

PRÓBA KLASYFIKACJI ZACHMURZENIA W ASPEKCIE SKŁADOWYCH BILANSU PROMIENIOWANIA I TYPÓW CYRKULACJI

Z. Wilczek

Wydział Lotnictwa, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych, 08- 521 Dęblin

S t r e s z c z e n i e. Prezentowana praca stanowi rozwinięcie zagadnienia wpływu zachmurzenia na składowe bilansu promieniowania krótkofalowego i długofalowego powierzchni pola uprawnego w ciągu dnia oraz nocy. Na podstawie stopnia pokrycia nieba chmurami, wysokości podstawy chmur oraz ich rodzaju, tj. elementów warunkujących dopływ i utratę energii cieplnej, zaproponowano tzw. energetyczną klasyfikację zachmurzenia w której zdefiniowano cztery podstawowe typy różnicując warunki dzienne oraz nocne w każdym z nich. Założenia teoretyczne zostały zweryfikowane podczas analizy materiału obserwacyjnego Regionalnego Biura Meteorologicznego w Dęblinie dla 1995 r. Określono roczne przebiegi liczby godzin występowania poszczególnych typów zachmurzenia w aspekcie okresu wegetacyjnego oraz w nawiązaniu do procesów powstawania poszczególnych rodzajów chmur. Poczyniono próbę powiązania występowania energetycznych typów zachmurzenia z typami cyrkulacji w celu wyodrębnienia sytuacji synoptycznych o najbardziej korzystnych warunkach nefologicznych dla bilansu promieniowania pola uprawnego.

S ł o w a k l u c z o w e: energetyczna klasyfikacja typów zachmurzenia, typ zachmurzenia, typy cyrkulacji, bilans promieniowania

WSTĘP

Rodzaj i charakter zachmurzenia jest niewątpliwie czynnikiem decydującym o dopływie bezpośredniego promieniowania słonecznego do powierzchni pola uprawnego w dzień oraz wartości wypromieniowania efektywnego, a więc radiacyjnego ochłodzenia tej powierzchni w nocy. Złożoność analizowanego problemu można zauważyć przy rozpatrywaniu wpływu zachmurzenia na stosunki cieplne oraz temperaturę warstwy czynnej gleby. Zależność promieniowania efektywnego (E_W) od stopnia zachmurzenia nieba (N) oraz rodzaju chmur, w odniesieniu do promieniowania efektywnego przy niebie bezchmurnym (E_0), została przedstawiona przez Angstroma i Aksłofa [4] przy pomocy następującej formuły:

$$E_W = E_o(1 - K \cdot N)$$

gdzie K jest stałą zależną od rodzaju chmur, jej wartość wynosi przy chmurach: Cu, Sc, Ns i St - 0,76; Ac, As i Cs - 0,52; a przy chmurach Ci - 0,26. Przytoczoną zależność można stosować w przypadku pokrycia nieba kilkoma warstwami chmur.

W literaturze uwypuklony został również wpływ wysokości zalegania poszczególnych warstw chmur na wartość promieniowania efektywnego: „Chmury piętra niskiego są chmurami ciepłymi, a wysokiego chłodnymi. Nawet wtedy, gdy zespoły chmur są tej samej gęstości, to chmury wysokie są mniej efektywną zaporą dla nocnego wypromieniowania Ziemi, gdyż dopływające do nich promieniowanie zostaje natychmiast zużyte na wzrost temperatury i promieniowanie zwrotne chmur jest proporcjonalnie mniejsze.” [1].

Jakkolwiek wartość dziennego bilansu promieniowania w dnie bezchmurne przebiega według prostej zależności, równoległe do zmiany wysokości położenia Słońca, to przy niebie zachmurzonym zależność ta jest znacznie bardziej skomplikowana. Wzrost zachmurzenia powoduje spadek bezpośredniego promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni pola uprawnego, natomiast wzrasta promieniowanie rozproszone i maleje strata ciepła powodowana promieniowaniem efektywnym [4]. Konsekwencją wystąpienia zachmurzenia może być pojawienie się maksymalnej wartości bilansu promieniowania przy niebie częściowo pokrytym chmurami, jednak nie osłabiającymi znacznie dopływu promieniowania bezpośredniego (chmury wysokie oraz cienkie, przeświecające chmury Ac i As).

Biorąc pod uwagę przytoczone stwierdzenia, w celu zaadaptowania wyników obserwacji zachmurzenia do szacunkowego określenia elementów bilansu promieniowania dla rejonów gdzie nie wykonuje się pomiarów promieniowania, zaproponowano tzw. energetyczną klasyfikację zachmurzenia.

MATERIAŁ I METODA

Na podstawie stopnia pokrycia nieba chmurami, wysokości podstawy chmur oraz ich rodzaju opracowano założenia energetycznej klasyfikacji zachmurzenia. Wyróżniono cztery podstawowe typy zachmurzenia.

Typ H obejmuje sytuacje z niebem bezchmurnym oraz z chmurami wysokimi (Ci, Cs, Cc) niezależnie od stopnia zachmurzenia (N). Przyjęto, że w tych warunkach nie występują ograniczenia spowodowane zachmurzeniem w dopływie promieniowania bezpośredniego do powierzchni pola uprawnego w ciągu dnia (H_d), zaś w nocy (H_n) zachodzi maksymalna utrata ciepła z powierzchni czynnej spowodowana intensywnym promieniowaniem efektywnym.

Typ M dotyczy zachmurzenia przez chmury As i Ac, również niezależnie od N, lub łącznego występowania wymienionych rodzajów chmur z chmurami wysokimi. Ten typ zachmurzenia powodować może niewielkie ograniczenia dopływu promieniowania bezpośredniego w dzień (Md), szczególnie przy dużym kącie padania promieni słonecznych, lecz może ograniczać promieniowanie efektywne czyli stwarzać warunki do wystąpienia maksymalnych wartości bilansu promieniowania. Natomiast w nocy (Mn) może powodować stosunkowo małą utratę ciepła.

Chmury niskie wszystkich rodzajów z podstawą poniżej 2000 m oraz $N < 6/10$ zakwalifikowano do typu oznaczonego L5. Przyjęto, że dopływ promieniowania bezpośredniego może być wówczas ograniczony w ponad 50% w ciągu dnia (L5d) w stosunku do typu Hd, natomiast w nocy (L5n), promieniowanie zwrotne atmosfery może znacznie ograniczać straty ciepła z powierzchni pola uprawnego.

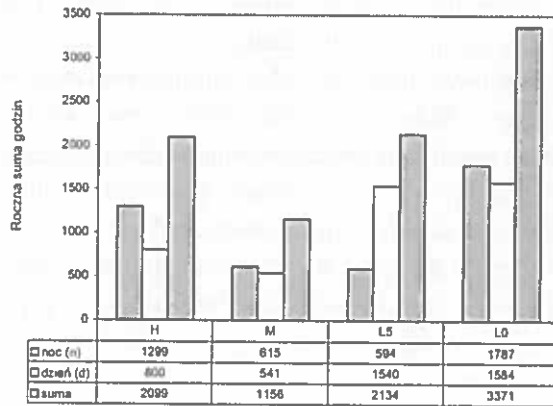
Przypadki występowania chmur niskich przy $N > 6/10$ oraz nieba niewidocznego były kryterium do wyróżnienia typu L0, przy którym promieniowanie bezpośrednie i usłonecznienie rzeczywiste praktycznie nie występuje na powierzchni pola uprawnego w dzień (L0d), a w nocy (L0n) promieniowanie efektywne osiąga minimalne wartości.

Zaproponowaną klasyfikację zastosowano do opracowania wyników obserwacji zachmurzenia wykonanych na lotnisku w Dęblinie w 1995 r., zachowując podział na dzień i noc oraz przyjmując godzinę jako okres podstawowy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Najczęściej nad Dęblinem w 1995 r. obserwowano energetyczny typ zachmurzenia L0. Uwaga ta dotyczy zarówno typu L0n jak i L0d (Rys. 1). Typy zachmurzenia: L5 i H występowały w podobnej liczbie godzin, przy wyraźnej dominacji typu Hn nad Hd oraz prawie trzykrotnej przewadze typu L5d nad typem L5n. Zdecydowanie najmniejszą frekwencję prezentował typ M i to zarówno w godzinach nocnych (Mn) jak i dziennych (Md).

Typ zachmurzenia L0 najczęściej pojawiał się w ciągu długich nocy listopada, grudnia i stycznia (262, 319 i 323 godz. (Rys. 2 d)) co niewątpliwie było czynnikiem przeciwdziałającym dużym stratom ciepła warstwy czynnej gleby poprzez promieniowanie efektywne i chroniło uprawy roślin ozimych. W okresie wegetacyjnym (IV-IX: [4]) liczba godzin z tym typem zachmurzenia w nocy (L0n) uległa wyraźnemu zmniejszeniu, co należy tłumaczyć nie tylko astronomicznym skróceniem trwania nocy ale również zmianą typu zachmurzenia z warstwowego (St, Sc), charakterystycznego dla nocy okresu chłodnego, na konwekcyjny (Cu, Cb)

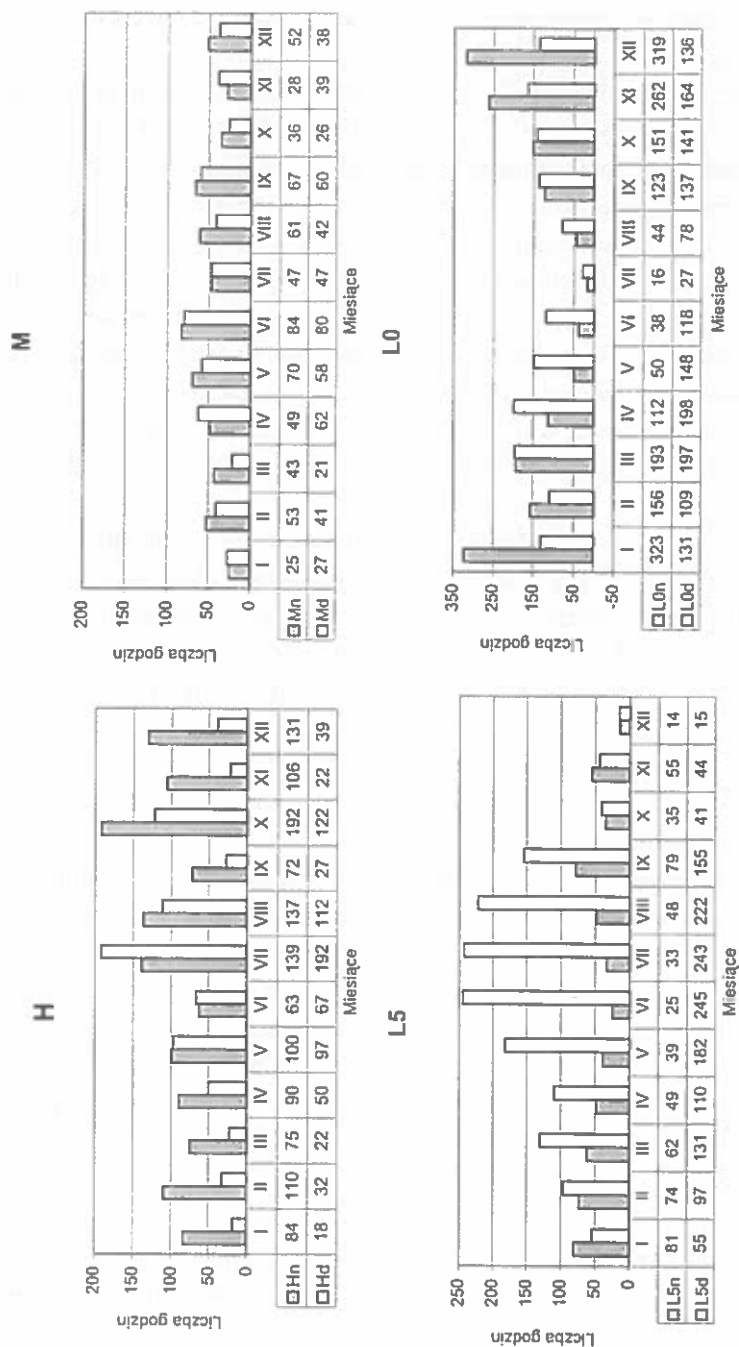


Rys. 1. Roczne sumy występowania energetycznych typów zachmurzenia H, M, L5, L0 w nocy (n) i w dzień (d) dla Dęblina w 1995 r.

Fig. 1. Annual totals of energetic cloudiness types H, M, L5, L0 occurrence at night and by day in Dęblin in the year 1995.

odpowiadający porze cieplej z częstymi nocnymi rozpozogodzeniami. W okresie od maja do sierpnia liczba godzin z typem zachmurzenia L0n wynosiła poniżej 50 w miesiącu, co stanowiło powód osłabiania naturalnej osłony radiacyjnej przed silnym nocnym wychłodzeniem, szczególnie w początkowej fazie okresu wegetacyjnego. Roczny przebieg typu zachmurzenia L0d był bardziej wyrównany niż L0n z maksimum wiosennym (III i IV) oraz prawie równorzędną liczbą godzin w okresie jesiennym (XI). Ponieważ analizowany typ zachmurzenia w największym stopniu osłabia dopływ promieniowania bezpośredniego jest więc swego rodzaju hamulcem energetycznym w rozwoju roślin na początku okresu wegetacyjnego.

Porozrywane, niskie chmury występujące w typie L5, nie stanowią już tak szczelnej zapory ani dla promieniowania bezpośredniego w czasie godzin dziennych ani dla promieniowania cieplnego powierzchni pola uprawnego w nocy. Liczba godzin występowania tego typu posiada bardzo wyraźnie zaznaczony przebieg roczny, szczególnie dla podtypu L5d, z letnim maksimum trwającym od czerwca do sierpnia (Rys. 2c), co niewątpliwie jest związane z rozwojem zachmurzenia konwekcyjnego i w pewnym stopniu hamuje dopływ promieniowania bezpośredniego, oraz z minimum w XII. Podtyp zachmurzenia L5n, po uwzględnieniu rocznych zmian długości trwania nocy ma bardzo wyrównany roczny przebieg również z grudniowym minimum. Nocny zanik zachmurzenia w okresie zimowym (I - III) oraz w początkowej fazie okresu wegetacyjnego (IV - V) powodował lokalne spadki temperatury w rejonie Dęblina, co



Rys. 2. Występowanie energetycznych typów zachmurzenia H, M, L5, LO w nocy (n) i w ciągu dnia (d) dla Dębłina w 1995 r.
 Fig. 2. Occurrence of energetic cloudiness types H, M, L5, LO at night (n) and by day (d) in Dęblin in the year 1995.

mogło działać szkodliwie na uprawy ozime w przypadku braku pokrywy śnieżnej, oraz hamować rozwój roślin na wiosnę.

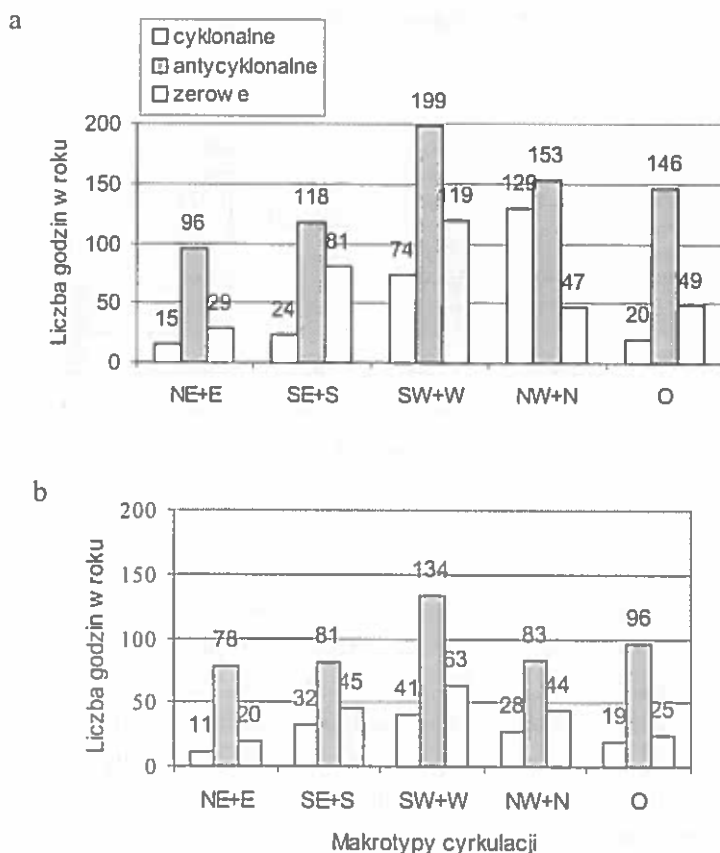
Typ zachmurzenia H charakteryzuje się niewątpliwie najbardziej zróżnicowanym dobowym bilansem promieniowania. Ogólnie w 1995 roku sprzyjał on dobowym stratom ciepła z powierzchni pola uprawnego ze względu na przewagę liczby godzin z podtypem Hn (swobodna ucieczka ciepła w nocy) prawie we wszystkich miesiącach (Rys. 2a), nad liczbą godzin z podtypem Hd (swobodny dopływ promieniowania bezpośredniego). Towarzyszące typowi H znaczne dobowe wahania temperatury występujące w okresie wegetacyjnym wymagają dodatkowego nawadniania pól w ciągu dnia, zaś w początkowej fazie wegetacji silne nocne spadki temperatury, zwłaszcza przy powierzchni warstwy czynnej gleby, doprowadzają do niezwykle szkodliwych przymrozków w kwietniu i maju. Występujący w październiku wyjątkowo długi okres „polskiej złotej jesieni” zaznaczył się również w postaci rocznego maksimum typu zachmurzenia H.

Najbardziej korzystny pod względem bilansu promieniowania dla wegetacji upraw typ M zachmurzenia występował niestety najrzadziej. Za korzystne natomiast należy uznać występowanie stosunkowo dużej liczby godzin z podtypami Mn i Md w czasie trwania okresu wegetacyjnego (Rys. 2b).

Energetyczne typy zachmurzenia a makrotypy cyrkulacji. Typy cyrkulacji przyjęte w niniejszej pracy oparte są na systemie klasyfikacji liczbowej, równo prawdopodobnej, opracowanej przez Lityńskiego [3]. Podstawą klasyfikacji jest podział trójklasowy trzech parametrów liczbowych: wskaźnika cyrkulacji strefowej, wskaźnika cyrkulacji południkowej oraz wskaźnika wartości ciśnienia. Zachowując ideę klasyfikacji, w obrębie głównego układu barycznego połączono dwa typy cyrkulacji, odpowiadające sąsiednim kierunkom napływu mas powietrznych, w jeden, który nazwano makrotypem (np. $NW_A + N_A$). Stworzyło to lepsze warunki do przeprowadzenia analizy porównawczej, gdyż liczba energetycznych typów zachmurzenia (8) stała się bardziej zbliżona do liczby makrotypów cyrkulacji (15), w porównaniu do pierwotnej liczby typów (27). Dla każdego terminu określono makrotyp cyrkulacji na podstawie analizy materiału synoptycznego przy pomocy informacji zawartych w „Miesięcznym biuletynie hydrologiczno-meteorologicznym” dla roku 1995.

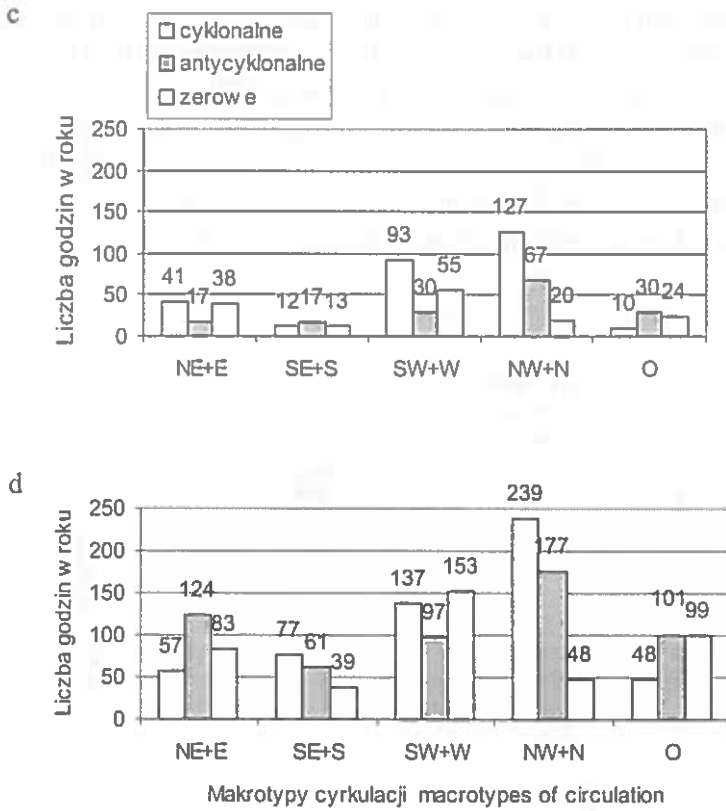
Zaprezentowano dość charakterystyczne zależności występowania dwóch energetycznych typów zachmurzenia (H i L5) w odniesieniu do dnia oraz nocy w powiązaniu z makrotypami cyrkulacji. Jakkolwiek spodziewane było pojawienie się typu zachmurzenia H przy antycyklonalnych typach cyrkulacji, co ma swoje uwarunkowanie genetyczne, to wystąpienie maksimum liczby godzin z cyrkulacją

antycyklonalną przy wszystkich wyróżnionych makrotypach, zarówno dla podtypów zachmurzenia Hn jak i Hd, jest bardzo mocnym potwierdzeniem postawionej cechy tego typu zachmurzenia (Rys. 3a i b). Podtypy zachmurzenia Hn i Hd najczęściej były spotykane w obecności makrotypu cyrkulacji SW + W. Dominacja sytuacji antycyklonalnych szczególnie wyraźnie wystąpiła przy makrotypach cyrkulacji NE + E oraz O zarówno dla dnia jak i nocy (Rys. 3a i b). Porównywalną liczbę godzin do sytuacji antycyklonalnych, towarzyszących typowi zachmurzenia H, zauważono jedynie dla cyklonalnego makrotypu cyrkulacji NW + N przy typie zachmurzenia Hn (Rys. 3).



Rys. 3. Występowanie typu zachmurzenia: a) Hn, b) Hd, c) L5n i d) L5d w powiązaniu z makrotypami cyrkulacji nad Dęblinem w 1995 r.

Fig. 3. Occurrence of cloudiness types: a) Hn, b) Hd, c) L5n, and d) L5d with reference to macrotypes of circulation in Dęblin in 1995.



Rys. 3. Kontynuacja.
Fig. 3. Continuation.

O wiele bardziej zróżnicowany jest rozkład makrotypów cyrkulacji towarzyszący pojawieniu się typu zachmurzenia L5 (Rys. 3c i d). Jedynie dla makrotypu cyrkulacji NW + N stwierdzono wyraźną dominację sytuacji cyklonalnych towarzyszących zarówno podtypowi zachmurzenia L5n jak i L5d.

O wyrównanej frekwencji sumarycznej liczby godzin z pozostałymi makrotypami cyrkulacji towarzyszącymi podtypom zachmurzenia L5n i L5d, świadczą zbliżone wartości dla sytuacji cyklonalnych (472), antycyklonalnych (477) oraz zerowych (504). Zaznaczyła się pewna dominacja sytuacji cyklonalnych przy makrotypie SW + W dla L5n (93 godz. - Rys. 3c) oraz sytuacji antycyklonalnych przy makrotypie NE + N dla L5d (124 godz. - Rys. 3d).

WNIOSKI

Przedstawione rozważania stanowią próbę powiązania czynników natury zarówno meteorologicznej jak i klimatycznej, tj. energetycznych typów zachmurzenia oraz typów cyrkulacji z bilansem promieniowania pola uprawnego. Dysponując odpowiednimi pomiarami, związki te da się określić w sposób bardziej ścisły, co może mieć znaczenie praktyczne.

PIŚMIENNICTWO

1. Crove P.R.: Problemy Klimatologii Ogólnej. PWN, Warszawa, 1987.
2. Kuczmarzka L., Paszyński J.: Rozkład promieniowania całkowitego na obszarze Polski. Przegląd Geograficzny, 4/1964.
3. Lityński J.: Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski. Prace PIHM, 97, 1969.
4. Molga M.: Meteorologia Rolnicza. PWRiL, 1987.

ATTEMPT OF CLOUDINESS CLASSIFICATION WITH REFERENCE
TO THE RADIATION BALANCE COMPONENTS AND TYPES
OF ATMOSPHERIC CIRCULATION

Z. Wilczek

Air Force Academy, Faculty of Aviation, 08-521 Dęblin

SUMMARY

The presented paper is a progress of problem cloudiness influence on short- and long-waves radiation balance components for agriculture field surface by days and at nights. On the grounds of degree of cloud cover, cloud height and kind of cloud i.e. the components conditioning an inflow and outflow of heat energy the energetic cloudiness classification has been proposed. There are four basic types with different night and day conditions for every one of them. The theoretical assumptions has been examined during the analysis of weather dates from Regional Meteorological Bureau in Dęblin for 1995. The yearly courses of hours number the separate cloudiness types occurrence in bearings the vegetative period and with a reference to processes of separate kinds of cloud formations were qualified.

The attempt of connection between energetic cloudiness types occurrence and types of atmospheric circulation was made in order to separate synoptic situations with the most beneficial cloudiness types for agriculture field surface radiation balance.

K e y w o r d s: energetic classification of cloudiness types, cloudiness type, types of circulation, radiation balance.