

Antoni KEGLER

Katedra Geodezji i Fotogrametrii SGGW

Porównanie terminów występowania zerowego bilansu promieniowania i zerowych wartości gradientu temperatury powietrza w przebiegu dobowym

Wstęp

Bilansem radiacyjnym powierzchni Ziemi (Q) nazywamy sumę wszystkich strumieni energii promieniowania.

W typie insolacyjnym (okres dnia) występują następujące strumienie: 1) promieniowanie słoneczne całkowite, 2) promieniowanie odbite od powierzchni Ziemi, 3) promieniowanie efektywne. W typie radiacyjnym (okres nocy) występuje tylko promieniowanie efektywne – to jest wypromieniowanie powierzchni Ziemi minus promieniowanie zwrotne atmosfery.

Bilans zerowy jest wtedy, kiedy suma promieniowania skierowana z góry w dół i z dołu w górę równa się zero. Nieistotna jest tu absolutna wielkość bilansu radiacyjnego, ale termin – w którym suma strumieni promieniowania do powierzchni Ziemi i strumieni promieniowania uchodzącego z powierzchni Ziemi będzie równa zero.

Bilans promieniowania jest wyjściowym parametrem energii określającym układ termiczny przygruntowej warstwy

powietrza. Ze zmianą znaku bilansu promieniowania zmienia się stratyfikacja temperatury. Przy dodatnich wartościach bilansu powstaje turbulencyjna i konwekcyjna wymiana oraz tworzą się specyficzne profile temperatury.

Bezpośrednimi czynnikami decydującymi o powstaniu turbulencji są:

- kontrasty w stopniu nagrzania podłoża atmosfery, związane z rodzajem podłoża,
- zróżnicowanie prędkości ruchu przylegających warstw powietrza,
- występowanie dużego pionowego gradientu temperatury powietrza,
- rzeźba podłoża.

Głównym czynnikiem powodującym refrakcję są gradienty temperatury o wartościach różnych od 0°C . Gradienty zerowe nie powodują zjawiska refrakcji. Jeśli na granicy warstwy powietrza temperatura jest jednakowa, to wewnątrz tej warstwy bilans promieniowania powinien być równy zero, a więc pomiar temperatury na granicach warstwy powietrza można zastąpić pomiarem bilansu promieniowania w jednym punkcie wewnątrz tej warstwy. Biorąc pod uwagę

powyższe założenie, wykonano pomiary bilansu i temperatury w celu określania terminów występowania wartości $Q = 0$ i zerowych wartości gradientów temperatury w warstwie przygruntowej ($\Delta t = 0^\circ\text{C}$).

Metoda pomiarów bilansu promieniowania

Pomiary bilansu promieniowania z jednoczesnym pomiarem gradientów temperatury powietrza zostały wykonane na stacji meteorologicznej IMGW w Warszawie (Bielany). W grudniu 1992 roku na stanowisku badań składowych bilansu radiacyjnego ustawiono maszt, na którym na wysokości 30, 150 i 300 cm w specjalnych osłonach umieszczono czujniki termometrów elektrycznych. Do rejestracji składowych bilansu radiacyjnego używano pyranometrów Molla-Gorczyńskiego (promieniowanie całkowite) i pyrrometru Swissteco (bilans promieniowania w przedziale długości fal od 300 do 50 μm).

Wyniki pomiarów temperatury rejestrowane były co 20 sekund, a bilans promieniowania – suma z 15 minut.

Wyniki pomiarów i dyskusja

Wyniki pomiarów bilansu promieniowania i temperatury opracowano określając termin, kiedy bilans jest równy zero, i termin, kiedy gradienty temperatury są zerowe. Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tabeli. Określono termin występowania zerowego bilansu promieniowania oraz zerowych gradientów w okresach rannych i przedwieczor-

nych, a także obliczono średnie wartości tych terminów w poszczególnych miesiącach. Obliczono również różnice czasu między terminem występowania zerowych gradientów temperatury powietrza a zerowym bilansem promieniowania w poszczególnych dniach oraz miesiącach. Różnice między godzinami występowania zerowych gradientów temperatury i zerowego bilansu promieniowania wynoszą w okresach porannych średnio 58 minut, a w okresach przedwieczornych średnio 25 minut. Zerowy gradient temperatury występuje 2 godziny 28 minut po wschodzie Słońca i 1 godzinę 30 minut przed zachodem Słońca. Stwierdzono, że w analizowanych miesiącach różnice te są podobne. Średnie odchylenie standardowe wynosi 6 minut dla różnic terminu występowania zerowego gradientu i zerowego bilansu oraz 25 minut dla różnicy między terminem zerowego gradientu a wschodem i zachodem Słońca.

Wnioski

1. Poranny termin zerowego gradientu temperatury powietrza ($t = 0^\circ\text{C}$) wystąpił około 58 minut po porannym zrównaniu się bilansu promieniowania.

2. Przedwieczorny termin zerowego gradientu temperatury powietrza ($t = 0^\circ\text{C}$) wystąpił około 25 minut po zrównaniu się bilansu promieniowania.

3. Wyrównanie temperatury powietrza wystąpiło 2 godziny 28 minut po wschodzie Słońca i 1 godzinę 30 minut przed zachodem Słońca.

4. Zgromadzone wyniki mogą być wykorzystane nie tylko do określenia okresów zaniku refrakcji w warstwie

TABELA. Różnice między terminem występowania zerowego gradientu temperatury powietrza i terminem zerowego bilansu radiacyjnego w Warszawie (Bielany)

Data	$Q = 0$		$\Delta_t = 0$		$\Delta_t - Q$		
	w	z	w	z	w	z	
1993.04	6,00	17,50	7,62	18,08	1,62	0,58	
	6,00	17,67	6,83	18,75	0,83	1,08	
	5,83	17,75	6,70	17,95	0,87	0,20	
	5,75	17,83	–	–	–	–	
	5,83	17,75	6,83	17,83	1,00	0,08	
	5,67	17,83	6,58	18,50	0,91	0,67	
	5,75	17,83	6,87	18,08	1,12	0,25	
	\bar{x}	5,83	17,74	6,90	18,20	1,06	0,48
δ_x	0,12	0,11	0,33	0,32	0,27	0,34	
05	5,67	17,83	6,83	18,50	1,16	0,67	
	5,83	18,00	7,00	18,00	1,17	0,00	
	5,33	18,00	–	18,50	–	0,50	
	5,33	18,00	6,13	18,00	0,80	0,00	
	5,58	17,83	6,00	18,33	0,42	0,50	
	5,00	18,00	6,33	18,08	1,33	0,08	
	5,75	18,00	6,17	18,03	0,42	0,03	
	5,58	18,00	6,42	–	0,84	–	
\bar{x}	5,51	17,96	6,41	18,20	0,88	0,25	
δ_x	0,25	0,07	0,34	0,21	0,34	0,27	
06	5,67	18,17	6,72	19,00	1,05	0,83	
	5,83	17,50	5,58	19,42	–0,25	1,92	
	5,00	17,67	6,58	17,25	1,58	–0,42	
	5,83	17,83	6,87	17,25	1,04	–0,58	
	\bar{x}	5,58	17,79	6,44	18,23	0,85	0,44
	δ_x	0,34	0,25	0,50	0,99	0,67	1,01
07	6,25	18,08	6,50	–	0,25	–	
	6,25	18,67	7,58	–	1,33	–	
	5,58	18,33	7,00	–	1,42	–	
	5,50	18,50	–	–	–	–	
	5,33	18,33	6,75	18,58	1,42	0,25	
	5,67	17,83	6,75	18,50	1,08	0,67	
	\bar{x}	5,76	18,29	6,92	18,54	1,10	0,46
δ_x	0,36	0,27	0,37	0,04	0,44	0,21	
\bar{x}	5,67	17,94	6,67	18,29	0,97	0,41	
δ_x	0,12	0,21	0,24	0,14	0,11	0,09	

przygruntowej atmosfery, ale też do określenia terminów rozpoczęcia turbulencji, do określenia wiatru, a także do oceny widzialności i dokładności elektronicznych pomiarów odległości. Są też ważne w badaniach mikroklimatycznych.

Summary

The confrontation of the nought radiation balance and the nought air temperature gradients. The results of radiation balance and air

temperature gradients measurements (in above ground layer) in Warsaw (Bielany), are presented.

Author ascertain, that the nought temperature gradients exist after leveling of the energetical balance: 58 minutes at morning and 25 minutes et evening.

Author's address

A. Kegler

Warsaw Agricultural University – SGGW

02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166

Poland