0,3^{\circ}\text{C}$), zaś najchłodniejsza była zima 1996 r. ($-7,0^{\circ}\text{C}$), przy średniej z 20-lecia równej $-2,2^{\circ}\text{C}$ (ryc. 8). Wiosna (III–V) odznacza się większą stabilnością temperatury powietrza od zimy. W okresie wiosennym najcieplejszym okazał się rok 2007 ($8,4^{\circ}\text{C}$), a najchłodniejszym rok 1996 ($4,9^{\circ}\text{C}$), zaś średnia wieloletnia temperatura wyniosła $6,7^{\circ}\text{C}$. Sezon letni (VI–VIII) charakteryzuje się najmniejszą zmiennością temperatury powietrza. Najcieplejsze było lato 1992 roku ($17,4^{\circ}\text{C}$), a kolejne w 1993 r. było z kolei najchłodniejsze ($14,8^{\circ}\text{C}$). Średnia wieloletnia temperatura lata wynosi $16,0^{\circ}\text{C}$ z najcieplejszym lipcem $19,0^{\circ}\text{C}$ w 2006 roku. Warunki termiczne jesieni odznaczają się – w stosunku do wiosny – nieco mniejszym zakresem zmian temperatury. Najwyższe jej wartości zanotowano w 2006 r. ($8,4^{\circ}\text{C}$), najniższe w 1993 r. ($5,2^{\circ}\text{C}$), przy średniej z wielolecia równej $6,5^{\circ}\text{C}$. W analizowanym 18-leciu, absolutne maksimum temperatury, wynoszące $34,3^{\circ}\text{C}$ zanotowano 29 sierpnia 1992 r. Absolutne minimum wystąpiło 23 stycznia 2006 r., kiedy w Ojcowie temperatura spadła do $-30,6^{\circ}\text{C}$ (Brzeźniak, Partyka 2008).

Prezentowane wielkości temperatury ekstremalnej dotyczą dna Doliny Prądnika. Zgodnie z ustaleniami dokonanymi przez J. Kleina (1974), na wierzcholinie OPN temperatury maksymalne są o około $0,2^{\circ}\text{C}$ niższe, zaś temperatury minimalne o $2,5^{\circ}\text{C}$ wyższe.

W terenach o urozmaiconej rzeźbie przestrzennej rozkład opadów atmosferycznych jest silnie zróżnicowany i trudny do określenia. Jego suma jest wypadkową wpływu rzeźby terenu i jego wystawą w stosunku do przeważającego kierunku i częstości napływu wilgotnych mas powietrza. W ich wyniku średnia roczna suma opadów z 20-letniego okresu 1990–2009 w dolinie Prądnika wynosi $725,6$ mm. Zgodnie z ustaleniami dokonanymi przez J. Kleina (1974) są to wartości niższe o około 40 – 50 mm od notowanych na wierzcholinie Płaskowyżu Ojcowskiego, oraz o 50 – 60 mm niższe od rejestrowanych na zboczach eksponowanych na północ. Najmniej opadów otrzymują wąskie dna dolin położone w „cieniu opadowym” (np. Sądowska). Zróżnicowanie opadów podkreśla ich przebieg roczny (ryc. 9). Najbardziej obfite w opady są miesiące letnie, z maksimum w lipcu ($90,9$ mm). Absolutne minimum opadów notowano w czerwcu 1992 r. ($5,6$ mm), zaś najwyższą sumę miesięczną zmierzono w lipcu 1997 r. ($258,7$ mm). W analizowanym okresie, maksymalny opad dobowy został zmierzony 15 września 1995 r. i wyniósł $62,9$ mm. W Ojcowie, w okresie pomiarów instrumentalnych notowano wyższe sumy dobowe opadów – np. 27 czerwca 1965 r. spadło $73,7$ mm, a 18 lipca 1970 r. aż $120,3$ mm (Brzeźniak, Partyka 2008).

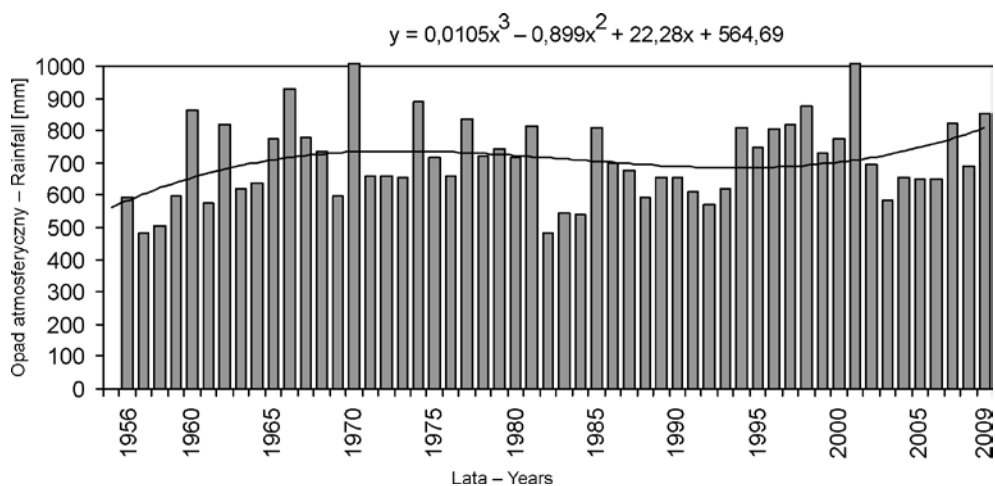
Dolina Prądnika cechuje się wysokimi średnimi rocznymi wartościami wilgotności od 81% w roku 1992 do 88% w 1999 r. (Brzeźniak, Partyka 2008). Roczny przebieg wilgotności względnej wykazuje pewne podobieństwo z terenami górskimi (Klein 1974). Przejawia się to zmniejszeniem jej wartości w miesiącach wiosenno-letnich (kwiecień – czerwiec), a wzrostem w ostatnich miesiącach roku (listopad – grudzień). Średnie zróżnicowanie wilgotności powietrza obserwowano w latach 1964–67 (Klein, 1977), notowano najniższe wartości w południe (średnia roczna 75%), znacznie wyższe rano (92%) i najwyższe wieczorem (94%).

Według badań J. Kleina (1974) średnie roczne zachmurzenie w Ojcowie w latach 1964–1967 wynosiło 64% i było o 4% wyższe w porównaniu do obliczeń J. Wojkowskiego (2001) wykonanych za lata 1990–1999. Jeszcze niższą średnią wartość (58%) otrzymano uwzględniając dane z okresu 1990–2009 (ryc. 10). Różnice te wynikają z różnej długo-



Ryc. 8. Przebieg średniej temperatury rocznej w Dolinie Prądnika w latach 1990–2009

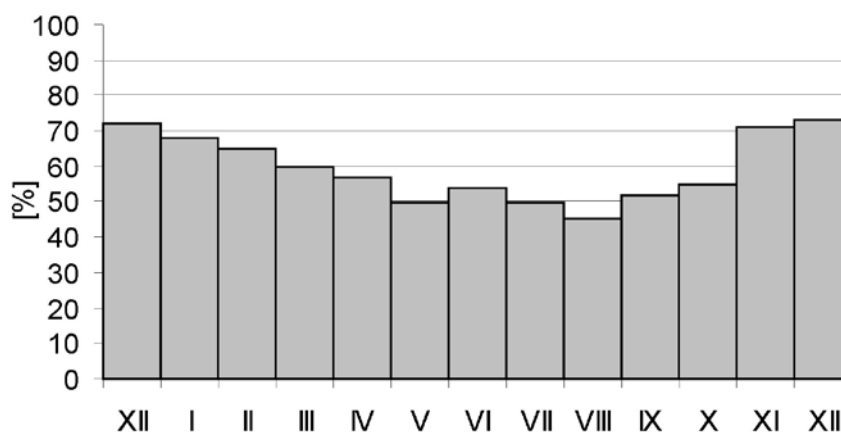
Fig. 8. Course of the mean annual temperature in the Prądnik Valley



Ryc. 9. Opady atmosferyczne w Dolinie Prądnika za lata 1956–2009. Liniją zaznaczono trend (za lata 1956–1989: dane IMGW w Ojcowie, za lata 1990–2009: dane stacji opadowej OPN)

Fig. 9. Precipitation in the Prądnik Valley in the years 1956–2009. A line denotes the trend (1956–1989: data IMGW, 1990–2009: data ONP)

ści i różnych okresów obserwacji przyjmowanych do obliczeń. W przebiegu rocznym, w Dolinie Prądnika najmniejsze zachmurzenie notowane jest w sierpniu (46%) i lipcu (51%). Największe pokrycie nieba przez wszystkie chmury obserwowane jest w ostatnich miesiącach roku – w listopadzie i grudniu (odpowiednio 71 i 72%) (Brzeźniak, Partyka 2008). Przez ponad jedną trzecią roku utrzymuje się zachmurzenie w granicach od 81 do 100% (tab. 1).



Ryc. 10. Roczny przebieg zachmurzenia w Parku Zamkowym w latach 1990–2009

Fig. 10. Annual course of cloudiness in the station Park Zamkowy in the years 1990–2009

Tabela 1. Liczba dni z zachmurzeniem w Ojcówie – Park Zamkowy (średnie z okresu 1990–2009)

Table 1. Number of days with cloudiness in Ojców – Park Zamkowy (averages from the period of 1990–2009)

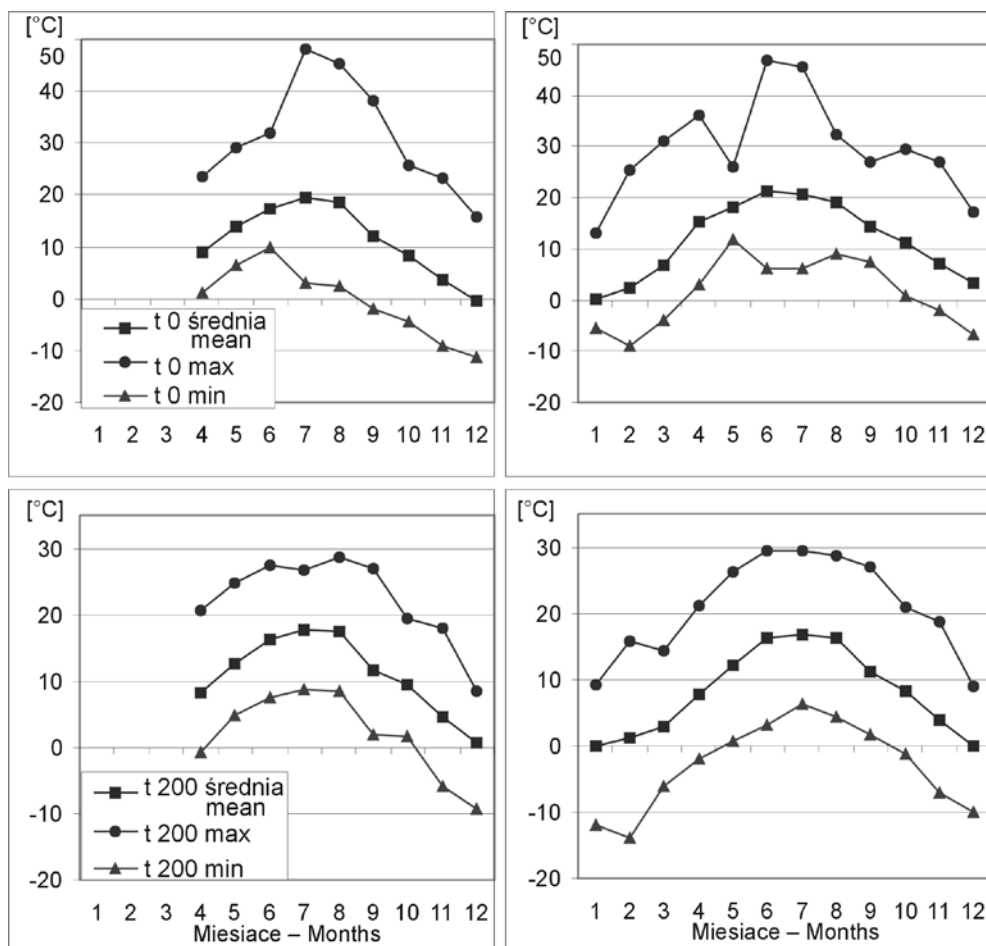
Wielkość Cloudiness size	Rok – Year	
	Liczba dni Number of days	%
0–20 %	85	23
21–50 %	69	19
51–80 %	85	24
81–100 %	126	34

WYNIKI BADAŃ

Krótką serią pomiarową z lat 2008–2009 pozwoliła na porównania wybranych elementów meteorologicznych w ograniczonym zakresie. Przebieg temperatury na powierzchni murawy był silnie uzależniony od wysokości trawy, która została skoszona w połowie czerwca 2008 r. Natomiast przebieg temperatury na wysokości 200 cm obrazuje większe amplitudy w Dolinie Prądnika niż na wierzchołku (ryc. 11). Wyższe wartości wilgotności względnej obserwowano na stacji Park Zamkowy. Różnica wilgotności średniej na obu stacjach w miesiącach kwiecień–sierpień dochodzi do 20% (ryc. 12).

Najniższą wartość temperatury $-19,7^{\circ}\text{C}$ zanotowano w Dolinie Prądnika w dniu 6.01.2009 r. oraz nieznacznie wyższą o $0,1^{\circ}\text{C}$ na wierzchołku (ryc. 13). W ciągu tego zimowego dnia zaznaczają się dwa okresy występowania inwersji temperatury – rano i wieczorem. Ze względu na pogodny dzień obserwowano ocieplenie w godzinach okołopołudniowych z maksimum w czasie górowania Słońca. Dolina Prądnika nagrzewała się nawet do 7°C tuż nad powierzchnią. Natomiast temperatura na wierzchołku nie przekroczyła 0°C . Również wilgotność w tym czasie w dolinie była niższa o około 15% niż na wierzchołku (ryc. 14).

Przebieg strumienia promieniowania całkowitego (K_{\downarrow}) w porze dziennej (jasna powierzchnia) był ograniczony ze względu na zbocza kanionu krasowego Doliny Prądnika. Ponadto dopływ strumienia K_{\downarrow} ograniczało zamglenie często występujące w dolinach OPN. Natomiast w ciągu pogodnego dnia z występującą pokrywą śnieżną mogło docho-

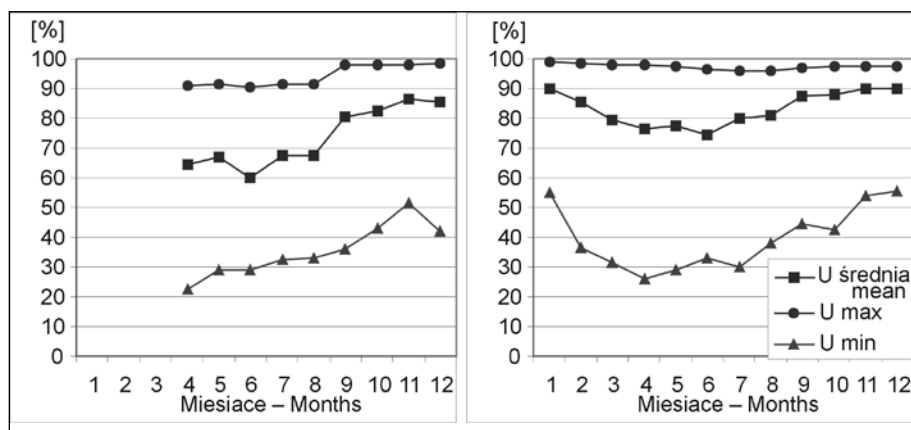


Ryc. 11. Przebieg średnich miesięcznych wartości temperatury oraz wartości ekstremalnych na stacji Lepianka Czajowska (po lewej) i Park Zamkowy (po prawej) w 2008 r.

Fig. 11. Course of mean monthly temperature values and extreme values in the station Lepianka Czajowska (at left) and Park Zamkowy (at right) in 2008

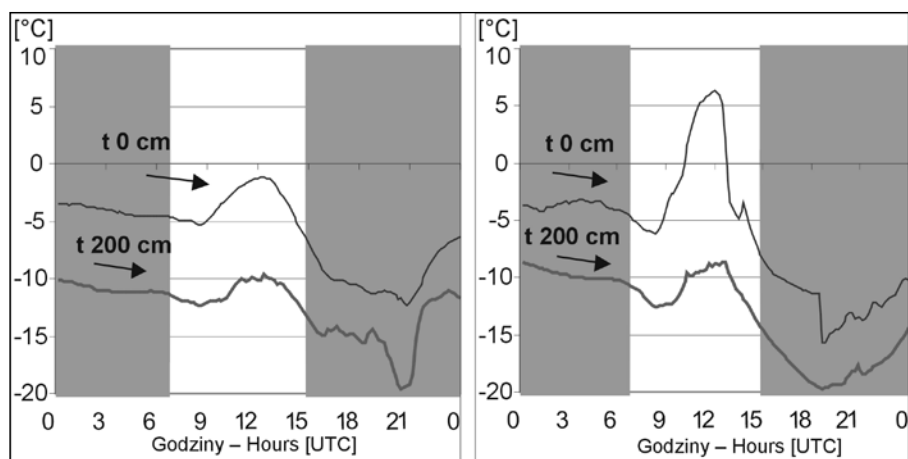
dzić do wzmocnienia strumienia K_{\downarrow} ze względu na odbicia ośnieżonych zboczy. Strumień salda promieniowania w pełnym zakresie widma (Q^*) przyjmuje wartości ujemne w czasie dnia co świadczy o wypromieniowaniu i wychładzaniu się powierzchni OPN. Natomiast dodatnie wartości Q^* notowano w Dolinie Prądnika od godz. 21.00 co mogło być związane z mgłą i zanieczyszczeniami zalegającymi na dnie doliny (ryc. 15).

Niskie wartości temperatury notowano również 22.02.2009 r. w Dolinie Prądnika (min $-19,1^{\circ}\text{C}$), gdy w tym samym czasie na stacji Lepianka Czajowska było $-10,3^{\circ}\text{C}$ (ryc. 16). W tym dniu nocą i w godzinach porannych wystąpiło zjawisko inwersji temperatury o dużym natężeniu do 9K. Przebieg temperatury nad powierzchnią gruntu był mało zróżnicowany ze względu na izolacyjną warstwę śniegu.



Ryc. 12. Przebieg średniej miesięcznej wartości wilgotności względnej powietrza oraz wartości ekstremalnych na stacji Lepianka Czajowska (po lewej) i Park Zamkowy (po prawej) w 2008 r.

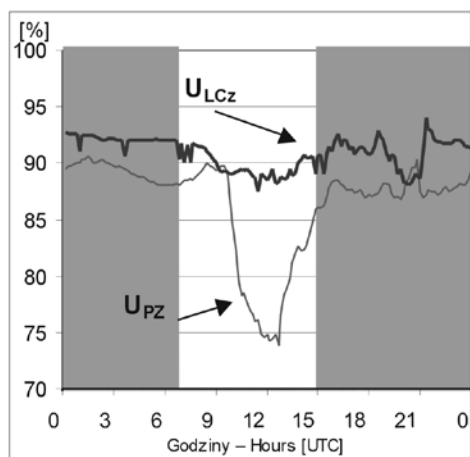
Fig. 12. Course of mean monthly air relative humidity values and extreme values in the station Lepianka Czajowska (at left) and Park Zamkowy (at right) in 2008



Ryc. 13. Przebieg temperatury w Lepiance Czajowskiej (po lewej) oraz w Parku Zamkowym (po prawej) w dniu 6.01.2009. Przebieg dzienny przedstawiono na jasnym tle, natomiast przebieg nocny na ciemnym tle

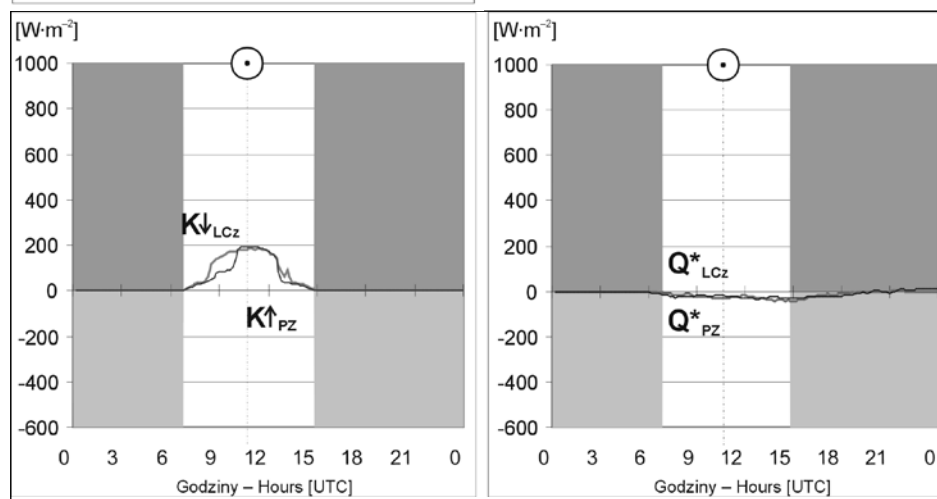
Fig. 13. Course of temperature in Lepianka Czajowska (at left) and in Park Zamkowy (at right) on 6.01.2009. The diurnal course is presented on the bright background, and the nocturnal course on the dark background

Dla porównania warunków klimatycznych wybrano pogodny dzień lata (18 lipca 2009 r.), gdy wystąpiła maksymalna wartość temperatury w 2009 r. (ryc. 17, 18). W Dolinie Prądnika zanotowano wówczas 30,6°C i w tym samym czasie 29,3°C na stacji Lepianka Czajowska. Intensywne promieniowanie K_{\downarrow} nagrzewało powierzchnię murawy co skutkowało dużym strumieniem ciepła w głąb gruntu, czego wyrazem były wysokie wartości temperatury 10 cm pod powierzchnią. Kanion krasowy ograniczał dopływ strumienia K_{\downarrow} do dna w godzinach popołudniowych. Ze względu na wzrost zachmurzenia nie zaznaczała się różnica w dopływie K_{\downarrow} w godzinach popołudniowych na analizowanych



Ryc. 14. Przebieg wilgotności względnej – wierzchowina (indeks 'LCz') oraz Park Zamkowy (indeks 'PZ') w Ojcowie w dniu 6.01.2009 r.

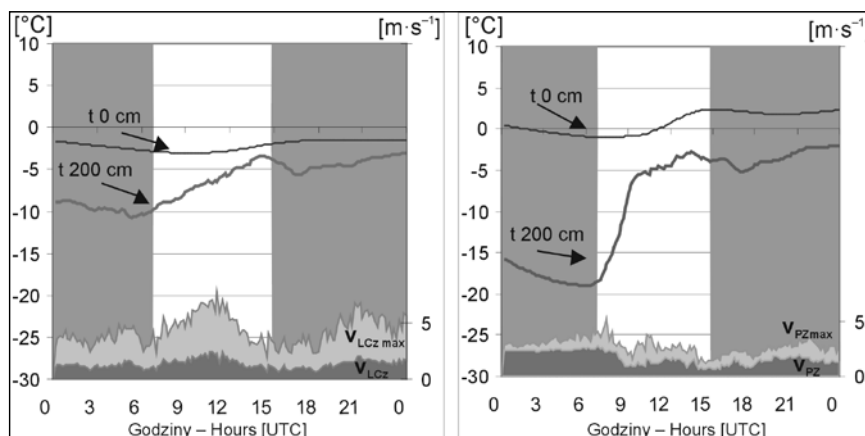
Fig. 14. Course of relative humidity – the plateau (index 'LCz') and the Park Zamkowy (index 'PZ') on 6.01.2009



Ryc. 15. Przebieg dobowy natężenia promieniowania (K_{\downarrow} , K_{\uparrow}) i salda promieniowania (Q^*) – wierzchowina (indeks 'LCz') oraz Park Zamkowy (indeks 'PZ') w Ojcowie w dniu 6.01.2009 r. Przerywaną linią i punktem w kole zaznaczono moment górowania Słońca

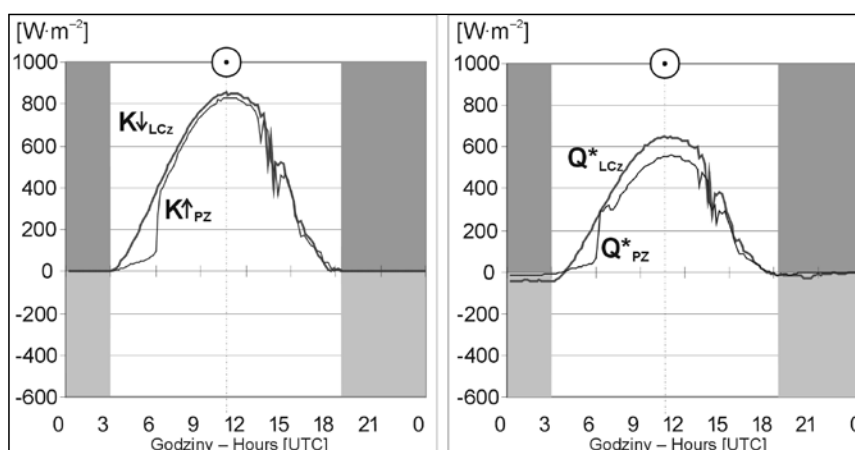
Fig. 15. Twenty-four hour course of radiation intensity (K_{\downarrow} , K_{\uparrow}) and intensity balance (Q^*) – the plateau (index 'LCz') and the Park Zamkowy (index 'PZ') on 6.01.2009. The moment of the upper culmination of the Sun is marked with a broken line and a dot in a circle

stacjach. Duże różnice notowano również w wartościach promieniowania odbitego K_{\uparrow} i wartości albedo: 0,23 dla wilgotnej łąki w Dolinie Prądnika i tylko 0,13 dla murawy na wierzchowinie. Saldo w pełnym zakresie widma (Q^*) miało niższe wartości w Dolinie Prądnika niż na wierzchowinie w czasie dnia. Tylko nocą saldo Q^* przyjmowało ujemne wartości (strumień zwrócony ku górze) gdyż powierzchnia murawy na wierzchowinie intensywniej wypromieniowywała w zakresie długofalowym.



Ryc. 16. Przebieg temperatury i prędkości wiatru w Lepiance Czajowskiej (po lewej) oraz w Parku Zamkowym (po prawej) w dniu 22.02.2009 r.

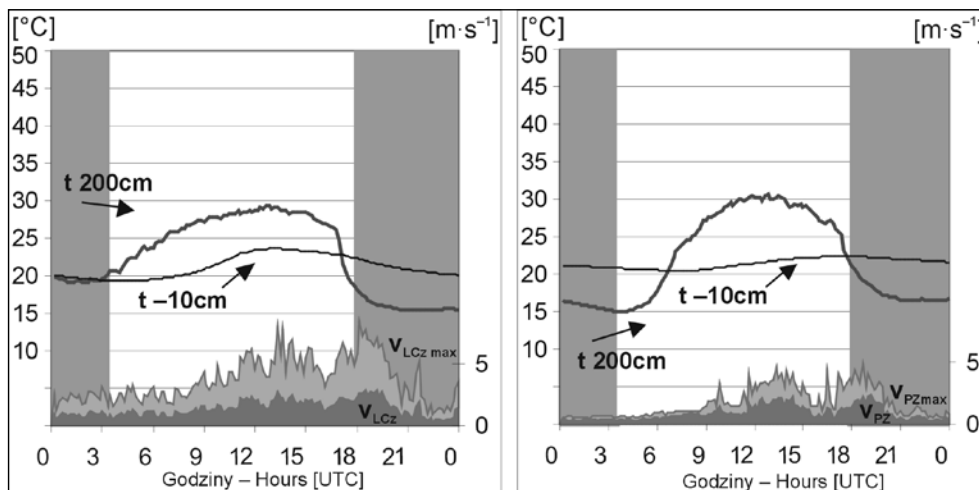
Fig. 16. Course of temperature and wind speed in Lepianka Czajowska (at left) and in Park Zamkowy (at right) on 22.02.2009



Ryc. 17. Przebieg dobowy strumienia promieniowania (K_{\downarrow} , K_{\uparrow}) i salda promieniowania (Q^*) – wierzchowina (indeks 'LCz') oraz Park Zamkowy (indeks 'PZ') w dniu 18.07.2009 r.

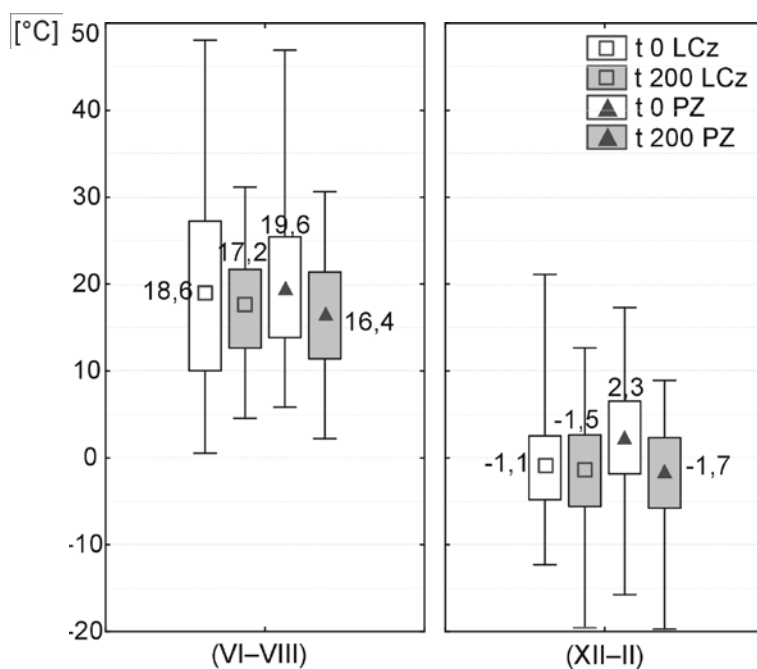
Fig. 17. Twenty-four hour course of radiation intensity (K_{\downarrow} , K_{\uparrow}) and radiation balance (Q^*) – the plateau (index 'LCz') and the Park Zamkowy (index 'PZ') on 18.07.2009

Następnie do porównania warunków klimatu lokalnego dna Doliny Prądnika i wierzchowiny wybrano dwie pory roku – lato (miesiące VI–VIII) i zimę (miesiące XII–II) w latach 2008–2009. Wykonano wykresy porównawcze dla stacji PZ i LCz (ryc. 19). Porównując wartości temperatury na wierzchowinie stwierdzono wyższą średnią temperaturę przy powierzchni gruntu o $1,4^{\circ}\text{C}$ na wierzchowinie i $3,2^{\circ}\text{C}$ na dnie Doliny Prądnika niż na wysokości 2 m, jak również większą amplitudę w okresie lata. Mniejsze zróżnicowanie śred-



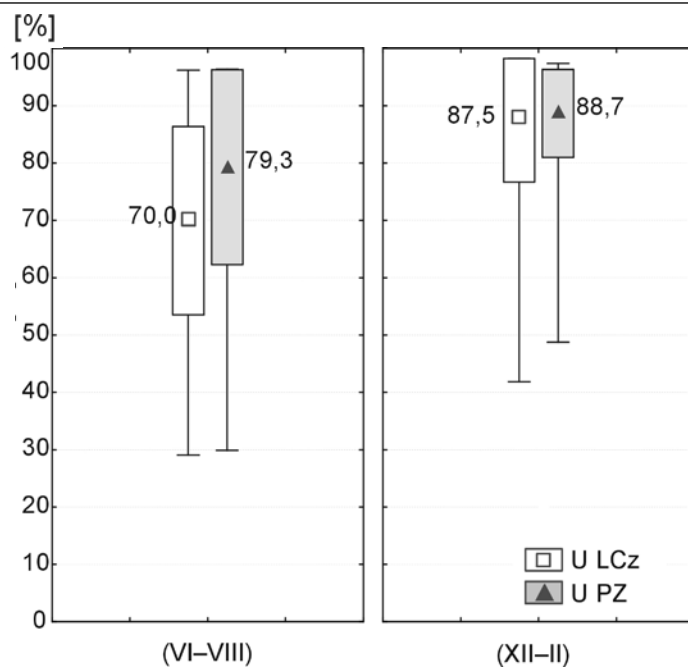
Ryc. 18. Przebieg temperatury i prędkości wiatru w Parku Zamkowym (po prawej) oraz w Lepiance Czajowskiej (po lewej) w dniu 18.07.2009 r.

Fig. 18. Course of temperature and wind speed in Park Zamkowy (at right) and in Lepianka Czajowska (at left) on 18.07.2009



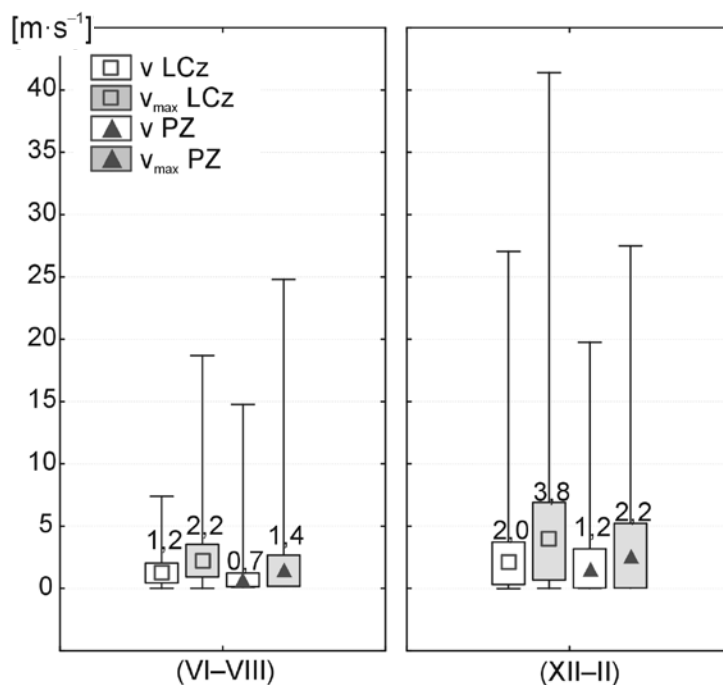
Rys. 19. Rozkład średniej temperatury, odchylenia standardowego i wartości ekstremalnych powierzchni i 200 cm ponad nią w podziale na lato i zimę na wierzchownie (LCz) oraz na dnie Doliny Prądnika (PZ)

Fig. 19. Distribution of the mean temperature, standard deviation and extreme values of the surface and 200 cm above surface divided into summer and winter in the plateau (LCz) and in the Prądnik Valley (PZ)



Ryc. 20. Rozkład średniej wilgotności względnej, odchylenia standardowego i wartości ekstremalnych w podziale na lato i zimę na wierzchowie (LCz) oraz na dnie Doliny Prądnika (PZ)

Fig. 20. Distribution of the mean relative humidity, standard deviation and extreme values divided into summer and winter in the plateau (LCz) and in the Prądnik Valley (ParkZ)



Ryc. 21. Rozkład średniej i maksymalnej prędkości wiatru, odchylenia standardowego i wartości ekstremalnych w podziale na lato i zimę na wierzchowie (LCz) oraz na dnie Doliny Prądnika (PZ)

Fig. 21. Distribution of the mean and maximum wind speed, standard deviation and extreme values divided into summer and winter in the plateau (LCz) and in the Prądnik Valley (PZ)

niej temperatury oraz amplitudy notowano zimą. Wysoka średnia temperatura powierzchni w dolinie $2,3^{\circ}\text{C}$ była wynikiem nagrzewania dna doliny jak również mogła być spowodowana izolacyjnym działaniem pokrywy śnieżnej w czasie mroźnych dni zimą.

Dolina Prądnika charakteryzowała się wyższymi wartościami wilgotności względnej o $9,3\%$ latem i $1,2\%$ zimą w stosunku do partii wierzchowinowej (ryc. 20). Natomiast na wierzchowinie stwierdzono większe amplitudy tak latem jak zimą oraz niskie wartości wilgotności względnej sięgające poniżej 30% latem i 42% zimą.

Wyższymi prędkościami wiatru, tak średnimi jak maksymalnymi wyróżniał się okres zimowy (ryc. 21). Średnia prędkość wiatru była wyższa na wierzchowinie niż w Dolinie Prądnika o $0,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ latem i o $0,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zimą. Średnie maksymalne wartości wiatru rejestrowane co 10 min wskazywały na silne przepływy powietrza na wierzchowinie $2,2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ latem i $3,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zimą. Natomiast porywy wiatru sięgały na wierzchowinie do $42\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zimą a w dolinie $25\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w okresie lata i $27\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zimą.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania wykonane w latach 2008–2009 potwierdzają, że klimat lokalny dna Doliny Prądnika i wierzchowiny jest kształtowany pod wpływem zróżnicowanej rzeźby, ekspozycji terenu oraz deniwelacji przekraczającej 100 m na stosunkowo niewielkiej przestrzeni. Stosunki termiczne, najbardziej uzależnione od rzeźby terenu, mają charakter inwersyjny, znajdują wyraz w przebiegu średniej rocznej temperatury między dnem doliny a wierzchowiną. W latach 1990–2009 stwierdzono wzrost temperatury powietrza o $0,4^{\circ}\text{C}$ w ciągu 10 lat w Dolinie Prądnika.



Ryc. 22. Wezbranie na potoku Prądnik w lipcu 2001 r. Fot. J. Partyka

Fig. 22. Raised-water in Prądnik in July 2001. Photo by J. Partyka

Mimo wielu badań klimatycznych prowadzonych w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat na terenie OPN rysuje się potrzeba ich kontynuacji w oparciu o dwie istniejące stacje – w PZ w Ojcowie i w LCz na wierzcholinie oraz uzupełniane o dodatkowe czujniki Hobo rejestrujące temperaturę powietrza na różnych wysokościach. Więcej uwagi należałoby poświęcić ekstremalnym zjawiskom meteorologicznym, jakie zdarzają się na terenie OPN i w jego okolicach. Należą do nich spadki temperatury, wezbrania potoku Prądnik wskutek nawaalnych opadów (ryc. 22), gwałtowne roztopy i inne zjawiska, jak np. szadź. Oprócz wzmiankowanych już wezbrań, jakie miały miejsce w XIX w. i w 1937 r., powódzie kilkakrotnie nawiedzały Dolinę Prądnika w latach powojennych, z których największa miała miejsce w maju 1996 r. Zjawisko szadzi wystąpiło na szeroką skalę w styczniu 2010 r. obejmując najwyżej położone okolice Ojcowca.

Kolejnym etapem kontynuowanych badań powinno być przeprowadzenie nowej regionalizacji klimatycznej OPN i jego najbliższego otoczenia oraz opracowanie pełnej monografii mezo- i mikroklimatycznej. Od kompleksowych badań klimatu OPN wykonanych przez J. Kleina (1974) minęło już ponad 45 lat. Jego monograficzne opracowanie jest wciąż najpełniejszą analizą warunków klimatycznych OPN, jednakże wyniki dotychczasowych badań w oparciu o zebrany materiał na podstawie wieloletnich obserwacji, a także nowe metody badawcze i dostęp do nowoczesnej aparatury pomiarowej upoważniają do podjęcia pełnej analizy klimatu Doliny Prądnika i Saspowskiej oraz opracowanie monografii.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego Nr N306 044 32/3178.

PIŚMIENNICTWO

Bokwa A., Caputa Z., Durło G., Maciejowski W., Wojkowski J. 2006. *Zróżnicowanie warunków aktywnometrycznych i termicznych w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska”, **10**: 92–99.

Bokwa A., Caputa Z., Durło G., Maciejowski W., Wojkowski J. 2008. *Meso- and microclimatic conditions in the southern part of the Cracow-Częstochowa Upland*, EJPAU 11(3), #03. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume11/issue3/art-03.html>

Brzeźniak E. 1974. *Ogólna charakterystyka warunków klimatycznych w okolicy Ojcowskiego Parku Narodowego*, [w:] K. Zabierowski (red.), *Rozmieszczenie przestrzenne i struktura leśnych pasów ochronnych wokół Ojcowskiego Parku Narodowego*. Zakład Ochrony Przyrody PAN. Kraków (maszynopis).

Brzeźniak E. 1992. *Rozkład temperatury na powierzchni skałek wapiennych*. „Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne”, **90**: 147–155.

Brzeźniak E. 1994–1995a. *Rola rzeźby terenu w kształtowaniu klimatu powierzchni granicznych skałek wapiennych*. „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **9**: 49–57.

Brzeźniak E. 1994–1995b. *Wilgotność przypowierzchniowej warstwy powietrza skałek wapiennych*. „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **9**: 59–66.

Brzeźniak E. 2001. *Zróżnicowanie pola termicznego powierzchni skałek wapiennych*, [w:] J. Partyka (red.), *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. Ojców, s. 24–26.

Brzeźniak, Partyka 2008. *Warunki klimatyczne Ojcowskiego Parku Narodowego*, [w:] A. Klasa, J. Partyka (red.), *Monografia Ojcowskiego Parku Narodowego*. Ojców, s. 121–136.

Caputa Z., 2001. *Pomiary bilansu promieniowania różnych powierzchni czynnych przy wykorzystaniu automatycznych stacji pomiarowych*. „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 45/46 (11): 95–103.

Caputa Z., Leśniok M. 2001. *Pomiary bilansu promieniowania na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego z wykorzystaniem automatycznych stacji meteorologicznych*, [w:] J. Partyka (red.), *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. Ojców, s. 27–30.

Caputa Z., Leśniok M. 2002a. *Radiation balance in the area of Ojców National Park*. [w:] V.N. Andrejchuk, V.P. Korzhyk (red.), *Regional aspects of land use*. Kharkivski Politekhniczny Uniwersytet, Uniwersytet Śląski, Chernivtsy-Sosnowiec, s. 24–34.

Caputa Z., Leśniok M. 2002b. *Zróżnicowanie mikroklimatyczne w świetle bilansu promieniowania słonecznego na przykładzie Ojcowskiego Parku Narodowego*. „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, 13: 7–31.

Caputa Z., Hibszer B., Leśniok M., Partyka J. 2004. *Badania topoklimatyczne oraz zanieczyszczenia wód opadowych na obszarze Ojcowskiego Parku Narodowego*, [w:] J. Partyka (red.), *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, t. 1 – Przyroda. Ojców, s. 143–150.

Cebulak E., Niedbała J. 2001. *Katastrofalne wezbranie we wsi Sułoszowa w dniu 18 maja 1996 roku – przyczyny, przebieg, skutki*, [w:] J. Partyka (red.), *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. Ojców, s. 31–34.

Dietl J. 1858. *Zakład hydropatyczny w Ojcowie*. Kraków.

Elenkin A. 1901. *Flora Ojcovskoj Doliny*. Warszawa

Hess M. 1969. *Klimat podregionu miasta Krakowa*. „Folia Geographia, ser. Geogr.-Physica”, 3: 5–65.

Jaros K. 2003. *Warunki klimatyczne i bioklimatyczne Ojcowskiego Parku Narodowego*. Praca magisterska. IGiP UJ. Kraków.

Klein J. 1974. *Mezo- i mikroklimat Ojcowskiego Parku Narodowego*. „Studia Naturae”, ser. A, 8: 1–105.

Klein J. 1977. *Klimat*, [w:] K. Zabierowski (red.), *Przyroda Ojcowskiego Parku Narodowego*. „Studia Naturae”, Ser. B, 28: 91–119.

Klein J. 1992a. *Stosunki termiczno-wilgotnościowe Doliny Sąspowskiej w Ojcowskim Parku Narodowym*. Prądnik. Prace Muz. Szafera, 5: 21–27.

Klein J. 1992b. *Radiacyjne czynniki klimatu i parowanie w Ojcowskim Parku Narodowym (na przykładzie Doliny Sąspowskiej)*. „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, 5: 29–34.

Klein J. 1992c. *Mikroklimat jaskini Ciemnej w Ojcowskim Parku Narodowym w warunkach zimowych*. „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, 5: 35–45.

Klein J., Niedźwiedz T., Sztylek A. 1966. *Badania mikroklimatyczne na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego*. „Ochrona Przyrody”, 31: 189–201.

Kondracki J. 1937. *Skutki ulewy w dniu 22 maja 1937 r. w dolinie Prądnika*. „Przegląd Geograficzny”, 16: 161–165.

Kwietniewski W. 1901. *Stacja meteorologiczna w Ojcowie*. „Wszechświat”, 20, 15: 238–239.

Łuszczewska J. (Deotyma). 1860. *Ojców [wyjątek z „Dziennika podróży”]*, [w:] *Przewodnik po Ojcowskiej Dolinie*. Warszawa 1860, s. 18–22.

Medwecka-Kornaś A., Kornaś J. 1963. *Mapa zbiorowisk roślinnych Ojcowskiego Parku Narodowego*. „Ochrona Przyrody”, 29: 17–87.

Niedźwiedz T. 2003. *Częstość występowania mas powietrza w Polsce południowej w drugiej połowie XX wieku. Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych*. „Prace Geograficzne IGiPZ PAN”, 188: 65–74.

- Olecki Z. 1989. Bilans promieniowania słonecznego w dorzeczu górnej Wisły. Rozprawy Habilitacyjne UJ, **157**, 126 ss.
- Partyka J. 1992. Środowiska abiotyczne Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. „Prądnik. Prace Muz. Szafera”, **5**: 9–20.
- Romer E. 1949. Okresy gospodarcze w Polsce. „Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego”, B, **20**, ss. 132.
- Stronczyński K., Taczanowski K., Waga A. 1855. Sprawozdanie z podróży naturalistów odbytej w r. 1854 do Ojcowa. „Biblioteka Warszawska”, **2**: 142–172.
- Szymkiewicz D. 1923. *Études climatologiques. I. Comment caractériser l'humidité de l'air? II. Quel climat est plus humide pour les végétaux? III. Sur le climat local de la vallée d'Ojców.* „Acta Societatis Botanicorum Poloniae”, **1**: 244–262.
- Wojkowski J. 2001b. *Zachmurzenie nad Ojcowem*, [w:] J. Partyka (red.), *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. Ojców, s. 136–137.
- Wojkowski J. 2004. *Zróżnicowanie topoklimatyczne w charakterystycznych typach środowiska Ojcowskiego Parku Narodowego*, [w:] J. Partyka (red.), *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, t. 1 – *Przyroda*. Ojców, s. 139–142.
- Wojkowski J. 2006. *Modelowanie dopływu promieniowania słonecznego przy użyciu GIS na przykładzie obszaru Ojcowskiego Parku Narodowego*. „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska”, Sectio B, **61**: 468–477.

SUMMARY

Studies of the local climate in Ojców have a 19th-century tradition. The first information on extreme atmospheric phenomena was provided by that time naturalists visiting Ojców. Towards the end of the 19th century a Russian researcher A. Elenkin made a series of measurements of temperature and air humidity, and in 1923 D. Szymkiewicz carried out measurements of water-vapour pressure and water saturation-deficit. Comprehensive studies of the Ojców National Park meso- and microclimate were conducted in the years 1964–1968 by J. Klein (1974).

A stationary meteorological station was founded at the Prądnik Valley floor in 1990 and since then it has been taking constant measurements of such elements as temperature, air humidity, precipitation, cloudiness (cloud amount and patterns), wind (direction and speed), vaporization. The findings of surveys are collected in several source works (among others Jaros 2003, Wojkowski 2004) and in the monograph of the Ojców National Park (Brzeźniak, Partyka 2008).

Further studies conducted in the years 2008–2009 concerned diversification of the local climate in the Ojców National Park in relation to plant communities. For the purposes of the study, two automatic stations Campbell were started and temperature loggers Hobo were installed. One of the stations was situated at the Prądnik Valley floor nearby the stationary meteorological station and the other one in the plateau in the neighbourhood of the hamlet of Lepianka Czajowska.

Meteorological measurements were made at minute intervals; the recorded data included wind direction momentary values (every ten minutes), average (ten minutes, one hour, and twenty-four hour) values of temperature, wind speed, humidity and radiation, and maximum values (temperature, wind speed, humidity and radiation). All measurements were recorded at universal time (UTC).

Based on measurements from the years 2008–2009 the comparison of the course of temperature, humidity and total radiation was made. The course of temperature at a height of 200 cm demonstrates higher ranges in the Prądnik Valley than those recorded

in the plateau. Higher values of relative humidity were observed in the station Park Zamkowy in the Prądnik Valley. The mean humidity difference in both stations during the months from April to August reaches 20%.

The lowest temperature value (-19.7) was recorded in the Prądnik Valley on 6.01.2009 and on the same day a slightly higher (of 0.1°C) in the plateau. During that winter day two periods of temperature inversion occurrence could be observed – in the morning and in the evening. Because of a sunny day warming came around midday hours with the maximum at the upper culmination of the Sun. The Prądnik Valley warmed up to even 7°C , which could be seen in the course of temperature just above the surface, whereas the temperature in the plateau did not exceed 0°C . Also the humidity at the valley floor was at that time lower of about 15% than that in the plateau.

The course of the total radiation flux (K_{\downarrow}) at the daytime (light surface) is limited because of the walls of the karstic canyon of the Prądnik Valley. Moreover, fogginess in the Prądnik Valley causes a decrease in the inflow of the K_{\downarrow} flux. The flux of radiation balance in the full spectrum range (Q^*) takes negative values during the day. The surface of the Prądnik Valley radiates and chills more intensively than the surface of the plateau (Fig.15).

In order to compare climatic conditions a sunny summer day (18 July 2009) was chosen when the maximum in 2009 temperature value occurred. The temperature recorded then in the Prądnik Valley was 30.6°C and at the same time it was 29.3°C in the Lepianka Czajowska station. Intense K_{\downarrow} radiation heated grass surfaces with the resultant big heat stream running into the ground, which was expressed by high temperature values 10 cm beneath the surface. The karstic canyon limited the inflow of the K_{\downarrow} flux into the floor of the Prądnik Valley in late morning hours. Because of heavy overcast the difference in the K_{\downarrow} inflow in afternoon hours was not marked in the analysed stations.

The comparison of local climate conditions at the Prądnik Valley floor and in the plateau was made based on studies performed during two selected seasons of the year – summer (months VI–VIII) and winter (months XII–II) in the years 2008–2009. Comparative graphs illustrating differences within particular parameters were drawn for the stations Park Zamkowy and Lepianka Czajowska.

Investigations conducted in the years 2008–2009 prove that the local climate of the Prądnik Valley floor and the plateau is created under the influence of diversified surface features, slope exposure and denivelation exceeding 100 m within a relatively small area. Thermal conditions, dependent mostly on land sculpture and inversive in character, are expressed in the course of the mean annual temperature between the valley floor and the plateau. At the valley floor sharper thermal contrasts can be observed and humidity shows analogies with mountain conditions.