

Prądnik. Prace Muz. Szafera	23	65–74	2013
-----------------------------	----	-------	------

ZBIGNIEW CAPUTA¹, JAKUB WOJKOWSKI²

¹ Uniwersytet Śląski, Katedra Klimatologii, ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec,
e-mail: zbigniew.caputa@us.edu.pl

² Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza,
al. Mickiewicz 24/28, 30–059 Kraków
e-mail: rmwojkow@cyf-kr.edu.pl

WPLYW PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO NA TEMPERATURE POWIETRZA I GLEBY NA WYŻYNIIE KRAKOWSKIEJ

Influence of solar radiation on air and soil temperature in the Cracow Upland

Abstract. The article presents the results of research on the influence of the structure of radiation balance on the development of thermal conditions in the Cracow Upland. Based on actinometrical measurements the structure of radiation balance in two areas of morphologically different landforms was determined. It was shown that the global solar radiation K_{\downarrow} reaching the valley floor during the year was on average 15% lower than the solar energy received by the plateau. At the valley floor the values of radiation balance in full spectral range Q^* were 20% lower than in the plateau. The influence of solar radiation on air and soil temperature was determined using the correlation coefficient. Its highest values reaching 0.97 were found for the relation of the Earth's longwave radiation with air temperature at the valley floor. Equally high values of the correlation coefficient were obtained for the relation of net radiation in full spectral range with air temperature.

Key words: topoclimate, structure of radiation balance, temperature, Cracow Upland

WSTĘP

Energia słoneczna docierająca do powierzchni czynnej warunkuje procesy w niej zachodzące. Ich znajomość jest bardzo istotna nie tylko z punktu widzenia rolnictwa ale również innych dziedzin życia i gospodarki. Temperatura powietrza ma bardzo duży wpływ na terminy rozpoczęcia i zakończenia procesów biologicznych w ciągu roku. Decyduje ona o natężeniu procesów zachodzących w roślinach, skałach i glebie, szczególnie istotnych w okresie wegetacji. Od dopływu promieniowania zależy cykl dobowy i roczny temperatury powietrza, rozkład wilgotności, lokalne różnice ciśnienia i wynikające z tego przemieszczanie się powietrza. Znajomość rozkładu temperatury szczególnie w urozmaiconej formie terenu pozwala wyznaczyć m.in. kontrasty termiczne, nagrzewanie i wychładzanie gruntu.

Związki temperatury powietrza z różnymi elementami meteorologicznymi były przedmiotem wielu badań (Bednorz, Kolendowicz 2010; Bryś 2004, Karpińska 1982; Kossowski 2001, 2005, 2007). Badania te wykazują, że główną rolę w kształtowaniu się

warunków termicznych ma dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni czynnej. Temperatura powietrza, zwłaszcza jej przypowierzchniowa warstwa, charakteryzuje się w przebiegu dobowym stosunkowo dużymi zmianami. Są one najczęściej zbieżne ze zmianami dopływu promieniowania słonecznego, a różnice między amplitudami temperatury powietrza są tym większe im bliżej powierzchni czynnej (Aniel, Cisowska 1995). Na przebieg dobowy temperatury gleby może również wpłynąć nagła zmiana warunków pogodowych spowodowana wystąpieniem opadu, zachmurzeniem czy adwekcją mas powietrza (Karpińska 1982). Struktura bilansu promieniowania w pełnym zakresie widma na obszarze OPN była przedmiotem badań jednak bez powiązania jej z kształtowaniem się temperatury powietrza (Caputa, Wojkowski 2009).

Głównym celem niniejszej pracy było zbadanie struktury składników bilansu promieniowania, a następnie ich wpływ na kształtowanie się temperatury powietrza, powierzchni czynnej i gleby w warunkach wyżynnych. Cel ten starano się zrealizować na podstawie analizy wieloletnich pomiarów i obserwacji aktywności promieniowania prowadzonych na obszarze wyżynnym charakteryzującym się urozmaiconą rzeźbą terenu.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano materiał pomiarowy z lat 2007–2012 pochodzący z dwóch stacji meteorologicznych znajdujących się w południowej części Wyżyny Krakowskiej i położonych na odmiennych formach morfologicznych terenu. Pierwsza stacja zlokalizowana w Ojcowie w Parku Zamkowym położona jest na dnie głęboko wciętej Doliny Prądnika na wysokości 322 m n.p.m. ($19^{\circ}49'44''\text{E}$, $50^{\circ}12'35''\text{N}$). Charakteryzuje ona warunki klimatyczne wyżyny, jakie kształtują się w dnach dolin oraz głęboko wciętych



Ryc. 1. Radiometr różnicowy CNR1. Fot. Z. Caputa

Fig. 1. Net radiometer CNR1. Photo by Z. Caputa



Ryc. 2. Stacja na dnie doliny w Ojcowie. Fot. Z. Caputa
Fig. 2. Station in the valley in Ojców. Photo by Z. Caputa



Ryc. 3. Stacja na wierzcholinie w Lepianke Czajowskiej koło Jerzmanowic. Fot. Z. Caputa
Fig. 3. Station in the plateau in Lepianka Czajowska near Jerzmanowice. Photo by Z. Caputa

jarach i wąwozach krasowych (ryc. 2). Stacja druga znajduje się w miejscowości Lepianka Czajowska i położona jest na terenie płaskim jurajskiej wierzchołki na wysokości 483 n.p.m (50°12'23"N, 19°47'04"E). Miejsce to cechuje się małym zasłonięciem horyzontu i dobrze charakteryzuje warunki klimatyczne kształtujące się w najwyższych partiach wyżyny (ryc. 3). Obie stacje wyposażone w radiometr różnicowy – bilansomierz CNR1 Kipp&Zonnen (ryc. 1), multisensor WXT50 Vaisala oraz termometry Pt100 umożliwiły zarówno rozpoznanie warunków radiacyjnych (strukturę i przebieg czasowy) jak i ilościową charakterystykę różnic mikro- i mezoklimatycznych Wyżyny. Temperatura powietrza mierzona była na standardowej wysokości 2 m n.p.g. oraz na powierzchni gruntu (0 m n.p.g.) natomiast temperaturę gleby mierzono na głębokości 10 cm p.p.g.

Posługując się standardowymi metodami statystycznymi obliczono dla analizowanych elementów klimatu wartości średnie dobowe, a następnie wartości średnie miesięczne i roczne oraz ich amplitudy.

WYNIKI

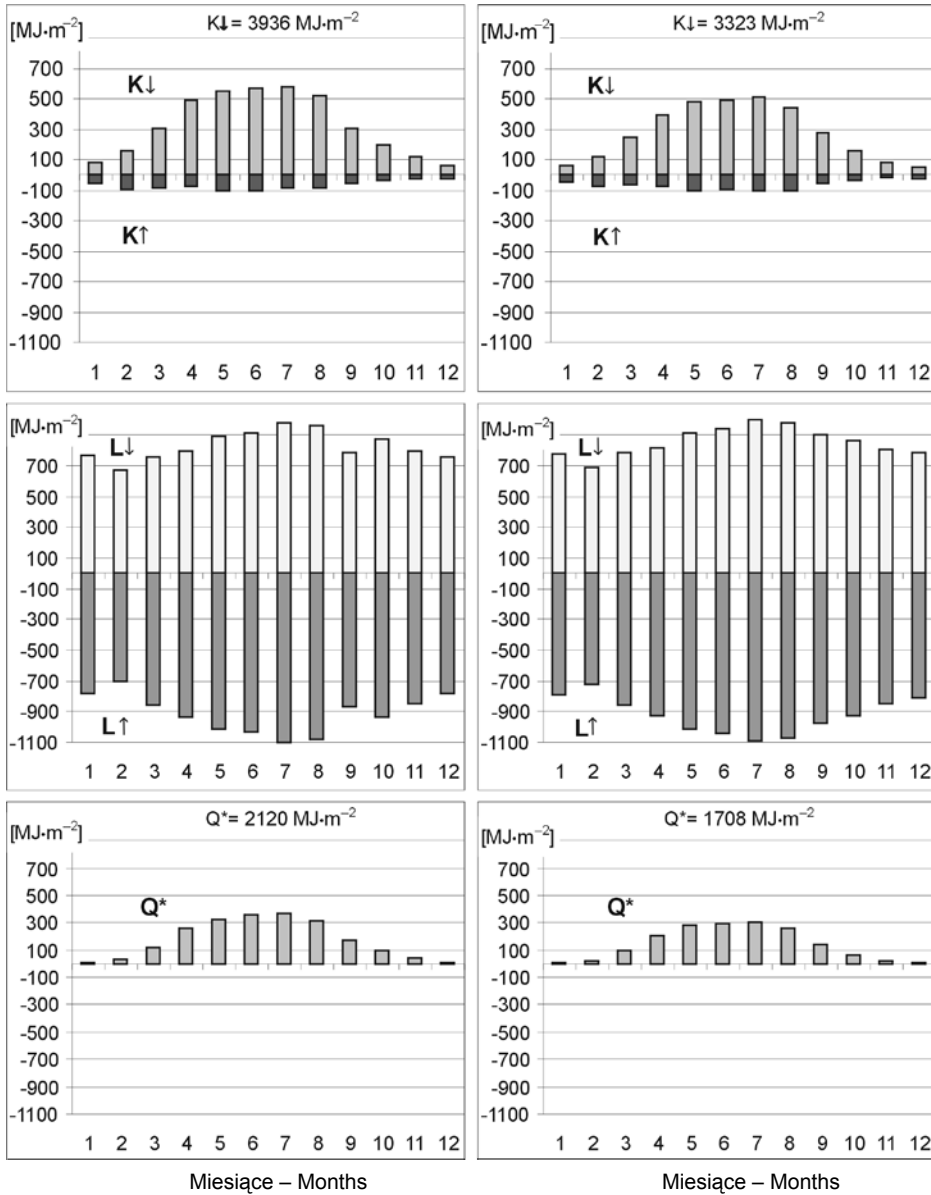
Według regionalizacji klimatycznej E. Romera (1949) obszar Ojcowskiego Parku Narodowego (OPN), gdzie zlokalizowano obie stacje, należy do regionu Wyżyn Środkowych, Krainy Śląsko-Krakowskiej. Kraina ta, w stosunku do terenów sąsiednich, odznacza się skróceniem pośrednich pór roku – szarugi jesiennej i wiosennej. Według podziału na dzielnice rolniczo-klimatyczne R. Gumińskiego (1948) OPN należy do dzielnicy Częstochowsko-Kieleckiej, która wyróżnia się w stosunku do terenów sąsiednich wyższymi opadami (550–800 mm rocznie). M. Hess (1969) obszar OPN zaklasyfikował do regionu umiarkowanie ciepłego. Z kolei J. Klein (1974) Dolinę Prądnika zaliczył do zimnego regionu mezoklimatycznego den dolinnych ze średnią roczną temperaturą powietrza 6,2°C, co przy dużych amplitudach temperatury powietrza, dużej wilgotności względnej oraz długim okresie utrzymywania się pokrywy śnieżnej, upodabnia mezoklimat dolin OPN do surowego klimatu górskiego.

Przeprowadzone na Wyżynie pomiary i obserwacje aktynometryczne wykazały, że w skali roku nieosłonięta płaska powierzchnia wierzchołki otrzymywała średnio 3936 MJ·m⁻² w postaci całkowitego promieniowania słonecznego (K↓). W tym samym czasie do dna doliny docierało średnio o 15% mniej energii słonecznej niż na wierzchołki. Na wysoką roczną sumę strumienia K↓ na wierzchołki składały się przede wszystkim wysokie, przekraczające 300 MJ·m⁻², wartości sum miesięcznych od marca do września. Na dnie doliny strumień K↓ przekraczał tę wartość tylko od maja do sierpnia (ryc. 4). Miesiące zimowe charakteryzowały się niskimi wartościami strumienia K↓ zarówno na wierzchołki jak i w dolinie ze względu na niskie położenie Słońca nad horyzontem i dużo większy udział promieniowania rozproszonego w strumieniu K↓.

Część strumienia K↓ ulegała odbiciu od powierzchni czynnej w postaci strumienia odbitego (K↑). W skali roku wartość rocznej sumy strumienia K↑ na wierzchołki i na dnie doliny była porównywalna i wynosiła odpowiednio 811 MJ·m⁻² i 805 MJ·m⁻². Pozostała część energii K↓ została zużyta na ogrzanie powierzchni, parowanie, strumień ciepły w glebie, procesy biologiczne, itp. Jest to tak zwane promieniowanie pochłonięte lub saldo krótkofalowe (K*), które wyznaczono zgodnie z poniższym równaniem:

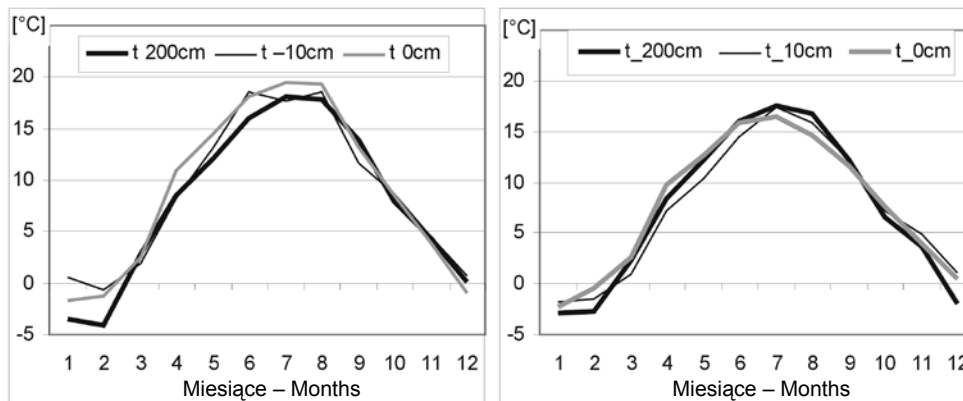
$$K^* = K_{\downarrow} - K_{\uparrow}$$

Na wierzchołki saldo K* w skali roku wynosiło średnio 3128 MJ·m⁻² podczas gdy na dnie doliny obserwowane wartości były o 19% niższe w stosunku do wierzchołki.



Ryc. 4. Sumy miesięczne $K\downarrow$, $K\uparrow$, $L\downarrow$, $L\uparrow$ i Q^* na wierzcholinie (po lewej) i na dnie doliny (po prawej) w latach 2007–2012. U góry wykresów podano wartości rocznych sum $K\downarrow$ i Q^* . Strumienie $K\uparrow$ i $L\uparrow$ zostały przedstawione po ujemnej stronie osi ze względu na straty w równaniu bilansu promieniowania

Fig. 4. Monthly totals of $K\downarrow$, $K\uparrow$, $L\downarrow$, $L\uparrow$ and Q^* in the plateau (left) and at the valley floor (right) in the years 2007–2012. Values of annual totals of $K\downarrow$ and Q^* are shown at the top of graphs. The fluxes of $K\uparrow$ and $L\uparrow$ are presented on the negative side of an axis because of losses in the radiation balance equation



Ryc. 5. Roczny przebieg średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza (200 cm), gruntu (0 cm) i gleby (-10 cm) na wierzcholinie (po lewej) i na dnie doliny (po prawej) w latach 2007–2012

Fig. 5. Annual course of monthly average air temperature (200 cm), surface (0 cm) and soil (-10 cm) on the plateau (left) and at the valley floor (right) in the years 2007–2012

W przypadku promieniowania długofalowego obserwowano sytuację odwrotną. Dno doliny charakteryzowało się wyższymi sumami promieniowania zwrotnego atmosfery (L_{\downarrow}) niż wierzchołowa. Strumień L_{\downarrow} na dnie doliny wynosił w skali roku średnio $10261 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ natomiast na wierzchołwie był o 4% niższy. Wynikało to z wpływu stromych zboczy doliny, wilgotnego powietrza, mgieł i zamgleń występujących często nawet przez całą dobę. Podobnie promieniowanie powierzchni Ziemi (L_{\uparrow}) było wyższe na dnie doliny niż na wierzchołwie. Strumień L_{\uparrow} na dnie doliny wynosił w skali roku średnio $11071 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ natomiast na wierzchołwie był o 2% niższy. Wymiana energii między atmosferą a powierzchnią czynną w zakresie długofalowym została obliczona i wyrażona w postaci salda promieniowania długofalowego (L^*) opisanego poniższym równaniem:

$$L^* = L_{\downarrow} - L_{\uparrow}$$

Saldo L^* przyjmowało wartości ujemne w całym badanym okresie i wynosiło średnio w skali roku $-1005 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ na wierzchołwie i $-810 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ na dnie doliny. Ujemne wartości salda L^* wskazywały na silne wypromieniowanie powierzchni czynnej co przyczyniało się do wychładzania gruntu. Wypromieniowanie to było intensywniejsze na wierzchołwie. W miesiącach od kwietnia do września saldo L^* na wierzchołwie przekraczało $-100 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ natomiast na dnie doliny wartość ta przekroczone była tylko w miesiącu kwietniu. Niższe bezwzględne wartości salda L^* dla dna doliny w całym omawianym okresie spowodowane były słabszym wypromieniowaniem strumienia L_{\uparrow} wynikającym głównie z zalegającego wilgotnego powietrza w dnach dolin.

Saldo w pełnym zakresie widma (Q^*) zostało obliczone zgodnie z poniższym równaniem:

$$Q^* = K_{\downarrow} - K_{\uparrow} + L_{\downarrow} - L_{\uparrow}$$

Na wierzchołwie średnia roczna suma salda Q^* wyniosła $2120 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. Najwyższe sumy Q^* notowano w miesiącu lipcu i wyniosły $373 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ a najniższe $11 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ w styczniu. Wysokie wartości salda Q^* , przekraczające $100 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ od marca do października związane były z silnym nagrzewaniem powierzchni czynnej, intensywnym parowaniem i kierunkiem oraz intensywnością strumienia ciepła w glebie, itp.

Tabela 1. Współczynnik korelacji Pearsona średnich miesięcznych wartości składników bilansu promieniowania i temperatury powietrza, powierzchni gruntu i gleby na wierzcholinie w latach 2007–2012

Table 1. Pearson's correlation coefficient for mean monthly values of the components of radiation balance and the temperature of air, land surface and soil in the plateau in the years 2007–2012

Temperatura Temperature	K↓	K↑	L↓	L↑	K*	L*	Q*
powietrza – of air (200 cm n.p.g.)	0,83	0,53	0,88	0,96	0,86	–0,67	0,87
gruntu – of ground (0 cm n.p.g.)	0,78	0,50	0,80	0,89	0,81	–0,66	0,80
gleby – of soil (–10 cm p.p.g)	0,73	0,45	0,83	0,89	0,76	–0,60	0,76

Tabela 2. Współczynnik korelacji Pearsona średnich miesięcznych wartości składników bilansu promieniowania i temperatury powietrza, powierzchni gruntu i gleby na dnie doliny w latach 2007–2012

Table 2. Pearson's correlation coefficient for mean monthly values of the components of radiation balance and the temperature of air, land surface and soil at the valley floor in the years 2007–2012

Temperatura Temperature	K↓	K↑	L↓	L↑	K*	L*	Q*
powietrza – of air (200 cm n.p.g.)	0,88	0,62	0,92	0,98	0,90	–0,79	0,91
gruntu – of ground (0 cm n.p.g.)	0,79	0,58	0,84	0,87	0,80	–0,67	0,82
gleby – of soil (–10 cm p.p.g)	0,83	0,62	0,91	0,94	0,84	–0,71	0,85

Na dnie doliny średnia roczna suma salda Q^* wyniosła $1708 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ i była o 20% niższa niż na wierzcholinie. Wynikało to głównie z ograniczenia dopływu strumienia K_{\downarrow} przez zbocza przesłaniające Słońce szczególnie rano i wieczorem oraz niższych w stosunku do wierzcholiny wartości salda K^* . Saldo w pełnym zakresie widma na dnie doliny przekraczało $300 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ tylko w miesiącu lipcu. Natomiast najniższe jego wartości notowano w miesiącach zimowych i jesiennych, gdy nisko położone Słońce dodatkowo było przesłaniane przez mgły i zamglenia.

Roczny przebieg temperatury powietrza (200 cm n.p.g), gruntu (0 n.p.g. cm) i gleby (–10 cm p.p.g.) w zróżnicowanych morfologicznie formach terenu przedstawiono na rycinie 5. W badanym wieloleciu 2007–2012 średnie roczne temperatury, zarówno powietrza jak i gleby różniły się w stosunkowo małym zakresie wartości. Na wierzcholinie średnia roczna temperatura wynosiła $8,3^{\circ}\text{C}$, podczas gdy na dnie doliny była niższa o $1,0^{\circ}\text{C}$.

Do oceny związku pomiędzy składnikami bilansu promieniowania a temperaturą powietrza, powierzchni czynnej i gleby posłużono się współczynnikiem korelacji Pearsona. Obliczoną macierz korelacji sumy miesięcznej składników bilansu promieniowania (K_{\downarrow} ,

$K\uparrow$, $L\downarrow$, $L\uparrow$ i Q^*) oraz średniej miesięcznej temperatury (powietrza 200 cm n.p.g., gruntu 0 cm n.p.g. i gleby –10 cm p.p.g.) przedstawiono w tabelach 1 i 2. Wszystkie przedstawione w tabelach współczynniki korelacji były istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Jak wynika z tabel 1 i 2, wszystkie obliczone współczynniki korelacji dla dna doliny były wyższe niż dla wierzchowiny. W obu przypadkach najsilniejsze związki stwierdzono pomiędzy temperaturą powietrza, a strumieniem $L\uparrow$. Było to skutkiem silnego nagrzewania się powierzchni w ciągu dnia i wychładzania nocą, czego przejawem były zbieżne zmiany temperatury. Równie silne związki zaobserwowano pomiędzy temperaturą a strumieniem $L\downarrow$. Nieco niższe wartości współczynników korelacji otrzymano dla związków temperatury i strumienia $K\downarrow$. Najsłabsze natomiast związki zaobserwowano pomiędzy temperaturą a strumieniem $K\uparrow$.

Zarówno na wierzchowiny jak i na dnie doliny niższe wartości współczynników korelacji uzyskano dla związków składników bilansu promieniowania z temperaturą gruntu i gleby. W przypadku temperatury gleby jej zmiany zachodziły wolniej niż tempo zmian składników bilansu promieniowania. Wynikało to z pojemności cieplnej gleby oraz z izolacyjnego charakteru roślinności latem i pokrywy śnieżnej zimą. Na dnie doliny wartości opisywanych współczynników były wyższe niż na wierzchowiny ze względu na dużo większe uwilgotnienie gleb zalegających dna dolin.

Jak wykazały badania struktura bilansu promieniowania miała pierwszorzędny wpływ na przebieg temperatury. Dodatkowo pozostałe elementy meteorologiczne modyfikowały jej rozkład. Dla przykładu obecność śniegu bardzo wyraźnie oddziaływała na kształtowanie się temperatury w okresie zimy. Pokrywa śnieżna miała właściwości termoizolacyjne i podobnie jak szata roślinna ograniczała dopływ energii do powierzchni czynnej, a z drugiej strony chroniła ją przed wychłodzeniem (Wojkowski, Caputa w druku). W 2009 r., przy okazji kartowania śniegu na terenie OPN wykonano serię pomiarów temperatury powierzchniowej warstwy gleby pokrytej śniegiem i gleby bez pokrywy śnieżnej (Wojkowski 2009). Jak wynika z tych pomiarów, różnice temperatur powierzchniowych warstw gleby pokrytej śniegiem i gleby bez pokrywy śnieżnej wynosiły od 2,6°C do 3,7°C i zależały przede wszystkim od grubości śniegu.

Duża wilgotność powietrza, zachmurzenie i opady atmosferyczne ograniczały dopływ promieniowania całkowitego przez co silnie zmniejszało się saldo K^* i wypromieniowanie w zakresie długofalowym $L\uparrow$. W wyniku tych ograniczeń notowano niższe wartości temperatury powietrza tak na wierzchowiny jak i na dnie doliny. W okresie lata opady atmosferyczne powodowały wzrost temperatury gleby (Wojkowski, Caputa w druku). Wynikałoby to z tego, że woda opadowa przewodzi ciepło pochłonięte z powierzchni gleby do jej głębszych warstw, powodując wzrost temperatury gleby.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów na odmiennych formach morfologicznych terenu stwierdzono, że struktura bilansu promieniowania w warunkach wyżynnych przedstawia się następująco:

- całkowite promieniowanie słoneczne $K\downarrow$ docierające do dna doliny w ciągu roku było średnio o 15% niższe od energii słonecznej, jaką otrzymywała wierzchowina;
- saldo promieniowania słonecznego K^* w skali roku było na dnie doliny o 19% niższe niż na wierzchowiny;

- promieniowanie zwrotne atmosfery L_{\downarrow} na dnie doliny było w ciągu roku wyższe o 4% niż na wierzchowinie;
 - saldo promieniowania długofalowego L^* w skali roku było na dnie doliny o 20% niższe niż na wierzchowinie;
 - bilans promieniowania w pełnym zakresie widma Q^* osiągał w ciągu roku na dnie doliny wartości niższe o 20% niż na wierzchowinie.
- Przeprowadzone badania wpływu promieniowania na kształtowanie się warunków termicznych wyżyny pozwoliły sformułować następujące wnioski:
- związki pomiędzy składnikami bilansu promieniowania a temperaturą były silniejsze dla dna doliny niż dla wierzchowiny;
 - najsilniejsze związki stwierdzono pomiędzy temperaturą powietrza a strumieniem L_{\uparrow} ;
 - najniższe wartości współczynników korelacji uzyskano dla związków składników bilansu promieniowania z temperaturą gruntu i gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Angiel M., Cisowska M. 1995. *Stosunki klimatyczne prognozy Pogórza Karpackiego między Rabą i Uszwicą*. Wydawnictwo UJ. Kraków.
- Bednorz E., Kolendowicz L. 2010. *Daily course of the soil temperature in summer in chosen ecosystems of Słowiński National Park, northern Poland*. „*Quaestiones Geographicae*”, **29**, 1: 5–12.
- Bryś K. 2008. *Wieloletni wpływ pokrywy roślinnej na termikę gleby*. „*Acta Agrophysica*”, **12**, 1: 39–53.
- Caputa Z., Wojkowski J. 2009. *Struktura promieniowania w pełnym zakresie widma na obszarze Ojcowskiego Parku Narodowego*. „*Prądnik. Prace Muz. Szafera*”, **19**: 119–140.
- Gumiński R. 1948. *Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce*. „*Przeegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny*”, **1**.
- Hess. M. 1969. *Klimat podregionu miasta Krakowa*. „*Folia Geographica. Ser. Geographica-Physica*”, **3**: 5–65.
- Kapuściński J. 1991. *Próba określenia warunków termicznych gleby temperaturą powietrza*. „*Roczniki Gleboznawcze*”, **42**, 1–2: 17–26.
- Karpińska Z. 1982. *Warunki cieplne gleby, [w:] Agroklimatyczne podstawy melioracji wodnych w Polsce*, red. S. Bac. PWRiL. Warszawa, s. 205–258.
- Klein J. 1974. *Mezo i mikroklimat Ojcowskiego Parku Narodowego*. „*Studia Naturae*”, ser. A, **8**: 1–105.
- Kossowski J. 2002. *Związek temperatury przypowierzchniowej warstwy gleby z temperaturą powietrza i właściwościami fizycznymi gleby*. „*Acta Agrophysica*”, **2**, 3: 75–78.
- Kossowski J. 2005. *Związek amplitud dobowych temperatury gleby w warstwie przypowierzchniowej z amplitudami temperatury powietrza i innymi elementami meteorologicznymi*. „*Acta Agrophysica*”, **5**, 3: 657–667.
- Kossowski J., 2007. *O relacji między strumieniem ciepła w glebie a promieniowaniem słonecznym*. „*Acta Agrophysica*”, **151**, 10 (1): 121–135.
- Romer E. 1949. *Okresy gospodarcze w Polsce*. „*Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego*”, B, **20**: 1–132.
- Wojkowski J. 2009. *Przestrzenne zróżnicowanie pokrywy śnieżnej na obszarze Ojcowskiego Parku Narodowego*. „*Prądnik. Prace Muz. Szafera*”, **19**: 89–108.
- Wojkowski J., Caputa Z. *Wpływ warunków meteorologicznych na związek temperatury gleby z temperaturą powietrza w Ojcowskim Parku Narodowym*. „*Acta Agrophysica*” (w druku).

SUMMARY

The article presents the results of research on the influence of the structure of radiation balance on the development of thermal conditions in the Cracow-Częstochowa Upland. Based on actinometrical measurements carried out at two meteorological stations the structure of radiation balance in two areas of morphologically different landforms was determined. The first of these stations is situated in Park Zamkowy (Castle Park) in Ojców, at the floor of the deeply-cut Prądnik Valley. Its location allows the study of the Upland's climatic conditions that develop at valley floors and in deeply incised ravines and gorges. The second station is located in the hamlet of Lepianka Czajowska, in the flat-topped area of the Jurassic Plateau. This site is characterized by a small horizon obstruction and enables the observations of climatic conditions developing in the highest parts of the Upland.

The main aim of the present study was to investigate the structure of radiation balance components and to determine their influence on variations in air, active surface and soil temperature under upland conditions. The research aimed at achieving this purpose was conducted based on analysis of several years' actinometrical measurements and observations carried out in the years 2007–2012 in an upland area of diversified relief.

It was shown that the global solar radiation K_{\downarrow} reaching the valley floor during the year was on average 15% lower than the solar energy received by the plateau. The values of radiation balance in full spectral range Q^* were at the valley floor 20% lower than in the plateau. The influence of solar radiation on the temperature of air and soil was determined using the correlation coefficient. Its highest values reaching 0.97 were found for the relation of the Earth's longwave radiation with air temperature at the valley floor. Equally high values of the correlation coefficient were obtained for the relation of net radiation in full spectral range with air temperature. The lowest values of correlation coefficients were shown for the relations of radiation balance components with the temperature of surface and soil.