

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ZESZYT 4

**Studia nad wymianą ciepłą
na Stacji Naukowej Instytutu Geografii PAN
w Wojcieszowie**

Opracowali:

M. Kluge, M. Kraujalis, J. Skoczek

Wstępem opatrzył:

J. Paszypński

WARSZAWA
1963

WYKAZ ZESZYTÓW
PRZEGLĄDU ZAGRANICZNEJ LITERATURY GEOGRAFICZNEJ

za ostatnie lata

1961

- 1 **Zagadnienia wodne**, 6 art., s. 249, zł 10.—
- 2 **Nowe kierunki badań osadnictwa wiejskiego**, 7 art., s. 149, zł 10.—
- 3 **Problemy współczesnej biogeografii**, 9 art. — Część I, zł 10.—
- 4 **Problemy współczesnej biogeografii**, 8 art. — Część II, zł 10.—

1962

- 1 **Geografia stosowana** — 10 art. — Część I, zł 10.—
- 2 „ „ — 10 „ — Część II, zł 10.—
- 3 „ regionalna, 8 art., s. 219, zł 10.—
- 4 **Zagadnienia teoretyczne geografii**, 4 art., s. 180, zł 10.—

1963

- 1 **Teoria ośrodków centralnych** (w druku)

WYDAWNICTWA BIBLIOGRAFICZNE IG PAN

- S. LESZCZYCKI, B. WINID — **Bibliografia Geografii Polski 1945—1951**, 1956, s. 219, zł 29.—
- S. LESZCZYCKI, J. PIASECKA, H. TUSZYŃSKA-REKAWKOWA, B. WINID — **Bibliografia Geografii Polski 1952—1953**, 1957, s. 90, zł 24.—
- S. LESZCZYCKI, H. TUSZYŃSKA-REKAWKOWA, B. WINID — **Bibliografia Geografii Polski**, s. 67, zł 15.—
- Red. J. KOBENDZINA — **Polska Bibliografia Analityczna. Geografia** Poz. 1—168, 1956, s. 88, zł 13.50
- Red. J. KOBENDZINA — **Polska Bibliografia Analityczna. Geografia** Poz. 169—468, 1956, s. 105, zł 16.—
- Red. J. KOBENDZINA — **Polska Bibliografia Analityczna. Geografia** Poz. 469—876, s. 127, zł 24.—
- Z. KACZOROWSKA — **Zestaw zagranicznych czasopism i wydawnictw seryjnych z zakresu nauk o Ziemi, znajdujących się w bibliotekach polskich**, 1958, s. 400, zł 100.—
- S. LESZCZYCKI, J. PIASECKA, B. WINID — **Bibliografia Geografii Polskiej 1936—1954**, 1959, s. 315, zł 78.—
- Red. J. KOBENDZINA — **Polska Bibliografia Analityczna. Geografia** Poz. 877—1209, s. 94, zł 20.—
- Red. J. KOBENDZINA — **Polska Bibliografia Analityczna. Geografia** Poz. 1210—1686, s. 151, zł 20.—
- Red. S. LESZCZYCKI — **Bibliografia Geografii Polski 1960**, s. 320, zł.—, 1963 — **Dokumentacja Geograficzna z. 3**, 1963

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ZESZYT 4

**Studia nad wymianą ciepłą
na Stacji Naukowej Instytutu Geografii PAN
w Wojcieszowie**

Opracowali:

M. Kluge, M. Kraujalis, J. Skoczek

Wstępem opatrzył:

J. Paszyński

WARSZAWA

<http://1963.org.pl>

KOMITET REDAKCJI:

Redaktor Naczelny: K. Dziewoński
Członkowie Redakcji: J. Kobendzina, L. Ratajski, Fr. Uhorczak
Sekretarz Redakcji: Ł. Górecka
Rada Redakcyjna: J. Barbag, J. Czyzewski, K. Dziewoński, J. Dylík, R. Galon, M. Klimaszewski, M. Kielczewska-Zaleska, S. Leszczycki, A. Malicki, B. Olszewicz, J. Wąsowicz, A. Zierhoffer

Redaktor techniczny: W. Spryszyńska

Nakład 500 egz.

Adres Redakcji: Instytut Geografii PAN, Warszawa,
Krakowskie Przedmieście 30

Okładkę drukowano w Warszawskiej Drukarni Naukowej Zam. 411/63

P R Z E D M O W A

Decydujące znaczenie dla kształtowania się klimatu przyziemnych warstw powietrza ma wymiana ciepła zachodząca na powierzchni ziemi. Dla tego też rozkład przestrzenny, a także i przebieg czasowy poszczególnych elementów meteorologicznych - przede wszystkim temperatury i wilgotności powietrza - mogą być najlepiej zbadane i wyjaśnione poprzez strukturę bilansu cieplnego powierzchni ziemi. W warunkach naturalnych, mówiąc o powierzchni ziemi mamy na myśli przeważnie tzw. powierzchnię czynną, odpowiadającą powierzchni granicznej między atmosferą a jej podłożem. Czasami pojęcie to zastępowane jest przez tzw. warstwę czynną, w której odbywa się wymiana ciepła.

Bilans cieplny powierzchni czynnej składa się z czterech zasadniczych składników, odpowiadających czterem formom przenoszenia ciepła. Są to: promieniowanie, przewodzenie ciepła w podłożu, unoszenie ciepła w powietrzu /konwekcja/, wreszcie przenoszenie ciepła utajonego poprzez procesy parowania, kondensacji, topnienia i zamarzania wody. Tak więc równanie bilansu cieplnego powierzchni czynnej ma postać:

$$B + G + P + E = 0$$

- gdzie B - oznacza bilans radiacyjny,
G - strumień ciepła w podłożu,
P - strumień ciepła w przyziemnej warstwie powietrza, przenoszonego drogą turbulencji,
E - ciepło zużyte na parowanie, lub zyskane wskutek kondensacji wody.

W przypadku rozważania bilansu cieplnego warstwy czynnej dochodzi jeszcze jeden człon równania, a mianowicie akumulacja ciepła w tej warstwie. Oczywiście, wszystkie składniki równania bilansu cieplnego mogą przyjmować wartości zarówno dodatnie jak i ujemne.

Wychodząc z powyższych założeń, Zakład Klimatologii IG PAN rozpoczął w roku 1961 wstępne badania bilansu cieplnego na Stacji Naukowej Instytutu Geografii PAN w Wojcieszowie. Badania te miały na celu przede wszystkim wyjaśnienie szeregu zagadnień metodycznych, związanych z pomiarami poszczególnych składników bilansu w warunkach polowych. Chodziło tu o wybór przyrządów, najodpowiedniejszych do tego rodzaju badań, jak również - o ustalenie samej techniki pomiarów i obserwacji.

Niezależnie od tych celów metodycznych badania te miały także pewne zadania poznawcze. Polegały one na określeniu stopnia oddziaływania różnych czynników miejscowych na wielkość i przebieg niektórych składników bilansu cieplnego. Zagadnienie to wiąże się z problemem wyboru punktów pomiarowych, reprezentatywnych dla pewnych określonych typów środowiska geograficznego.

W pierwszej fazie badań, prowadzonych w lipcu i w sierpniu 1961 roku, zajęto się niektórymi tylko formami wymiany ciepła między powierzchnią ziemi a otoczeniem. Główną uwagę zwrócono przy tym na promieniowanie, zarówno w zakresie krótkofalowym widma, jak i długofalowym. Poza tym podjęto także badania wymiany ciepła zachodzącej w podłożu drogą przewodzenia. Obydwa te rodzaje przenoszenia ciepła są bowiem dostępne bezpośrednim pomiarom; natomiast metody określania wielkości pozostałych składników bilansu cieplnego są znacznie bardziej skomplikowane.

W pracach, składających się na ten zeszyt "Dokumentacji Geograficznej", podano opisy stosowanych metod pomiarowych oraz przytoczono niektóre uzyskane wyniki. Mogą one być przydatne dla tych, którzy zajmują się nie tylko bilansem cieplnym powierzchni ziemi, lecz także - zagadnieniem stosunków termicznych, panujących w przygruntowych warstwach powietrza; pozwalają one bowiem w pewnym stopniu na wyjaśnienie przyczyn zróżnicowania tych stosunków w przestrzeni i ich zmian w czasie.

Studia nad problemem wymiany ciepła i bilansu cieplnego powierzchni ziemi są w dalszym ciągu prowadzone przez Zakład klimatologii IG PAN, a ich wyniki będą przedstawione w następnych zeszytach "Dokumentacji Geograficznej".

Janusz Paszyński

Mieczysław KLUGE

POMIARY PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO CAŁKOWITEGO,
PROMIENIOWANIA ODBITEGO OD POWIERZCHNI ZIEMI
ORAZ ALBEDA

W ramach prac terenowych prowadzonych przez Zakład Klimatologii I.G. PAN w Wojcieszowie Górnym i okolicy, w miesiącach lipcu i sierpniu 1961 roku mierzono niektóre składniki bilansu promieniowania krótkofalowego: promieniowanie całkowite /tzn. promieniowanie bezpośrednie i rozproszone/ oraz promieniowanie odbite od powierzchni ziemi; ze stosunku procentowego tych dwóch wartości otrzymywano wielkości albedo dla różnych badanych powierzchni, tzn. zdolność odbijania promieniowania słonecznego przez daną powierzchnię. Albedo wyrażamy w %.

Celem pracy było głównie opracowanie metodyki pomiarów; chodziło też o uzyskanie danych liczbowych wielkości albedo, dla niektórych powierzchni, co pozwoliłoby na porównanie z analogicznymi danymi, które można znaleźć w podstawowej literaturze przedmiotu.

Pomiary wymienionych wyżej składników bilansu przeprowadzano przy pomocy terenowego, przenośnego albedomierza skonstruowanego w Zakładzie Klimatologii I.G. PAN przez M. Kuczmarzkiego. W albedomierzu zastosowano termostot typu Moll-Gorczyńskiego, firmy Kipp /nr 573/ z hemisferyczną kopułką szklaną o promieniu 25 mm. Otrzymywane wartości promieniowania odczytywano na galwanometrze ze wskaźnikiem świetlnym firmy "Energia" /Typ GES 2 - C2 nr 813475/. Sześciopakresowy przełącznik włączony w obwód:

termostos - galwanometr, pozwalał na pracę przy-
rzędu w różnych warunkach natężenia promienio-
wania. Termostos umieszczony został na wysokoś-
ci 150 cm, na przenośnym statywie z metalowym
wysięgnikiem o długości 128 cm; mógł on być
kierowany receptorem naprzemian w górę lub w
dół. Odległość czujnika od powierzchni czynnej
wynosiła w zależności od wysokości pokrycia
roślinnością od 80 cm do 150 cm.

Przyjęto następujący schemat kolejności po-
miarów:

1. N_0 - odczyt galwanometru przy zakrytym ter-
mostosie,
2. N_Q - odczyt galwanometru przy termostosie
skierowanym ku górze /pomiar promienio-
wania całkowitego/,
3. N_R - odczyt galwanometru przy termostosie
skierowanym ku dołowi /pomiar promie-
niowania odbitego/,
4. N_Q - odczyt galwanometru przy termostosie
skierowanym ku górze,
5. N_0 - odczyt galwanometru przy zakrytym ter-
mostosie.

Czas wykonywania jednej serii pomiarów wynosił
około 3 minut. Pomiary według podanego wyżej
schematu przeprowadzano kilkakrotnie w danym
miejscu. Dokonywano ich, ustawiając receptor
bądź to równolegle do ogólnego nachylenia pod-
łoża, bądź też poziomo.

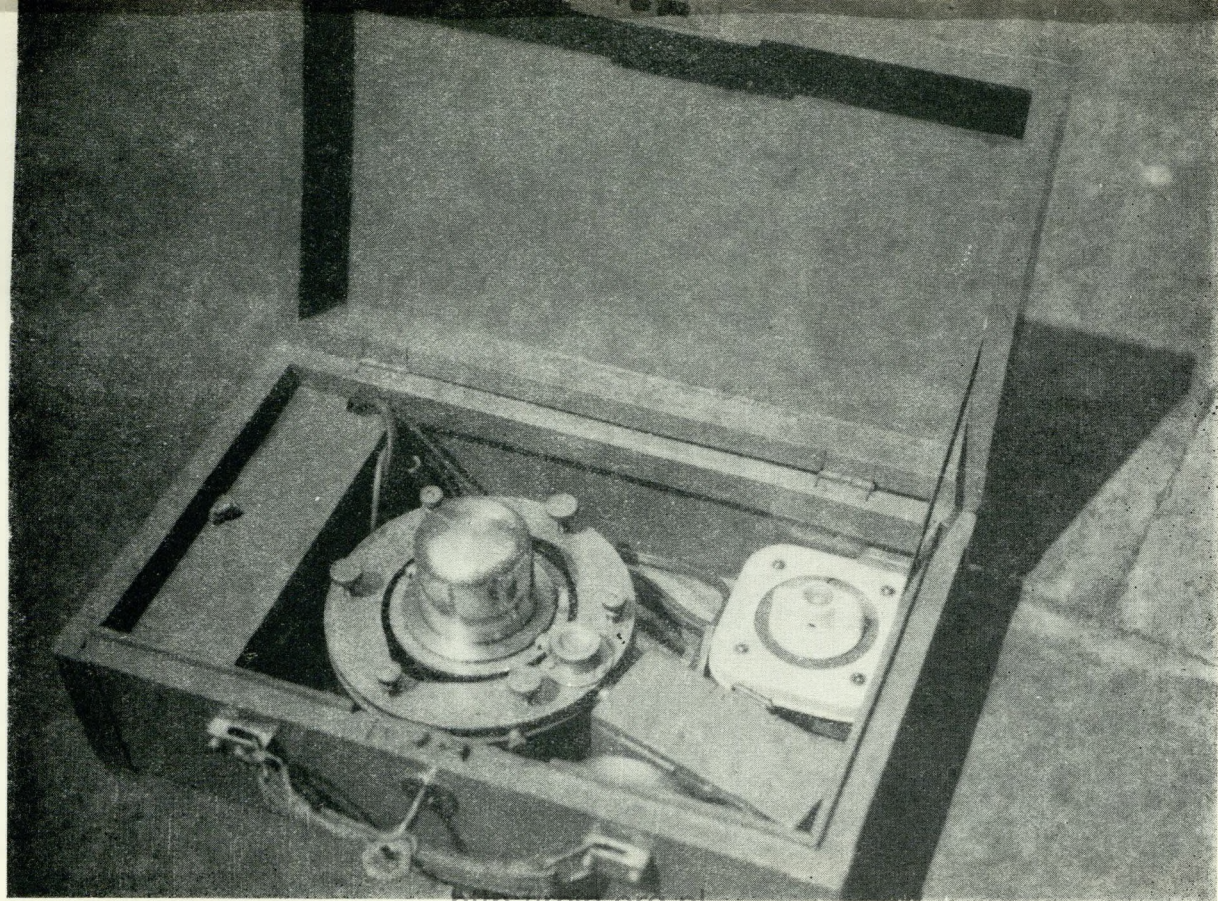
Przy obliczaniu wyników uzyskanych z odczy-
tów galwanometru brano średnią wartość z dwóch
odczytów N_Q . Wartości N_0 odejmowane lub dodawa-
no, w zależności od wychylenia wskaźnika świetl-
nego galwanometru w prawo lub lewo od punktu ze-

rowego skali, do wartości N_0 i N_R . Jeżeli miała miejsce zmiana wartości N na początku i na końcu danej serii pomiarów, to różnicę tę rozkładało proporcjonalnie do upływu czasu.

Ogólny widok przyrządu pomiarowego podano na załączonych fotografiach /ryc. 1, 2, 3/.

Pomiary przeprowadzono nad różnego typu powierzchni naturalnymi na terenie parku Stacji Naukowej i na zboczach wzgórza Miłek w 12 różnych punktach:

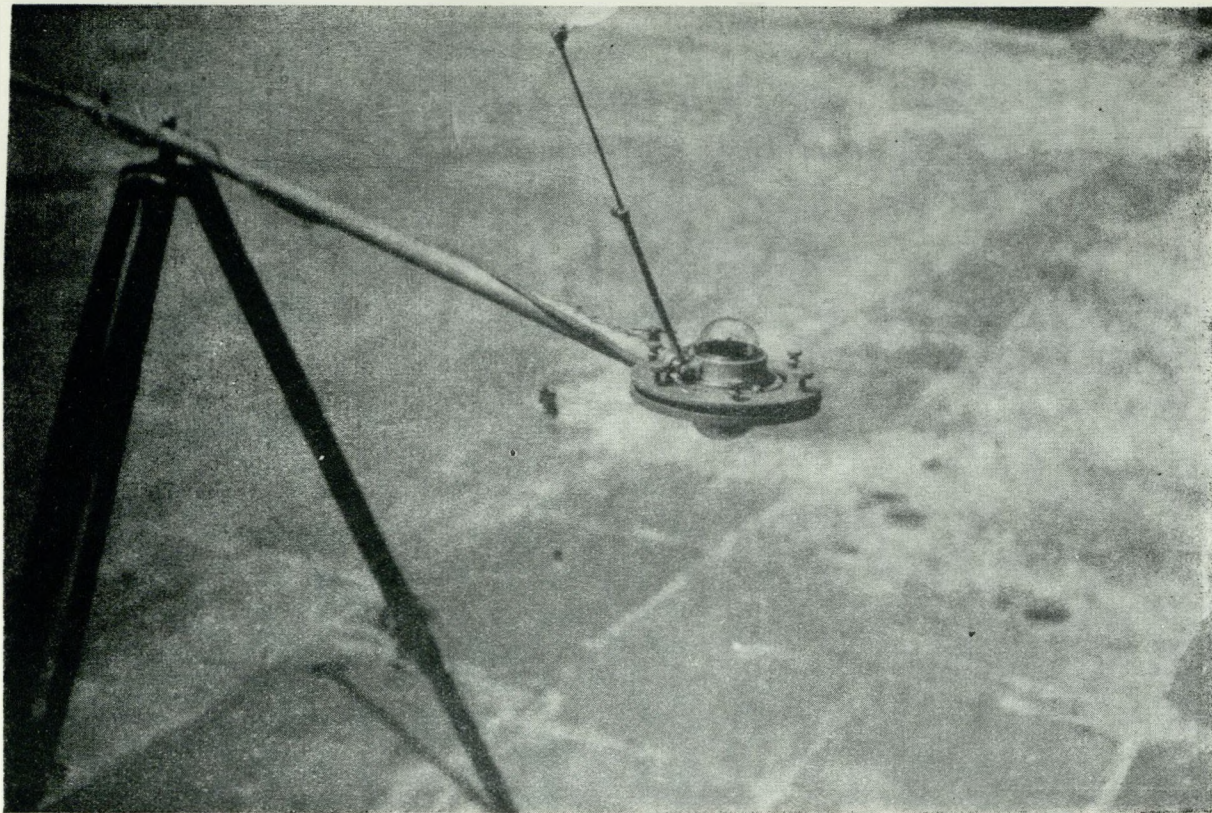
- I - Trawa skoszona - łąka pogrądowa.
Punkt pomiarowy zlokalizowany w odległości około 10 m od głównego wejścia do budynku Stacji Naukowej; powierzchnia płaska.
- II - Trawa wysoka - łąka pogrądowa.
Punkt pomiarowy w odległości około 10 m na wschód od wyżej opisanego; powierzchnia płaska.
- III - Ścieżka parkowa.
Punkt pomiarowy zlokalizowany w pobliżu budynku Stacji Naukowej - na terenie parku; szerokość ścieżki około 5 m, powierzchnia płaska.
- IV - Pole zaorane na północnym zboczu Miłka.
Gлина stokowa. Gleba przesuszona barwy popielato-brązowej; nachylenie zbocza 15° .
- V - Uprawa pszenicy na północnym zboczu Miłka.
Pszenica dojrzała, barwy żółtej; nieznaczne nachylenie zbocza: 6° .
- VI - Pole zaorane na wschodnim zboczu Miłka.
Gлина stokowa; gleba miejscami wilgotna, barwy ciemno-brązowej; nieznaczne nachylenie zbocza: 6° .



Ryc. 1. Termostos albedomierza oraz przełącznik zakresów w walizce ułatwiającej transport przyrządu.

(Fot. B. Rogaliński)

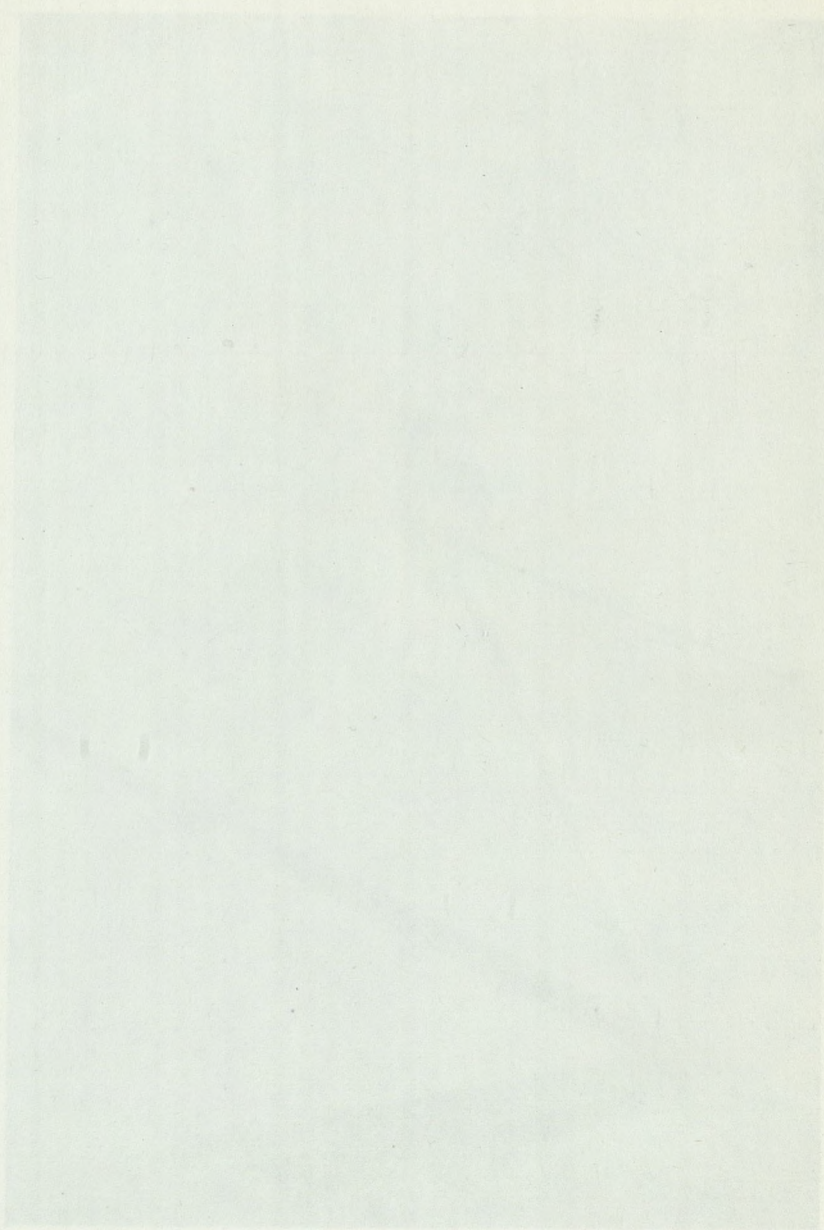
<http://rcin.org.pl>

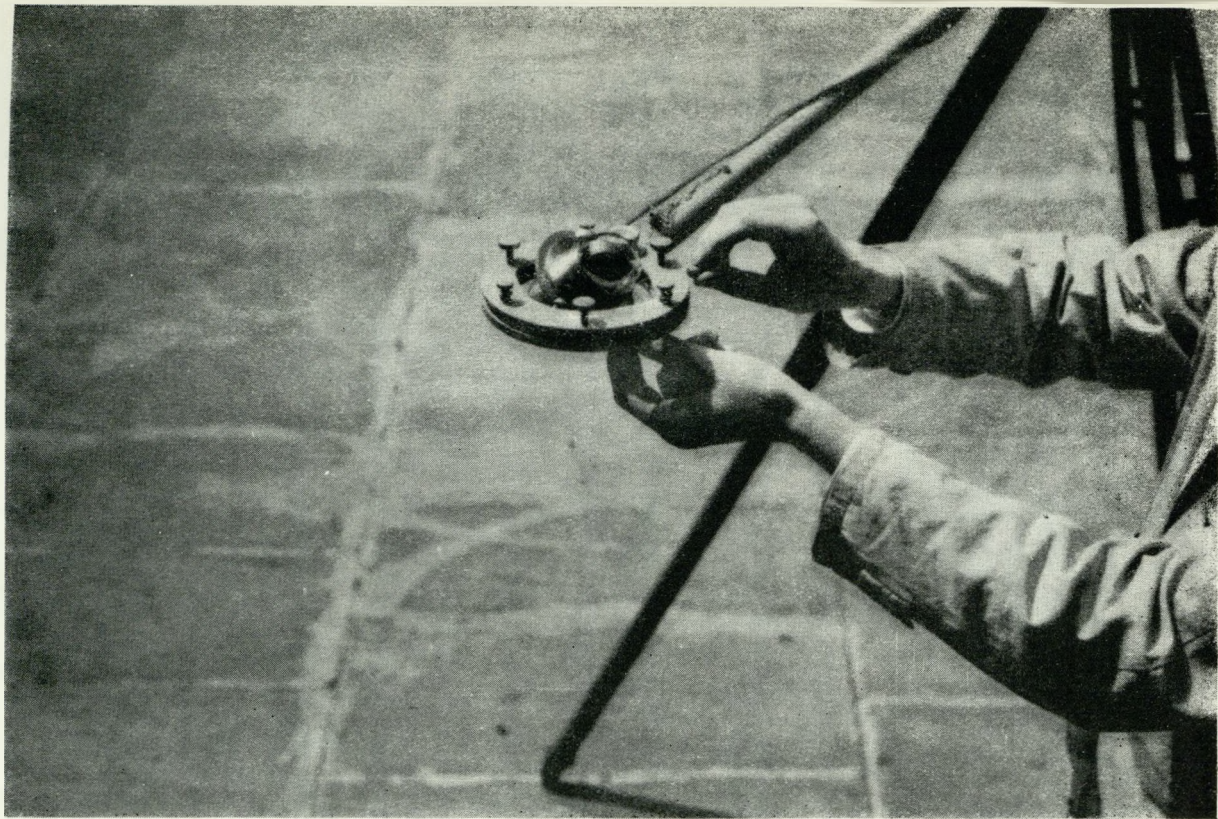


Ryc. 2. Termostos z ekranem dyfuzyjnym zamocowany na wysięgniku założonym na statyw.

(Fot. B. Rogaliński)

Fig. 1. Diagram of the experimental setup for the measurement of the dynamic properties of the system.





Ryc. 3. Zmiana pozycji receptora termostosu.

(Fot. B. Rogaliński)



- VII - Uprawa koniczyzny czerwonej na wschodnim zboczu Miłka.
Wysokość koniczyzny około 30 cm, barwa liści ciemno-zielona, kwiaty ciemno-czerwone dość rzadkie; nachylenie zbocza 10° .
- VIII - Łąka na zachodnim zboczu Miłka.
Trawa miejscami przesuszona; nachylenie zbocza 23° .
- IX - Pole zaorane na północno-zachodnim zboczu Miłka.
Gлина stokowa; gleba przesuszona, barwy popielato-brązowej; nieznaczne nachylenie zbocza: 4° .
- X - Uprawa bobu na północnym zboczu Miłka.
Wysokość roślin około 80 cm, barwa soczysto-zielona; nieznaczne nachylenie zbocza: 7° .
- XI - Uprawa koniczyzny na północno-zachodnim zboczu Miłka.
Koniczyzna wschodząca - nie zakrywa powierzchni gleby; glina stokowa; barwa gleby ciemno-brązowa; nieznaczne nachylenie zbocza: 9° .
- XII - Łąka na północno-północno-zachodnim zboczu Miłka.
Trwa ciemno-zielona; nachylenie zbocza 6° .

Lokalizację punktów podano na mapce /ryc.4/.

Ilość uzyskanych wartości dla różnych punktów jest niejednakowa - wpłynęły na to głównie warunki pogodowe jakie panowały w okresie badań terenowych. Duża ilość dni pochmurnych wpłynęła w decydujący sposób na ilość uzyskanych danych. Pomiarów można było kontynuować jedynie w przypadku nieba bezchmurnego, nieba o nieznacznym zachmurzeniu lub też o jednolitym zachmurzeniu

wysokim lub średnim /Cs, As/. W przypadku zachmurzenia zmiennego miały miejsce bardzo szybkie zmiany natężenia promieniowania, co uniemożliwiało wyznaczenie wielkości albedo.

W zestawieniach /tabela 1-9/ zamieszczono wyniki pomiarów terenowych:

w rubryce T_m podano czas miejscowy,

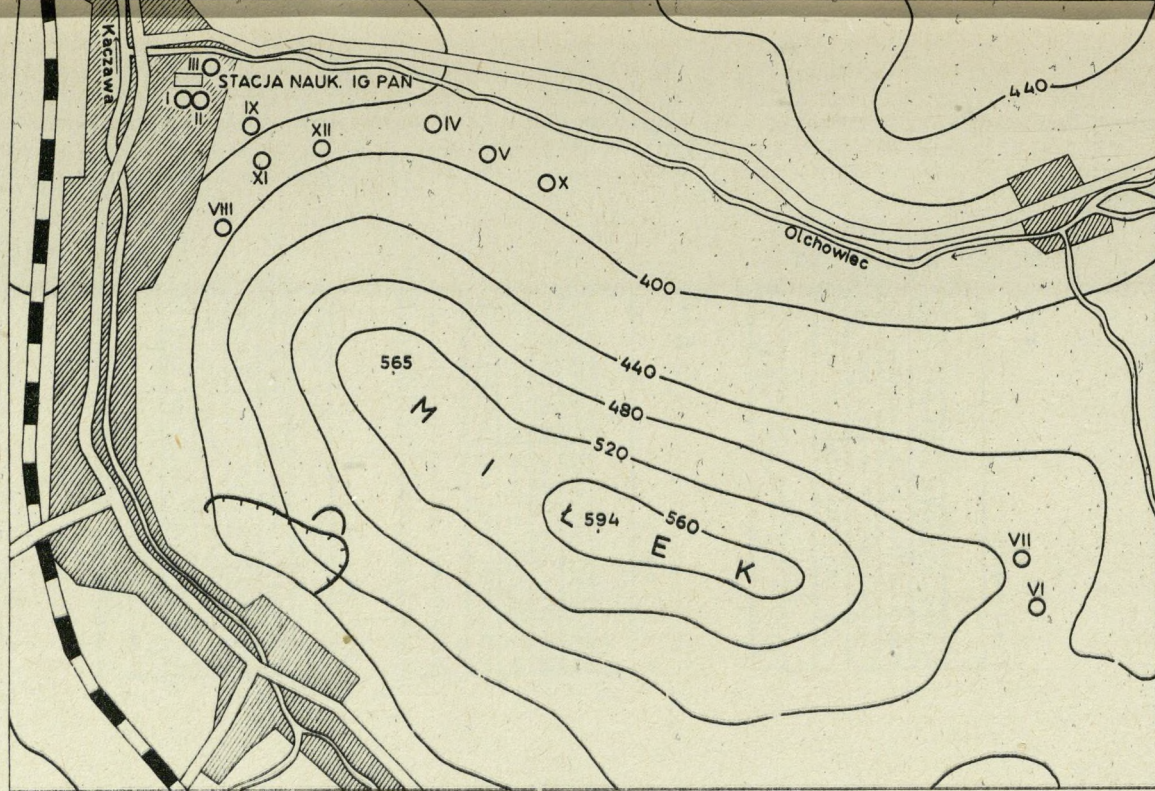
w rubryce Q wartości promieniowania całkowitego w $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}$,

w rubryce R_k wartości promieniowania odbitego od powierzchni ziemi w $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}$,

w rubryce wartości albedo uzyskane ze stosunku odczytów galvanometru przy termostosie zwróconym ku górze / N_Q / i ku dołowi / N_R /.

Dodać trzeba, że pozwoliło to na znacznie większą dokładność w określaniu albedo, niżby to można uzyskać ze stosunku promieniowania Q i R_k wyliczonego w $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min}$, gdyż zaokrąglenie wyników do setnych części kalorii zmienić może w sposób niejednokrotnie dość znaczny uzyskaną wartość albedo. W tabelach uwzględniono także stan pokrycia nieba; w rubryce "uwagi" podano sposób ustawienia termostosu w stosunku do powierzchni mierzonej; może ono być poziome bądź też równoległe do zbocza.

W tabeli 10 podano średnie wartości albedo dla wymienionych punktów pomiarowych. Traktować należy je jako wartości orientacyjne, szczególnie dla tych punktów, gdzie wykonana była niewielka ilość pomiarów. Wartości te odpowiadają na ogół danym, jakie uzyskać było można z literatury dotyczącej tego zagadnienia /1, 2, 3, 5, 6/. Stwierdzić jednak trzeba, że znalezione wielkości albedo dla trawy i upraw /np. pszenicy/, różnią się



Ryc. 4 Rozmieszczenie punktów pomiarowych

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 km

<http://rcin.org.pl>

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w $\text{cal/cm}^2\text{min}$ i wielkość albedo w %
w dniu 25 lipca 1961 r.

Tabela 1

punkt pomiarowy odczyt	I					III										I									
	T_m	12.33	12.34	12.35	12.36	12.37	13.15	13.16	13.17	13.18	13.19	13.24	13.25	13.26	13.27	13.28	16.41	16.42	16.43	16.44	16.45	16.51	16.52	16.53	16.54
q	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.41	0.43	0.43	0.43	0.43	0.41	0.41	0.43	0.43	
R_k	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	
α	19.5	19.0	17.9	18.2	18.8	11.0	10.6	10.8	11.1	10.5	12.2	12.0	11.7	11.8	11.9	20.0	20.7	21.9	21.2	20.8	23.6	24.4	24.5	23.5	
Zachmurzenie	9 - 10 C1 A0																								
Uwagi	poziome					poziome										poziome									

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w $\text{cal/cm}^2\text{min}$ i wielkość albedo w %
w dniu 26 lipca 1961 r.

Tabela 2

punkt pomiarowy odczyt	I										II														
	T_m	10.44	10.45	10.46	10.47	10.48	11.31	11.32	11.33	11.34	11.35	12.00	12.01	12.02	12.03	12.04	12.09	12.10	12.11	12.12	12.13	12.18	12.19	12.20	12.21
q	0.91	0.95	0.94	0.94	0.93	1.08	1.01	1.00	0.99	1.01	1.06	1.11	1.05	0.98	1.02	1.03	1.01	1.02	1.03	1.00	1.04	1.03	1.02	1.01	
R_k	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	
α	19.0	18.0	17.8	18.0	18.0	18.1	19.4	19.3	19.4	18.9	22.8	21.3	22.3	23.2	21.8	21.4	21.9	21.6	21.6	22.8	21.7	21.5	21.4	21.7	
Zachmurzenie	5																								
Uwagi	poziome												poziome												

Tabela 2 /d.o./

punkt pomiarowy odczyt	IX										VIII														
	T_m	13.10	13.11	13.12	13.13	13.14	13.19	13.20	13.21	13.22	13.23	13.27	13.29	13.32	13.49	13.50	13.51	13.52	13.53	13.58	13.59	14.00	14.01	14.02	14.04
q	0.99	1.01	1.06	1.12	1.07	0.88	0.86	0.94	1.02	0.97	1.09	1.09	1.03	0.87	0.76	0.74	0.73	0.80	0.95	0.93	0.96	0.99	0.97	1.02	
R_k	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.12	0.13	0.14	0.12	0.11	0.17	0.17	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	
α	12.4	12.5	12.1	11.8	12.7	14.0	15.3	14.9	12.3	11.2	15.8	15.6	15.8	17.0	17.7	17.4	17.4	15.3	18.5	18.9	18.6	18.2	18.7	19.3	
Zachmurzenie	6 - 7																								
Uwagi	równoległe										poziome					równoległe									

Natężenie promieniowania oalkowitego, promieniowania odbitego w cal/cm²·min i wielkość albedo w %
w dniu 27 lipca 1961 r.

Tabela 3

punkt pomiarowy	IV										V						XII							
T _m	11.26	11.27	11.28	11.29	11.30	11.52	11.53	11.54	11.55	11.56	12.03	12.05	12.23	12.24	12.25	12.26	12.27	12.34	12.36	13.03	13.04	13.05	13.06	13.07
Q	0.46	0.45	0.45	0.45	0.44	0.63	0.59	0.62	0.64	0.60	0.52	0.53	0.58	0.59	0.61	0.62	0.66	0.70	0.62	1.08	1.11	1.16	1.20	1.17
R _r	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.11	0.12	0.11	0.10	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.10	0.21	0.22	0.24	0.24	0.24
α	16.1	15.8	15.4	15.6	15.9	15.0	18.0	19.5	16.8	16.0	15.3	16.6	17.1	17.2	17.5	17.4	16.7	17.2	16.9	19.4	20.2	20.5	19.8	20.5
Zachmurzenia	9 - 10																							
Uwagi	poziome					równoległe					poziome						poziome							

Tabela 3 /d.c./

punkt pomiarowy	XII								
T _m	13.24	13.26	13.35	13.36	13.37	13.38	13.39	13.45	13.47
Q	1.07	0.83	0.89	0.90	0.87	0.84	0.86	1.06	1.02
R _r	0.19	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.21	0.21
α	17.9	20.2	19.6	18.6	18.5	19.1	18.6	19.4	20.3
Zachmurzenia	9 - 10								
Uwagi	poziome			równoległe					

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w cal/om²·min i wielkość albedo w %
w dniu 1 sierpnia 1961 r.

Tabela 4

punkt pomiarowy odczyt	X										XII						VII							
	T_m	11.03	11.07	11.19	11.21	11.23	11.31	11.34	11.36	11.39	11.41	12.11	12.13	12.26	12.29	12.32	12.33	12.59	13.03	13.07	13.08	13.10	13.26	13.34
Q	1.23	1.19	1.22	1.21	1.22	1.08	1.08	1.03	1.06	1.06	1.20	1.16	1.00	1.02	1.02	1.01	1.14	1.14	1.14	1.13	1.16	1.09	1.01	1.01
R_k	0.22	0.21	0.22	0.21	0.20	0.23	0.25	0.20	0.21	0.22	0.25	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.23	0.23
α	17.4	17.2	18.1	17.2	16.3	21.2	22.9	19.8	20.2	20.4	21.2	19.4	24.1	23.5	24.1	24.0	20.6	20.4	20.9	20.8	21.7	23.2	23.0	22.8
Zachmurzenie	6 - 8										Si Cu Fe													
Uwagi	poziome					równoległe					poziome			równoległe			poziome			równoległe				

Tabela 4 /d.o./

punkt pomiarowy odczyt	VII								VI								
	T_m	13.42	13.43	13.50	13.51	13.52	13.53	13.54	15.11	15.14	15.18	15.20	15.21	15.32	15.35	15.36	15.40
Q	1.05	1.07	1.02	0.98	0.98	0.98	0.98	0.87	0.84	0.85	0.86	0.89	0.68	0.66	0.64	0.63	0.60
R_k	0.24	0.26	0.23	0.22	0.24	0.24	0.24	0.07	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06
α	22.5	24.1	22.9	22.8	24.2	24.7	24.1	8.4	9.2	8.4	10.4	9.5	9.4	10.4	9.9	11.2	10.5
Zachmurzenie	7 - 9								As Cu Fe								
Uwagi	równoległe								poziome				równoległe				

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w cal/cm²·min i wielkość albedo w %
w dniu 9 sierpnia 1961 r.

Tabela 5

punkt pomiarowy odczyt	I																								
	T _m	10.32	10.34	10.36	10.40	10.42	10.44	10.46	10.48	10.50	11.02	11.04	11.07	11.09	11.11	11.13	11.30	11.32	11.35	11.39	11.41	11.44	11.46	11.48	12.03
Q	0.31	0.32	0.37	0.45	0.46	0.43	0.46	0.51	0.50	0.49	0.53	0.63	0.58	0.52	0.46	0.47	0.55	0.57	0.44	0.34	0.30	0.34	0.24	0.38	
R _k	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.10	0.10	0.08	0.08	0.11	0.12	0.08	0.06	0.05	0.06	0.04	0.07	
α	20.0	19.3	19.1	18.9	19.0	18.5	19.2	20.0	18.5	18.9	18.7	19.1	17.8	18.8	17.8	18.2	20.5	21.8	18.6	18.5	17.4	18.5	17.2	18.8	
Zachmurzenie	9 - 10											Ac													
Uwagi	poziome																								

Tabela 5 /d.c./

punkt pomiarowy odczyt	I			
	T _m	12.05	12.07	12.14
Q	0.40	0.34	0.24	0.26
R _k	0.08	0.06	0.04	0.05
α	19.8	17.6	16.9	19.8
Zachmurzenie	9 - 10 Ac			
Uwagi	poziome			

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w cal/cm²·min i wielkość albedo w %
w dniu 9 sierpnia 1961 r.

Tabela 6

punkt pomiarowy odczyt	XI												VIII				
	T _m	10.42	10.44	10.47	10.49	10.52	11.06	11.09	11.11	11.15	11.17	11.19	13.23	13.26	13.28	13.30	13.35
Q	0.97	0.98	1.01	1.01	0.95	1.06	1.08	1.04	1.06	1.09	1.07	0.38	0.35	0.36	0.40	0.39	0.33
R _k	0.29	0.29	0.29	0.30	0.28	0.32	0.33	0.31	0.32	0.33	0.32	0.06	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06
α	30.0	29.9	28.8	29.4	29.6	30.0	30.6	29.8	30.4	29.8	30.2	17.1	20.0	19.7	19.1	17.5	19.2
Zachmurzenie	3					Os	Co	Cu	Po	B Ac So Cu Fc							
Uwagi	poziome					równoległe					równoległe						

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w cal/cm²·min i wielkość albedo w %
w dniu 12 sierpnia 1961 r.

Tabela 7

punkt posla- rocyt	VII																			
	10.26	10.28	10.30	10.32	10.34	10.36	10.38	10.49	10.50	10.51	10.52	10.53	10.54	10.55	10.56	11.24	11.26	11.29	11.32	11.34
T _m	10.26	10.28	10.30	10.32	10.34	10.36	10.38	10.49	10.50	10.51	10.52	10.53	10.54	10.55	10.56	11.24	11.26	11.29	11.32	11.34
Q	0.40	0.43	0.48	0.51	0.49	0.48	0.47	0.36	0.34	0.33	0.33	0.33	0.31	0.29	0.28	0.19	0.18	0.22	0.25	0.25
R _k	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05
α	18.9	19.0	18.6	18.5	19.2	18.7	19.7	19.3	19.0	19.7	19.4	19.7	19.8	20.2	19.1	22.2	18.5	19.0	20.0	20.6
Zachmurzenie	10 As Ac Se Fe																			
Uwagi	poziome										równoległe									

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w cal/cm²·min i wielkość albedo w %
w dniu 14 sierpnia 1961 r.

Tabela 8

punkt posla- rocyt	I										III							
	9.53	9.55	9.57	9.59	10.01	10.03	10.24	10.28	10.31	10.33	11.37	11.39	11.41	11.44	11.46	11.48	11.50	
T _m	9.53	9.55	9.57	9.59	10.01	10.03	10.24	10.28	10.31	10.33	11.37	11.39	11.41	11.44	11.46	11.48	11.50	
Q	0.46	0.47	0.50	0.46	0.43	0.42	0.39	0.39	0.40	0.40	0.43	0.44	0.45	0.46	0.48	0.47	0.46	
R _k	0.08	0.09	0.11	0.08	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.09	0.11	0.10	0.12	0.10	0.10	
α	17.4	19.3	21.3	18.4	17.4	19.4	22.4	22.7	21.8	21.6	23.9	20.7	23.8	22.1	24.3	22.2	22.6	
Zachmurzenie	7 - 10										As		As					
Uwagi	równoległe						poziome				równoległe							

Natężenie promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego w cal/cm².min i wielkość albedo w %
w dniu 17 sierpnia 1961 r.

Tabela 9

Punkt pomiarowy	I																					
odczyt	8.36	8.38	8.41	8.43	8.45	8.47	9.29	9.52	9.34	9.36	9.39	10.46	10.48	10.51	10.53	10.55	10.58	11.13	11.15	11.17	11.19	11.21
T _a	8,36	8,38	8,41	8,43	8,45	8,47	9,29	9,52	9,34	9,36	9,39	10,46	10,48	10,51	10,53	10,55	10,58	11,13	11,15	11,17	11,19	11,21
Q	0.62	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	0.82	0.87	0.86	0.87	0.91	0.20	0.29	0.34	0.35	0.34	0.28	0.41	0.40	0.36	0.32	0.30
R _k	0.13	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.21	0.21	0.20	0.21	0.04	0.06	0.07	0.08	0.07	0.06	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06
α	20,4	21,7	23,2	23,1	23,1	23,0	24,6	24,2	24,6	23,5	23,6	21,2	22,3	20,8	22,1	21,7	22,0	21,6	22,1	22,1	21,0	21,3
Zachmurzenie	4 - 8 Cl Os Ac As Sc Ou																					
Uwagi	P o z i o m e																					

Tabela 9 /d.c./

Punkt pomiarowy	I																				
odczyt	11.23	11.25	11.27	11.29	12.06	12.15	12.18	12.25	14.21	14.25	14.29	14.32	14.36	14.40	14.44	15.07	15.09	15.11	15.13	15.15	15.17
T _a	11.23	11.25	11.27	11.29	12.06	12.15	12.18	12.25	14.21	14.25	14.29	14.32	14.36	14.40	14.44	15.07	15.09	15.11	15.13	15.15	15.17
Q	0.30	0.30	0.34	0.35	1.03	0.42	0.51	1.18	0.26	0.28	0.29	0.29	0.30	0.29	0.28	0.22	0.20	0.19	0.20	0.21	0.21
R _k	0.06	0.07	0.07	0.08	0.22	0.08	0.12	0.28	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
α	23,7	21,7	21,4	22,5	21,2	20,2	22,8	23,7	20,4	21,2	21,7	21,9	21,6	22,0	22,0	20,7	21,3	22,2	22,0	21,0	20,6
Zachmurzenie	7 - 10 Os Ac As Sc Ou																				
Uwagi	P o z i o m e																				

T a b e l a 10

Średnie wartości albedo w %
oraz ilość przypadków /x/,
które wykorzystano do obliczenia średniej

Punkt pomiarowy	Poziome ustawienie receptora	Równoległe ustawienie receptora
I	20,7 /100/	
II	21,7 /9/	
III	11,4 /10/	
IV	16,0 /5/	16,7 /7/
V	17,1 /7/	---
VI	9,2 /5/	10,3 /5/
VII	19,7 /20/	22,3 /15/
VIII	17,0 /5/	18,7 /12/
IX	---	13,6 /13/
X	17,5 /5/	19,8 /11/
XI	29,5 /5/	30,1 /6/
XII	20,6 /13/	21,6 /18/

Wielkości albedo w %

Rodzaj powierzchni	Według pomiarów w Wojcieszowie		Według Baraszkowej i in. /1/	Według Kondratiewa /2/	Według Kostina /3/	Według Sapożnikowej /5/	Według Toomina /6/
	poziome ustawienie receptora	równoległe ustawienie receptora					
Trawa skoszona	20,7		-	-	-	-	20
Trawa wysoka	21,7		21	18-20	-	-	-
Łąka - trawa przesuszona	17,0	18,7	19	-	19	-	20-22

Łąka - trawa wilgot- na	20,6	21,6	22	-	-	20	-
Pole zaorane, gleba ciemna i wilgot- na	9,2	10,3	10	-	10-15	-	-
Pole zaorane, gleba ciemna i sucha	-	13,6	14	-	-	15	-
Uprawa pszenicy	17,1	-	16-18	16-23	-	-	-

znacznie od średniej wartości /26%/, podawanej przez J.L. Monteitha na podstawie pomiarów, wykonanych w Rothamsted w Wielkiej Brytanii /4/.

Zaznaczyć należy, że albedo nie można traktować jako wielkości stałej, ponieważ jest rzeczą wiadomą, iż ~~albedo~~ ono ulega zmianom rocznym w zależności od rozwoju szaty roślinnej, a także - zmianom dobowym w zależności od wysokości słońca. Poza tym na wielkość albedo wpływ mają też takie czynniki jak wilgotność gruntu.

Powyżej zestawiono wielkości albedo dla niektórych rodzajów powierzchni uzyskane z pomiarów w Wojcieszowie Górnym oraz podawane przez różnych autorów.

x x x

WNIOSKI

Opracowanie powyższe pozwala na wyprowadzenie dwóch wniosków:

1. Opisany przyrząd w warunkach pracy terenowej zdał w pełni egzamin. Bez trudu może być przenoszony jak też i obsługiwany przez dwie osoby. Rozstawienie zestawu albedomierza i przystosowanie instrumentu do pomiarów zajmuje nie więcej jak 5 minut czasu. Zastosowany przełącznik zakresów pozwala na sprawne i szybkie dokonywanie pomiarów w różnych warunkach promieniowania.
2. Uzyskane średnie wielkości albeda w % dla niektórych powierzchni naturalnych wykazują duże podobieństwo do wielkości znalezionych w literaturze. Na fakt ten zwracają uwagę Baraszkowa i inni /1/ wykazując, że częstoć nawet w różnych strefach geograficznych wielkości albeda są do siebie podobne. W związku z tym przy określaniu albeda niektórych powierzchni nie zawsze trzeba uciekać się do dokonywania pomiarów, w niektórych przypadkach można wykorzystywać dane z literatury, bez obawy popełniania grubszego błędu.

x x x

LITERATURA

- /1/ Baraszkowa J.P., Gaiewskii W.L., Dżaczienko L.N., Ługina K.M., Piwowarowa Z.I. Radiacyjnyj reżim terrytorii SSSR. Leningrad 1961.
- /2/ Kondratiew K.J. Łuczistaja eniergija sołnca. Leningrad 1954.
- /3/ Kostin S., Podstawy meteorologii. Warszawa 1956.
- /4/ Monteith J.L., The reflection of short-wave radiation by vegetation. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 85, No 366, October 1959.
- /5/ Sapożnikowa S.A., Mikroklimat i klimat lokalny. Warszawa 1953.
- /6/ Tooming H., Dniewnyje i siezonnyje izmienienija albedo niekotorych jestiestwiennych powierchnostiej Estonskoj SSR. Akademijskaja Nauk Estonskoj SSR. Institut Fiziki i Astronomii. Issliedowanija po fizikie atmosfery, 2. Tartu 1960.

x x x

Maria Wanda KRAUJALIS

POMIARY PROMIENIOWANIA DŁUGOFALOWEGO

1. Metoda pracy

W ramach wstępnych prac, dotyczących metod określania bilansu cieplnego powierzchni czynnej, przeprowadzono w okresie 28.VII-30.VIII. 1961 r. na terenie Stacji Naukowej Instytutu Geografii PAN w Wojcieszowie, szereg próbnych pomiarów promieniowania podczerwonego /tj. cieplnego, o długości fal powyżej 3μ / ziemi i atmosfery.

Ograniczono się do pomiarów składników bilansu radiacyjnego w nocy, który po ustaniu wpływu promieniowania krótkofalowego, sprowadza się do bilansu promieniowania podczerwonego i wyraża się formułą

$$B_d = A - /Z+R_d/ \quad /1/$$

gdzie A oznacza promieniowanie zwrotne atmosfery,

Z oznacza promieniowanie powierzchni ziemi,

R_d oznacza promieniowanie odbite od powierzchni ziemi.

Do pomiarów użyto pyrgometru kompensacyjnego Angströma, pozwalającego określić w kaloriach na cm^2/min wartość promieniowania długofalowego, które na powierzchnię poziomą pada z dołu i z góry, zależnie od ustawienia przyrządu.

Pyrgeometr Ångströma - według nomenklatury przyjętej przez Komisję Promieniowania Międzynarodowej Unii Geofizycznej i Geodezyjnej /3/ - p y r a n o m e t r e f e k t y w n y p o d c z e r w i e n i - mierzy różnicę między strumieniem promieniowania, dochodzącym do poziomo ustawionego receptora, będącego ciałem absolutnie czarnym, a jego wypromieniowaniem własnym, czyli tzw. p r o m i e n i o w a n i e e f e k t y w n e . Znając promieniowanie receptora jako funkcję jego temperatury, określić można wartości zarówno promieniowania ziemi Z /łącznie z odbitym promieniowaniem R_d/ skierowanego ku górze, jak i skierowanego ku dołowi promieniowania zwrotnego atmosfery A.

W tym celu wykonywano pomiary przyrządem skierowanym czujnikiem naprzemian w dół i w górę, określając każdorazowo promieniowanie efektywne.

W obliczeniach posługiwano się wzorem Stephana-Boltzmann'a:

$$E = \sigma T^4 \quad /2/$$

gdzie E oznacza wielkość wypromieniowanej energii

T oznacza temperaturę powierzchni promieniującej w skali bezwzględnej

σ oznacza wartość stałą dla ciała absolutnie czarnego; w naszych badaniach przyjęto $\sigma = 8,26 \cdot 10^{-11}$ /1/

Przyjmując za temperaturę instrumentu wskazania termometru rtęciowego umieszczonego na statywie bezpośrednio przy nim, określano przy pomocy podanego wyżej wzoru promieniowanie powierzchni receptora.

Odejmując od tej ostatniej wartości natężenie promieniowania efektywnego, znane z bezpośrednich

pomiarów, określano promieniowanie ziemi i atmosfery na poziomie 150 cm nad powierzchnią gruntu, tzn. na poziomie umieszczenia pyrgeometru.

2. Zasada działania pyrgeometru Angströma

Receptor instrumentu składa się z czterech pasków manganinowych, z których dwa są złożone, a dwa czernione. Zdolność emisyjna w podczerwieni pasków złożonych jest bardzo mała, tak że temperatura ich może być uważaną za równą temperaturze powietrza otaczającego.

Paski czarne mają bardzo wysoką zdolność emisyjną i ochładzają się na skutek strat ciepła przez wypromieniowanie.

Różnica temperatur między paskami czarnymi, a złożonymi jest mierzona przy pomocy termopar, umieszczonych bezpośrednio pod paskami i wykazana przez galwanometr włączony w obwód.

Podgrzewając czarne płytki prądem elektrycznym można tak regulować jego natężenie, aby ochłodzenie wywołane promieniowaniem było dokładnie kompensowane przez ogrzewanie - wówczas wskazówka galwanometru wraca do położenia początkowego.

Prąd grzania zmierzony bardzo czułym miliamperomierzem daje miarę ilości energii utraconej przez promieniowanie. Wyraża to równanie:

$$E_{ef} = k \cdot i^2 \quad /3/$$

gdzie E_{ef} oznacza promieniowanie efektywne w odniesieniu do ziemi, lub atmosfery
 i - natężenie prądu kompensacyjnego w amperach

k oznacza wartość stałą dla danego przyrządu, stanowiącą współczynnik przejścia, określony wzorcowaniem.

3. Technika wykonywania pomiarów

Używanie pyrgeometru jest możliwe jedynie wówczas, gdy nie występuje już promieniowanie krótkofalowe, tzn. w nocy. Wymaga też odpowiednich warunków pogodowych. Opady atmosferyczne, silna mgła, lub wiatr uniemożliwiają wykonanie obserwacji.

Pomiary mogą być zakłócone nawet przez słabe wiatry, ze względu na dużą czułość receptora. Dlatego jeśli robiono pomiary przy bardzo słabych powiewach wiatru, poniżej 3 m/sek, to umieszczano paski równoległe do kierunku wiatru, aby jego ewentualny wpływ był jednakowy na wszystkie płytki receptora.

Pyrgeometr /firma A.Lindblad, Stockholm, nr 112/ ustawiano w punkcie pomiarowym po zapadnięciu zmierzchu, na 30 minut przed rozpoczęciem obserwacji, celem wyrównania temperatury przyrządu z temperaturą otoczenia.

Miejsce pomiaru znajdowało się w odległości około 12 m od budynku Stacji Naukowej, w parku, na trawniku otoczonym drzewami. Zaskłonięcie horyzontu było dość znaczne, zarówno przez drzewa i dwupiętrowy budynek, jak i pobliską górę Miłek, znajdującą się na SE od parku.

Przyrząd, za pomocą uchwyty w kształcie pierścienia ze śrubą zaciskową, umieszczano na poziomo wysuniętym pręcie metalowym, umocowanym na statywie, na wysokości 150 cm nad ziemią.

W pomieszczeniu zamkniętym znajdowały się mierniki połączone przewodami z pyrgeometrem:

galwanometr zerowy i miliamperomierz oraz opornica i akumulator, z którego pobierano prąd o napięciu 4 V do grzania czarnych pasków i 6 V do oświetlania galwanometru.

Pomiary wykonywały dwie osoby. Jedna z nich zmieniała położenie instrumentu, skierowując go czujnikiem naprzemian w dół i w górę, oraz odsłaniała i zakrywała receptor. Zmian położenia dokonywano przy receptorze zasłoniętym pokrywką, starając się nie zmieniać przy tym jego warunków termicznych.

Drugi obserwator odczytywał wskazania mierników. Przystępując do pomiarów określano położenie zera galwanometru przy zamkniętej pokrywce instrumentu, osobno przy obwodzie termostosu otwartym i osobno zamkniętym, aż do wyrównania różnic. Dalej kolejność prac była następująca: po odczytaniu zera galwanometru przy instrumencie zasłoniętym, skierowanym ku górze, na dany sygnał /zastosowane sygnalizację świetlną/ odsłaniano receptor. W chwili wychylenia się wskazówki galwanometru włączono obwód grzania, tak regulując natężenie prądu przez zastosowanie odpowiedniego oporu, aby wskazówka wróciła do położenia początkowego.

W momencie równowagi termicznej odczytywano na miliamperomierzu wartość natężenia prądu kompensacyjnego i. Następnie obserwator, obsługujący pyromeometr zakrywał receptor, zmienił położenie przyrządu o 180° , odczytywał temperatury na statywie, koło instrumentu oraz pod nim na powierzchni gruntu - i odsłaniał ponownie czujnik.

Dalej postępowano już tak, jak poprzednio i cykl pomiarów powtarzano wielokrotnie aż do świtu.

Początkowo robiono pomiary bez przerwy, bezpośrednio jeden po drugim, po ustaleniu się wskazań galwanometru. W późniejszym okresie ograniczono się do wykonywania serii obserwacyjnych mniej więcej co pół godziny, złożonych z 10 pomiarów pojedynczych /5 razy przy pyrgeometrze skierowanym ku górze i 5 - ku dołowi/. Czasem pomiar powtarzano, o ile jego wynik budził wątpliwość.

Po każdym pomiarze kontrolowano położenie zera galwanometru. Poza tym co pół godziny, początkowo co godzinę - odczytywano temperatury powietrza, mierzone termometrami rtęciowymi, wystawionymi bez osłonek na wysokości 5 cm, 20 cm i 150 cm nad powierzchnią gruntu, celem zorientowania się w wielkości pionowego gradientu temperatury, a także odczytywano temperaturę powierzchni gruntu w trzech dodatkowych punktach wokół miejsca pomiaru.

Określenie temperatury powierzchni gruntu napotyka na duże trudności. Jeśli powierzchnia czynna jest niejednorodna, a za taką uważamy każdą powierzchnię pokrytą roślinnością - bardzo trudna jest ocena stopnia reprezentatywności wskazań termometrów rtęciowych, używanych w naszych pomiarach.

Z tego powodu zanotowane wartości budzić mogą zastrzeżenia, niemniej jednak obrazują, choć w przybliżeniu, panujące warunki termiczne - więc obserwacja ich była konieczna.

4. Sposób opracowania materiału

W tabelach przedstawiono wyniki pełnych serii pomiarowych. Nie zamieszczono takich serii, w których obserwacje przerywane były niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi, lub niedo-

ciągnięciami technicznymi, jak np. brak dostatecznego oporu przy bardzo małych wartościach promieniowania efektywnego mierzonego czujnikiem skierowanym ku dołowi.

W pierwszej kolumnie podano czas miejscowy T_m dla każdego pomiaru. W drugiej i trzeciej kolumnie znajdują się, przeliczone ze wskazań miliamperomierza, wartości promieniowania efektywnego z góry i z dołu $k \cdot i^2$, przy czym i oznacza natężenie prądu w amperach, $k = 7,4$ znane jest ze świadectwa wzorcowania pyргеometru w Szwedzkiej Służbie Meteorologicznej w Sztokholmie.

W przypadku promieniowania z góry podane wartości wyrażają różnicę promieniowania własnego instrumentu, określonego jego temperaturą /kolumna 4/ według wzoru /2/ oraz promieniowania atmosfery, tzn.:

$$E_{ef,A} = \sigma T^4 - A \quad /4/$$

Stąd, po określeniu dla każdego pomiaru natężenia promieniowania instrumentu, przytoczonego w kolumnie 5, obliczano każdorazową wartość A według równania:

$$k \cdot i^2 = \sigma T^4 - A \quad /5/$$

$$\text{skąd } A = \sigma T^4 - k \cdot i^2 \quad /6/$$

Analogicznie postępowano z pomiarami strumienia skierowanego z dołu ku górze, otrzymując po przeliczeniu wartości $Z+R_d$ według równania, przekształconego podobnie, jak /5/ z /2/ i /3/:

$$E_{ef,Z} = \sigma T^4 - /Z+R_d/ \quad /7/$$

$$k \cdot i^2 = \sigma T^4 - /Z+R_d/ \quad /8/$$

$$\text{skąd } Z+R_d = \sigma T^4 - k \cdot i^2 \quad /9/$$

Znaleziono w ten sposób wartości A oraz Z+R_d zamieszczono w kolumnach 6 i 7. Dodatkowo podano w rubryce 8 temperatury powierzchni gruntu, a w rubryce 9 - temperatury powietrza na różnych wysokościach. W ostatniej rubryce 10 zamieszczono uwagi o zjawiskach atmosferycznych na podstawie spostrzeżeń cegodzinnych.

5. Omówienie wyników

1/ Zakres otrzymanych wartości

W badanym okresie chwilowe wartości promieniowania powierzchni ziemi - mierzone łącznie z długofalowym promieniowaniem odbitym - tzn. Z+R_d - wahały się w granicach:

od 0,492 cal/cm² min - 14.VIII. o godz. 1.52
do 0,594 cal/cm² min - 6.VIII. o godz. 21.59.

Natężenie promieniowania zwrotnego atmosfery obserwowano w granicach:

od 0,424 cal/cm² min - 14.VIII. o godz. 0,50
do 0,586 cal/cm² min - 7.VIII. o godz. 0,31

Najniższe wartości A i Z+R_d zanotowano podczas wyrównanego przebiegu obu strumieni promieniowania, przy temperaturze powietrza około 5,0°C i temperaturze powierzchni gruntu 5,5 - 6,0° oraz przy zachmurzeniu 4/10.

Natomiast najwyższe wartości wystąpiły przy temperaturze powietrza 19,7°- 18,6°, temperaturze powierzchni gruntu 17,5°- 18,0° i zachmurzeniu około 5.

Zarówno wartości maksymalne, jak i minimalne nie występowały w obu strumieniach jednocześnie, dlatego też przytoczone wartości temperatury odnoszą się do różnych momentów występowania ekstremum.

Bilans promieniowania był zawsze ujemny, tzn., że strumień promieniowania skierowany ku górze /czyli promieniowanie ziemi Z , łącznie z odbitym R_d /był większy niż dopływ promieniowania z góry.

Straty ciepła drogą promieniowania wynosiły:

od $0,002 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$ - 6/7.VIII. o godz. 2,29
do $0,071 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$ - 3/4.VIII. o godz. 23,19

Otrzymane wartości w Wojcieszowie są na ogół wyższe niż podaje S.Küchel /2/ dla Bratysławy-Koliby z sierpnia 1959, gdzie natężenie promieniowania efektywnego mierzonego pyrgeometrem wynosiło średnio - $0,009$. Grają tu z pewnością rolę odmienne warunki otoczenia, ale także metody pomiarów. Küchel dokonywał pomiaru raz w ciągu nocy i z reguły tylko dwa razy w tygodniu, wskutek czego otrzymane przez niego wartości muszą być bardzo przybliżone.

2/ Ogólny charakter przebiegu nocnego promieniowania ziemi i atmosfery

Dość skąpy materiał obserwacyjny nie pozwala jeszcze na wyciąganie zbyt uogólniających wniosków, umożliwia jednak szczegółowo przeanalizowanie kilku charakterystycznych przypadków nocnego promieniowania ziemi i atmosfery.

Najwyżej dwie serie /3/4 sierpnia, 13/14 sierpnia/ spośród całego materiału mogą reprezentować przebieg wyrównany, o typowym powolnym spadku w ciągu nocy, zarówno wartości promieniowania z obu kierunków, jak i bilansu radiacyjnego.

Taki przebieg wydawałby się normalnym dla danego terenu i pory roku, jednak występuje on bardzo rzadko, stanowiąc około $1/4$ badanych

przypadków; jest on bowiem związany z dużą stabilizacją warunków meteorologicznych, zwłaszcza z niezmienną w ciągu całej nocy ilością i rodzajem zachmurzenia, a nawet ze stopniem zanieczyszczenia atmosfery.

Jeśli wziąć pod uwagę fakt, że posiadany materiał nie obejmuje wszystkich nocy z badanego okresu, a tylko te, w których pomiary pyrgeometrem były możliwe do przeprowadzenia /bez wiatru i opadów/, to częstotliwość występowania typowego wyrównanego przebiegu wypromieniowania okazuje się jeszcze mniejsza.

W większości przypadków przebieg promieniowania cieplnego ziemi i atmosfery jest nierówny - wartości naprzemian maleją i rosną, przechodząc niekiedy w ogólnym przebiegu całej nocy od wartości n i z s z y c h k u w y ż s z y m /2/3 i 11/12 sierpnia/.

Ogólny charakter zmian w przebiegu obydwóch strumieni promieniowania jest na ogół zgodny, tzn. wzrost natężenia promieniowania skierowanego ku górze towarzyszy wzrostowi promieniowania zwrotnego i to bez względu na stopień zachmurzenia i przebieg temperatury powietrza; wartości liczbowe omówiono szczegółowo dalej.

Jednak wielkość promieniowania zwrotnego ulega daleko większym wahaniom, aniżeli promieniowanie podłoża - tzn. $Z+R_d$. Przykładem mogą być tu przebiegi obserwowane w nocy 2/3, 6/7 i 11/12 sierpnia.

Zmiany wartości promieniowania zwrotnego są często wielokrotnie wyższe niż promieniowania powierzchni ziemi, np. w nocy 6/7 i 11/12 sierpnia, zdarzają się w bardzo krótkich odstępach czasu i nie zawsze znajdują odbicie w promieniowaniu podłoża.

W wielu przypadkach wahania natężenia promieniowania zwrotnego atmosfery można wytłumaczyć zaobserwowanymi jednocześnie zmianami zachmurzenia, np. 11/12 sierpnia w godzinach między 23,30 a 2,00, ale zdarza się też, że warunki meteorologiczne nie ulegają widocznym zmianom, a mimo to zmienia się promieniowanie atmosfery.

Takie zakłócenia mogą być wywołane warstwami dymu i pyłów, a nawet przez rzadkie chmury typu cirrus, które nieraz występują w dużych ilościach, ale podobnie jak dymy są w nocy trudne do zaobserwowania.

3/ Wyrównany przebieg nocnego wypromieniania ziemi i atmosfery

W przypadkach wyrównanego przebiegu promieniowania długofalowego obserwowano w ciągu nocy jego powolny spadek. Wypromienianie ziemi zmniejszało się w podobnym stosunku, jak wartość promieniowania zwrotnego, tak że bezwzględna wartość bilansu ulegała zmniejszeniu w bardzo niewielkim stopniu. Dowodzą tego poniższe liczby:

w nocy 3/4.VIII, przy zachmurzeniu 0
na początku pomiarów o godz. 20,22 bilans radiacyjny = $-0,067 \text{ cal/cm}^2\text{min}$

na końcu serii pomiarów o godz. 4,11 bilans radiacyjny = $-0,059 \text{ cal/cm}^2\text{min}$

natężenie promieniowania idącego od powierzchni ziemi w tych terminach wynosiło:

od $0,531 \text{ cal/cm}^2\text{min}$ przy temperaturze powierzchni $10,8^\circ$

do $0,495 \text{ cal/cm}^2\text{min}$ przy temperaturze powierzchni $5,9^\circ$

Zatem spadkowi temperatury powierzchni gruntu wynoszącemu $4,9^\circ$ odpowiadał spadek natężenia

promieniowania tej powierzchni o $0,036 \text{ cal/cm}^2 \text{ min.}$

Natężenie promieniowania zwrotnego atmosfery w tym czasie miało następujące wartości:

od $0,464 \text{ cal/cm}^2 \text{ min.}$, przy temperaturze powietrza $11,8^\circ$

do $0,436 \text{ cal/cm}^2 \text{ min.}$, przy temperaturze powietrza $4,8^\circ$

Spadkowi temperatury powietrza, na wysokości 150 cm nad ziemią, równemu $7,0^\circ$ odpowiadał spadek natężenia promieniowania, $0,028 \text{ cal/cm}^2 \text{ min.}$

W drugim przypadku wyrównanego przebiegu, obserwowanego w nocy 13/14 sierpnia, przy utrzymującym się w ciągu całej nocy pełnym zachmurzeniu, notowano następujące wartości:

na początku serii o godz. 21,30 bilans radiacyjny = $-0,075 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$

na końcu serii o godz. 2,50 bilans radiacyjny = $-0,066 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$

przy czym natężenie promieniowania powierzchni ziemi $/Z+R_d/$ spadło

od $0,516 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$ przy temperaturze powierzchni gruntu $8,8^\circ$

do $0,493 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$ przy temperaturze powierzchni gruntu $5,6^\circ$

Promieniowanie zwrotne atmosfery przyjmowało wartości:

od $0,441 \text{ cal/cm}^2 \text{ min.}$, przy temperaturze powietrza $8,5^\circ$

do $0,427 \text{ cal/cm}^2 \text{ min.}$, przy temperaturze powietrza $5,0^\circ$

Zatem obniżeniu temperatury powierzchni gruntu o $3,2^\circ$ towarzyszył spadek natężenia promieniowania powierzchni ziemi o $0,023 \text{ cal/cm}^2 \text{ min.}$; promienio-

wanie zwrotne zmalało w przeciągu nocy o $0,014 \text{ cal/cm}^2\text{min}$, podczas gdy temperatura powietrza na poziomie 150 cm spadła o $3,5^{\circ}$:

Przebieg tych zmian w ciągu nocy w przedziałach godzinnych ilustruje tabela 1 /str.28/.

Cechą charakterystyczną w obu przytoczonych wyżej przypadkach, jest większy spadek wartości obydwóch strumieni promieniowania długofalowego na początku nocy i coraz mniejszy ku jej końcowi.

4/ Wpływ zmian zachmurzenia na przebieg promieniowania cieplnego w ciągu nocy

W naszych badaniach stwierdzono bardzo wyraźny związek promieniowania zwrotnego z zachmurzeniem. Przy zachmurzeniu równym 0 lub 10, utrzymującym się w ciągu całej nocy /np. 3/4, 5/6, 13/14 sierpnia/ przebieg obu strumieni promieniowania zarówno skierowanego ku dołowi, jak i ku górze, był o wiele bardziej wyrównany, niż w ciągu nocy, gdy zachmurzenie uległo zmianom.

Każda zmiana wartości zachmurzenia znajdowała odbicie w przebiegu promieniowania długofalowego ziemi i atmosfery, szczególnie jednak w przebiegu promieniowania zwrotnego /2/3, 6/7, 11/12 sierpnia/. I tak np. w nocy 2/3 sierpnia wzrostowi zachmurzenia z 4 na 9 towarzyszy wzrost wartości A

od $0,468 \text{ cal/cm}^2\text{min}$ o godz. 23,24
do $0,536 \text{ cal/cm}^2\text{min}$ o godz. 2,02

W nocy 11/12 sierpnia zmianie ilości zachmurzenia z 5 o godz. 22,00 na 10 o godz. 4,00 towarzyszy wzrost wypromieniowania podłoża $Z+R_{d2}$

od $0,555 \text{ cal/cm}^2\text{min}$ do $0,568 \text{ cal/cm}^2\text{min}$

a promieniowania zwrotnego

od $0,502 \text{ cal/cm}^2\text{min}$ do $0,538 \text{ cal/cm}^2\text{min}$

Przebieg zmian natężenia A, Z+R_d i B_d /w cal/cm² min/
 oraz temperatur powietrza na wysokości 150 cm i powierzchni gruntu
 /w °C/ w okresach godzinnych

T a b e l a 1

I godz.	A	Z+R _d	B _d	temper. pow.	temper. gruntu
<u>3/4.VIII.</u>					
20,30 - 21,30	-0,014	-0,012	0,003	-2,1	-0,3
21,30 - 22,30	-0,006	-0,008	-0,002	-1,5	-0,2
22,30 - 23,30	-0,006	-0,006	0,000	-0,7	-0,5
23,30 - 00,30	-0,003	-0,010	-0,007	-0,9	-1,6
0,30 - 1,30	-0,003	-0,004	0,007	-0,4	-1,6
1,30 - 2,30	0,000	-0,003	-0,003	-0,1	-0,7
2,30 - 3,30	-0,001	0,000	0,001	0,0	-0,3
<u>13/14.VIII.</u>					
21,30 - 22,30	-0,007	-0,010	-0,003	-1,7	-1,8
22,30 - 23,30	-0,003	-0,006	-0,003	-0,6	-0,4
23,30 - 0,30	-0,006	-0,005	0,001	-0,6	-0,4
0,30 - 1,30	-0,001	-0,001	0,000	-0,3	-0,2
1,30 - 2,30	-0,002	-0,002	0,000	0,3	-1,0

Szczególnie wyraźnie wpływ zachmurzenia na promieniowanie ciepłe i temperaturę powietrza w warstwie przyziemnej obrazują wartości zanotowane w nocy 6/7 sierpnia.

Zachmurzenie w ciągu tej nocy zmieniło się, rosnąc i malejąc co wywoływało analogiczne zmiany w przebiegu promieniowania atmosfery, temperatury powietrza i promieniowania ziemi. Ilustruje to tabela 2.

Wartości natężenia A i $Z + R_d$ /w cal/cm² min/
oraz zachmurzenie w skali 0 - 10
i temperatury powietrza na wysokości 150 cm
/w °C/ w nocy 6/7 sierpnia

T a b e l a 2

Godzina	21,30	22,30	23,30	0,30
Natężenie A	0,546	0,577	0,529	0,586
Natężenie $Z + R_d$	0,589	0,593	0,578	0,590
Zachmurzenie	5	5	0	7
Temperatura powietrza	20,3	19,3	17,4	18,2

Jak wynika z przytoczonych wartości, zachmurzenie malejące z 5 do 0 obniżyło natężenie promieniowania zwrotnego o 0,048 cal/cm²-min, co spowodowało prawdopodobnie również obniżenie wartości promieniowania odbitego / R_d /.

Zaobserwowany spadek natężenia strumienia promieniowania skierowanego ku górze o 0,015 cal/cm²-min może być częściowo wynikiem zmniejszonego promieniowania odbitego, ale mogą tu grać też rolę inne czynniki; obserwowane na poziomie 150 cm nad ziemią promieniowanie długofalowe składa się nie tylko z promieniowania podłoża /Z/ i odbitego od powierzchni gruntu

promieniowania zwrotnego atmosfery $/R_d/$, ale także w jego skład wchodzi promieniowanie, znajdującej się między powierzchnią gruntu a poziomem instrumentu, zwróconego czujnikiem do dołu. Ta ostatnia składowa przy tego rodzaju pomiarach na ogół nie była brana pod uwagę. Być może jednak, iż obniżenie temperatury powietrza towarzyszące mniejszemu promieniowaniu podłoża, powoduje ponadto zmniejszenie promieniowania tej własnie warstwy, co znajduje odbicie w wartościach mierzonych.

Trudno stwierdzić w jakim stopniu wysuwane tu przypuszczenia są słuszne. Omawiane wyniki opierają się na bardzo niewielkim materiale obserwacyjnym i dlatego nie można jeszcze z całą pewnością ocenić, jakie zjawiska są regułą, a co jest przypadkowe.

LITERATURA

- /1/ J.D. Janiszewskij - Aktinometriczeskije pri-bory i metody nabludenij, s.396. Leningrad 1957.
- /2/ S.Küchel - Bilans promieniowania, jego pomiary i niektóre wyniki. Meteorologicke Zprawy, R.XIII. 1960, N^o 1.
- /3/ A.J.Drumond, S.Fritz, F.Möller, W.Mörikofer, G.D.Robinson, W.Schuepp - Manuel d'instructions. Meteorologie, Instruments et mesures de rayonnement. Commission de Rayonnement. Association Internationale de Meteorologie Union Géodésique et Géophysique Internationale 1957-1958.

Wyniki pomiaru promieniowania długofalowego w nocy 2/3 sierpnia 1961 r.

Tabela 3

T _m	k ₁ ² _A	k ₁ ² _Z	t _p	ε T ⁴	Δ	Z+R _d	Temperatura powierzchni gruntu				Temperatura powietrza			Uwagi zachmurzenia, wiatr, inne	
							t _{G1}	t _{G2}	t _{G3}	t _{G4}	5 cm	10 cm	150 cm		
1	2	3	4	5	6	7	8				9			10	
23.24	0,0683		10.9	0.536	0.468		10.8								
23.28		0,0066	/10.8/	0.536		0.529	/10.3/	8.9	10.5						
23.30	0.0686		10.7	0.535	0.466		9.8								
23.34		0.0030	/10.7/	0.535		0.532	/10.0/								
23.39	0.0652		10.7	0.535	0.460		10.1								
23.41		0.0045	/10.6/	0.534		0.530	/10.1/								
23.47	0.0708		10.6	0.534	0.463		10.1								
23.51		0.0064	/10.6/	0.534		0.528	/10.1/								
23.54	0.0696		10.6	0.534	0.464		10.1								
23.59		0.0066	/10.5/	0.534		0.527	/10.0/								
0.04	0.0599		10.5	0.534	0.474		10.0	9.0	10.5						
0.07		0.0067	/10.4/	0.533		0.526	/10.0/								
0.12	0.0640		10.3	0.532	0.468		10.0								
0.15		0.0070	/10.3/	0.532		0.525	/10.0/								
0.17	0.0648		10.3	0.532	0.467		9.9								
0.23		0.0066	/10.3/	0.532		0.525	/10.0/								
0.26	0.0648		10.3	0.532	0.467		10.1								
0.28		0.0061	/10.5/	0.534		0.528	/10.3/								
0.32	0.0651		10.6	0.534	0.469		10.5								
0.36		0.0062	/10.5/	0.534		0.528	/10.3/								
0.41	0.0622		10.3	0.532	0.469		10.1								
0.45		0.0062	/10.3/	0.532		0.526	/10.1/								
0.50	0.0626		10.3	0.532	0.469		10.1								
0.52		0.0052	/10.2/	0.532		0.527	/10.1/								
1.00	0.0535		10.2	0.532	0.478		10.1								
1.02		0.0017	10.3	0.532		0.530	/10.3/								
1.07	0.0439		10.3	0.532	0.488		10.5	9.8	11.0						
1.15		0.0033	/10.4/	0.533		0.529	/10.5/								
1.18	0.0325		10.4	0.533	0.501		10.6								
1.20		0.0054	/10.4/	0.533		0.538	/10.8/								
1.24	0.0450		10.4	0.533	0.488		10.9								
1.29		0.0021	/10.5/	0.534		0.532	/11.0/								
1.35	0.0439		10.6	0.534	0.490		11.1	10.5	11.4						
1.39		0.0027	/10.6/	0.534		0.531	/11.0/								
1.42	0.0513		10.6	0.534	0.483		10.9								
1.47		0.0039	/10.7/	0.534		0.530	/11.0/								
1.54	0.0394		10.8	0.536	0.497		11.0								
1.98		0.0014	/10.8/	0.536		0.535	/11.2/								
2.02	0.0266		10.8	0.536	0.509		11.4	11.0	12.0						
2.06		0	/10.8/	0.536		0.536	/11.6/								
2.09	0.0224		10.8	0.536	0.514		11.8								
2.12		0	/10.8/	0.536		0.536	/11.7/								
2.15	0.0224		10.8	0.536	0.514		11.6								
2.17		0	/10.8/	0.536		0.536	/11.6/								
2.22	0.0221		10.8	0.536	0.514		11.6								
2.24		0.0014	/10.8/	0.536		0.535	/11.6/								
2.27	0.0249		10.9	0.536	0.511		11.6								

T _m	k ₁ ² _A	k ₁ ² _Z	t _p	σ T ⁴	Δ	Z+R _d	Temperatura powierzchni gruntu				Temperatura powietrza			Uwagi
							t _{g1}	t _{g2}	t _{g3}	t _{g4}	5 om	10 om	150 om	
1	2	3	4	5	6	7	8				9			10
20.22	0.0793		11.8	0.544	0.464		10.8	14.9				12.2	12.5	sachmurzenie 7, silna rosa, ciśnie
20.26		0.0107	11.6	0.542		0.531	10.6							
20.29	0.0798		11.5	0.542	0.462		10.6							
20.33		0.0110	11.5	0.542		0.531	10.5							
20.38	0.0783		11.4	0.541	0.463		10.5							
20.41		0.0107	11.4	0.541		0.530	10.4							
20.45	0.0777		11.3	0.540	0.462		10.4							
20.49		0.0104	11.2	0.539		0.529	10.3							
20.52	0.0798		11.0	0.537	0.457		10.3							
20.56		0.0113	10.8	0.536		0.529	10.2							
20.59	0.0784		10.4	0.533	0.455		10.1							
21.02		0.0094	10.2	0.532		0.523	10.3	14.4			10.0	10.2	sachmurzenie 6, silna rosa, ciśnie	
21.08	0.0733		10.0	0.530	0.457		10.5							
21.13		0.0073	9.8	0.528		0.521	12.8							
21.17	0.0754		9.6	0.527	0.452		12.8							
21.25		0.0068	9.5	0.526		0.519	12.8							
21.31	0.0781		9.4	0.526	0.448		13.0							
21.35		0.0067	9.4	0.526		0.519	13.1							
21.47	0.0758		9.3	0.525	0.449		12.0							
21.51		0.0071	9.1	0.523		0.516	11.0							
21.57	0.0743		8.8	0.521	0.447		10.7							
22.03		0.0072	8.6	0.519		0.512	10.4	14.0			7.8	8.0	sachmurzenie 0, ciśnie i silna rosa do godz. 2,30	
22.09	0.0754		8.5	0.518	0.443		10.2							
22.15		0.0053	8.5	0.518		0.513	10.1							
22.21	0.0738		8.3	0.517	0.443		10.1							
22.27		0.0044	7.9	0.514		0.510	10.1							
22.34	0.0712		7.8	0.513	0.442		10.1							
22.41		0.000	7.8	0.513		0.513	10.1							
22.46	0.0740		7.8	0.513	0.449		10.1							
22.51		0.0041	7.6	0.512		0.508	10.1							
22.54	0.0723		7.5	0.512	0.440		10.1							
22.58		0.0033	7.4	0.511		0.507	10.1							
23.03	0.0715		7.4	0.511	0.439		10.0	13.8			7.2	7.3		
23.08		0.0017	7.3	0.510		0.508	10.0							
23.19	0.0830		7.2	0.509	0.426		9.9							
23.23		0.0096	7.2	0.509		0.499	9.8							
23.28	0.0754		7.2	0.509	0.435		9.4							
23.31		0.0042	7.2	0.509		0.503	9.1							
23.34	0.0725		7.2	0.509	0.437		9.3							
23.37		0.0020	7.1	0.508		0.506	9.3							
23.41	0.0690		7.0	0.508	0.439		9.3							
23.44		0.0019	7.0	0.508		0.506	9.2							
23.48	0.0694		6.9	0.508	0.439		8.7							
23.51		0.0017	6.8	0.507		0.505	7.9							
23.54	0.0706		6.7	0.506	0.435		7.7							
23.58		0	6.8	0.507		0.507	7.5							
0.02	0.0704		6.8	0.507	0.437		7.2	13.4			6.6	6.5		
0.08		0.0008	6.6	0.505		0.497	7.4							
0.11	0.0593		6.4	0.503	0.434		7.4							
0.13		0.0007	6.4	0.503		0.495	7.6							
0.27	0.0668		6.3	0.502	0.433		7.5							
0.32		0.0007	6.3	0.502		0.495	7.5							
0.39	0.0686		6.2	0.501	0.432		7.6							
0.44		0	6.2	0.501		0.501	6.5							
0.49	0.0679		6.2	0.501	0.433		6.4							
0.54		0	6.1	0.500		0.500	6.4							
0.59	0.0677		6.1	0.500	0.432		6.3							
1.04		0	6.0	0.500		0.500	6.2	13.2			6.2	6.1		
1.18	0.0689		6.0	0.500	0.431		6.0							
1.24		0	6.0	0.500		0.500	5.9							
1.29	0.0688		5.9	0.499	0.430		5.9							
1.38		0	5.8	0.498		0.498	5.9							
1.46	0.0669		5.7	0.497	0.430		5.9							
1.49		0	5.6	0.496		0.496	6.0							
1.54	0.0670		5.5	0.496	0.429		6.0							
1.57		0	5.4	0.495		0.495	6.1							
2.02	0.0666		5.4	0.495	0.428		6.1	12.8			5.4	5.4		
2.05		0	5.4	0.495		0.495	6.1							
2.12	0.0662		5.3	0.494	0.428		6.0							
2.17		0	5.3	0.494		0.494	5.9							
2.22	0.0658		5.3	0.494	0.428		5.9							
2.26		-0.0027	5.2	0.494		0.497	5.9							
2.31	0.0644		5.2	0.494	0.430		6.0							
2.34		0	5.2	0.494		0.494	6.1							
2.40	0.0640		5.1	0.494	0.430		6.2							
2.47		-0.0030	5.0	0.493		0.496	6.4							
2.52	0.0663		5.0	0.493	0.427		6.5							
2.59		-0.0024	4.9	0.492		0.494	6.5							
3.06	0.0638		4.8	0.492	0.428		6.0	12.8			5.4	5.2	sachmurzenie 9, /Ca, Ci/ silna rosa i ciśnie do końca nocy	
3.11		-0.0021	4.8	0.492		0.494	5.6							
3.18	0.0631		4.8	0.492	0.429		5.7							
3.23		-0.0030	4.8	0.492		0.495	5.8							
3.27	0.0626		4.8	0.492	0.492		5.9							
3.34		-0.0046	4.9	0.492		0.497	6.0							
3.41	0.0624		4.9	0.492	0.430		6.0							
3.48		-0.0017	4.9	0.492		0.494	6.0							
3.53	0.0360		4.9	0.492	0.436		6.2							
3.57		-0.0030	4.8	0.492		0.495	6.3							
4.03	0.0368		4.8	0.492	0.435			12.6			5.6	5.2		
4.06		-0.0030	4.8	0.492		0.495								
4.11	0.0360		4.8	0.492	0.436		5.9							

Wyniki pomiarów promieniowania długofalowego w nocy 5/6 sierpnia 1961 r.

Tabela 5

T _m	k ₁ ² _A	k ₁ ² _Z	t _p	G _T ⁴	Δ	Z+R _d	Temperatura powierzchni gruntu				Temperatura powietrza			Uwagi zachmurzenie, wiatr, inne
							t _{g1}	t _{g2}	t _{g3}	t _{g4}	5 cm	10 cm	150 cm	
1	2	3	4	5	6	7	8				9			10
21.01	0.0613		15.5	0.572	0.511		14.0	12.8	13.4	12.7	13.1	14.3	15.1	zachmurzenie 1, silna rosa, cisza, mgła
21.11		0.0012	14.8	0.567		0.566	13.5							
21.14	0.0608		14.5	0.564	0.503		13.4							
21.18		0.0117	14.5	0.564		0.565	13.4							
21.22	0.0614		14.6	0.565	0.504		13.6							
21.30		0.0112	14.4	0.564		0.563	13.4							
21.32	0.0598		14.3	0.562	0.502		13.4							
21.35		0.0099	14.2	0.562		0.553	13.6	12.2	12.8	12.0	13.5	13.8	14.2	
21.45	0.0598		14.1	0.560	0.500		13.4							
21.52		0.0055	13.9	0.560		0.555	13.4							
21.57	0.0587		13.8	0.559	0.500		13.3							
22.00		0.0078	13.8	0.559		0.551	13.3							
22.04	0.0591		13.8	0.559	0.500		13.3							
22.14		0.0098	13.7	0.558		0.552	13.4	12.2	12.6	11.7	13.1	13.4	13.8	zachmurzenie 0, silna rosa i cisza do końca nocy
22.20	0.0601		13.5	0.556	0.496		13.2							
22.26		0.0093	13.5	0.556		0.551	13.8							
22.32	0.0586		13.4	0.556	0.497		13.8							
22.41		0.0049	13.4	0.556		0.551	13.8	12.0	12.2	11.5	12.6	13.1	13.5	
22.46	0.0593		13.4	0.556	0.497		13.8							
22.52		0.0052	13.3	0.556		0.551	13.8							
22.57	0.0603		13.1	0.554	0.494		13.1							
23.02		0.0095	13.1	0.554		0.549	13.0							
23.09	0.0583		13.1	0.554	0.495		12.9	11.9	11.9	11.3	12.5	13.0	13.5	
23.15		0.0048	13.1	0.554		0.549	12.8							
23.20	0.0664		13.1	0.554	0.498		12.8							
23.24		0.0072	13.3	0.556		0.549	13.0							
23.29	0.0575		13.2	0.555	0.497		12.7							
23.33		0.0062	13.0	0.553		0.547	12.6							
23.41	0.0552		13.0	0.553	0.498		12.6	11.5	12.0	11.5	12.3	12.9	13.3	
23.54		0.0067	13.1	0.554		0.547	12.6							
0.00	0.0576		13.7	0.558	0.500		12.8							
0.24		0.0095	14.3	0.563		0.553	13.0	12.0	12.2	11.9	12.4	13.3	14.3	
0.32	0.0596		14.3	0.560	0.503		13.2							
0.35		0.0107	14.1	0.560		0.549	13.4							
0.39	0.0593		14.4	0.564	0.505		13.0	12.2	12.7	12.3	12.8	13.5	14.7	
0.44		0.0101	14.4	0.564		0.554	13.1							
0.49	0.0548		14.1	0.560	0.505		14.3							
0.55		0.0086	14.3	0.563		0.554	13.8							
1.04	0.0532		14.8	0.567	0.514		14.0	12.7	12.8	12.7	13.2	14.0	14.9	
1.10		0.0092	14.6	0.565		0.556	13.8							
1.15	0.0550		14.5	0.564	0.514		13.8							
1.19		0.0107	14.5	0.564		0.553	13.8							
1.23	0.0545		14.7	0.566	0.512		13.7							
1.27		0.0124	14.6	0.565		0.553	13.3							
1.30	0.0579		14.7	0.566	0.508		13.2							
1.34		0.0113	14.7	0.564		0.553	13.2	12.2	12.4	12.4	13.0	13.8	15.1	
1.40	0.0583		14.6	0.565	0.507		13.2							
1.50		0.0141	14.5	0.564		0.550	12.9							
1.54	0.0550		14.8	0.567	0.512		12.8							
1.58		0.0112	14.8	0.567		0.556	12.8							
2.03	0.0583		14.6	0.567	0.507		12.6	12.0	12.4	12.4	12.8	13.9	15.0	
2.08		0.0121	14.9	0.568		0.556	12.8							
2.14	0.0526		14.8	0.567	0.514		13.6							
2.18		0.0124	14.8	0.567		0.555	13.2							
2.23	0.0567		14.8	0.567	0.510		13.0							
2.26		0.0137	14.8	0.567		0.553	13.0							
2.30	0.0603		14.8	0.567	0.507		13.2							
2.33		0.0131	14.8	0.567		0.554	13.2	12.0	12.2	12.2	12.6	13.6	14.8	
2.38	0.0585		15.1	0.569	0.511		13.2							
2.41		0.0126	15.1	0.569		0.556	13.2							
2.44	0.0564		15.4	0.571	0.515		13.2							
2.46		0.0137	15.4	0.571		0.557	13.2							
2.49	0.0586		15.2	0.570	0.511		13.2							
2.51		0.0143	15.2	0.570		0.556	13.2							
2.54	0.0587		14.8	0.567	0.508		13.2							
3.00		0.0088	14.5	0.564		0.553	13.2							
3.03	0.0586		14.3	0.563	0.504		13.0	11.6	11.9	11.8	12.1	13.3	13.8	
3.07		0.0106	14.2	0.562		0.551	12.8							
3.11	0.0596		14.2	0.562	0.502		12.8							
3.14		0.0102	14.0	0.560		0.550	12.7							
3.17		0.0115	13.9	0.560		0.548	12.6							
3.20	0.0593		13.9	0.560	0.501		12.5							
3.24	0.0564		13.9	0.560	0.504		12.4							
3.30		0.0108	14.1	0.561		0.551	12.5							
3.32		0.0106	14.2	0.562		0.551	12.6	11.2	11.8	11.7	12.7	13.3	14.2	
3.37	0.0591		14.1	0.561	0.502		12.6							
3.39	0.0600		14.1	0.561	0.501		12.6							
3.43		0.0106	14.0	0.560		0.549	12.5							
3.47		0.0106	13.9	0.560		0.549	12.4							
3.51	0.0593		13.9	0.560	0.501		12.4							
3.54	0.0603		13.9	0.560	0.500		12.4							
3.56		0.0121	13.7	0.559		0.547	12.6							
3.59		0.0108	13.7	0.559		0.548	12.8							
4.02	0.0609		13.7	0.559	0.498		12.8							
4.05	0.0609		13.8	0.560	0.499		12.8	11.7	11.8	11.6	12.4	13.0	13.8	

T _m	k _A ²	k _Z ²	t _p	σT ⁴	A	Z+R _d	Temperatura powierzchni gruntu				Temperatura powietrza			Uwagi zachmurzenie, wiatr, inne				
							t _{g1}	t _{g2}	t _{g3}	t _{g4}	5 cm	10 cm	150 cm					
1	2	3	4	5	6	7	8				9			10				
21.14	0.0613		/20.8/	0.615	0.554													
21.18		0.0230	/20.7/	0.614		0.591												
21.20	0.0625		20.7	0.614	0.552								17.8	18.9	20.4			zachmurzenie 6, porywy wiatru
21.22		0.0249	20.4	0.612		0.587	17.4											
21.24	0.0613		/20.4/	0.612	0.551													
21.26		0.0229	/20.3/	0.611		0.588												
21.30	0.0652		20.3	0.611	0.546		17.4											
21.32		0.0197	/20.0/	0.609		0.589												
21.35	0.0599		19.8	0.608	0.548		17.4						17.8	18.7	19.5			
21.37		0.0172	/19.6/	0.606		0.589												
21.38	0.0484		19.5	0.605	0.557		17.4											
21.40		0.0144	/19.6/	0.606		0.592												
21.41	0.0486		19.6	0.606	0.557		17.3											
21.42		0.0169	/19.5/	0.605		0.588		17.0	16.8	16.7								
21.44	0.0472		19.5	0.605	0.558		17.3											
21.46		0.0164	19.5	0.605		0.589												
21.48	0.0542		/19.4/	0.604	0.550		17.4	16.7	16.7	16.8	17.4	18.3	19.1					
21.50		0.0149	19.5	0.605		0.590												
21.52	0.0486		/19.6/	0.606	0.557		17.2											
21.55		0.0127	/19.6/	0.606		0.593												
21.58	0.0322		/19.6/	0.606	0.574													
21.59		0.0130	/19.7/	0.607		0.594												
22.01	0.0384		/19.7/	0.607	0.569													
22.04		0.0152	/19.8/	0.608		0.593												
22.06	0.0450		19.8	0.608	0.563		18.0	17.8	17.5	17.6	18.1	18.7	19.9					zachmurzenie 0, cisza i silna rosa do godz. 23.30
22.10		0.0149	/19.7/	0.607		0.592												
22.13	0.0496		19.6	0.606	0.556		17.7	17.3	17.2	17.2	17.8	18.7	19.6					
22.14		0.0151	/19.6/	0.606		0.591												
22.18	0.0560		19.6	0.606	0.550		17.8											
22.19		0.0132	/19.5/	0.605		0.592												
22.21	0.0414		19.4	0.604	0.563		17.8											
22.24		0.0136	/19.3/	0.604		0.590												
22.30	0.0266		19.3	0.604	0.577		17.8											
22.32		0.0102	/19.2/	0.603		0.593												
22.35	0.0404		19.2	0.603	0.563		18.2	18.0	17.7	17.6	17.8	18.3	19.2					
22.37		0.0139	/19.0/	0.601		0.587												
22.41	0.0471		18.8	0.599	0.552		17.8											
22.43		0.0124	/18.7/	0.598		0.586												
22.46	0.0547		18.6	0.597	0.542		17.4											
22.49		0.0153	/18.5/	0.596		0.581												
22.52	0.0533		18.3	0.595	0.542		16.9											
22.54		0.0137	/18.3/	0.595		0.581												
23.00	0.0450		18.2	0.592	0.547		16.8	16.5	16.1	16.2	16.4	17.0	18.1					
23.01		0.0101	/18.3/	0.595		0.585												
23.03	0.0432		18.3	0.595	0.552		17.0											
23.07		0.0108	/18.2/	0.594		0.583												
23.10	0.0496		18.2	0.594	0.544		17.0											
23.13		0.0109	/18.0/	0.592		0.581												
23.15	0.0462		17.9	0.590	0.544													
23.17		0.0100	/17.8/	0.590		0.580												
23.21	0.0561		17.7	0.590	0.529		16.6											
23.25		0.0112	/17.6/	0.589		0.577												
23.27	0.0566		17.5	0.588	0.531		16.3											
23.29		0.0094	/17.4/	0.587		0.578												
23.31	0.0573		17.3	0.586	0.529		16.2	15.8	15.5	15.6	15.9	16.8	17.4					
23.37		0.0101	/17.3/	0.586		0.576												
23.42	0.0541		17.2	0.586	0.532		16.1											
23.44		0.0106	/17.2/	0.586		0.575												
23.47	0.0511		17.1	0.585	0.534													
23.49		0.0093	/17.1/	0.585		0.576	16.0											
23.51	0.0393		17.2	0.586	0.547													
23.54		0.0070	/17.2/	0.586		0.579	16.8											
23.56	0.0299		17.2	0.586	0.556													
23.59		0.0060	/17.3/	0.586		0.580	17.1											
24.00		0.0064	17.3	0.586		0.580		16.8	16.4	16.5	16.5	16.8	17.4					
0.07	0.0177		17.4	0.587	0.569		17.8											
0.09		0.0037	/17.4/	0.587		0.583												
0.13	0.0124		17.4	0.587	0.575		18.0											
0.16		0	/17.5/	0.588		0.588												
0.18	0.0083		17.7	0.590	0.582		18.2											
0.20		0	/17.7/	0.590		0.590												
0.22	0.0112		17.8	0.590	0.579		18.2											
0.24		0.0043	/17.8/	0.590		0.586												
0.26	0.0075		17.8	0.590	0.582		18.2											
0.29		0.0036	/18.2/	0.594		0.590												
0.31	0.0114		18.6	0.597	0.586		18.0	17.8	17.2	17.2	18.1	19.1	19.8					
0.59	0.0449		19.7	0.607	0.562		17.6											
1.03		0.0148	/19.5/	0.605		0.590												
1.06	0.0522		19.3	0.604	0.552		17.6	17.2	16.4	16.5	17.4	18.3	19.5					
1.09		0.0137	/19.3/	0.604		0.590												
1.12	0.0426		19.2	0.603	0.560		17.6											

Tabela 6 /d.o/

1	2	3	4	5	6	7	8			9			10	
1.15		0.0156	/19.2/	0.603		0.587								
1.17	0.0655		19.2	0.603	0.537		17.6							
1.20		0.0184	/19.0/	0.601		0.583								
1.22	0.0652		18.8	0.599	0.534		17.4							
1.24		0.0170	/18.8/	0.599		0.582								
1.26	0.0607		18.8	0.599	0.538		17.3							
1.27		0.0156	/18.7/	0.598		0.582								
1.30	0.0586		18.5	0.596	0.537		17.1							
1.32		0.0152	/18.4/	0.596		0.581								
1.39	0.0560		18.3	0.595	0.539		17.0							
1.41		0.0161	/18.2/	0.594		0.578								
1.44	0.0599		18.1	0.592	0.533			16.4	15.8	15.8	16.3	17.1	18.1	
1.48		0.0164	17.5	0.587		0.571	16.8							
1.50	0.0472		17.4	0.587	0.540		16.8							
1.53		0.0140	/17.5/	0.587		0.573								
1.55	0.0502		17.7	0.590	0.540		16.9							
1.56		0.0088	/17.7/	0.590		0.582								
1.58	0.0279		17.8	0.592	0.562		17.0							
1.59		0.0118	/18.0/	0.594		0.580								
2.01	0.0251		18.2	0.595	0.569		17.4							
2.03		0.0076	/18.3/	0.596		0.587								
2.04	0.0192		18.4	0.596	0.579		17.6	17.4	17.1	17.0	17.8	18.5	18.8	zachmurzenie 9,
2.06		0.0101	/18.4/	0.596		0.586								silna rosa, po-
2.08	0.0156		18.4	0.596	0.580		17.7							powiewy wiatru
2.11		0.0107	/18.4/	0.596		0.585								
2.13	0.0231		18.4	0.596	0.573		17.8							
2.15		0.0064	/18.4/	0.596		0.590								
2.16	0.0131		18.4	0.596	0.583		17.8							
2.18		0.0072	/18.3/	0.595		0.589								
2.20	0.0106		18.3	0.595	0.584		17.6							
2.22		0.0101	/18.3/	0.595		0.585								
2.24	0.0122		18.3	0.595	0.583		18.0							
2.26		0.0064	/18.2/	0.594		0.588								
2.28	0.0127		18.2	0.594	0.581		18.0							
2.29		0.0081	/18.1/	0.592		0.584								
2.34	0.0080		18.1	0.592	0.584		18.1	17.8	17.6	17.5	17.6	17.7	17.8	
2.37		0.0054	/18.0/	0.592		0.587								
2.39	0.0096		18.0	0.592	0.582									
2.49		0.0063	/18.0/	0.592		0.586								
2.51	0.0124		18.0	0.592	0.580		18.0							
2.54		0	/17.9/	0.591		-								
2.56	0.0130		17.8	0.590	0.577		18.0							
3.00		0.0053	/17.8/	0.590		0.585								
3.04	0.0147		17.8	0.590	0.575		18.0							
3.07	0.0177		/17.8/	0.590	0.572		18.0							
3.09		0	/17.7/	0.590		0.590								
3.14	0.0170		17.7	0.590	0.573		17.8	17.7	17.4	17.2	17.4	17.6	17.8	
3.15		0.0054	/17.7/	0.590		0.585								
3.18	0.0194		17.7	0.590	0.571		17.8							
3.26		0.0036	17.7	0.590		0.586								
3.29	0.0188		/17.6/	0.589	0.570		17.8							
3.31		0.0049	17.6	0.589		0.584								
3.34	0.0169		/17.6/	0.589	0.572		17.8	17.6	17.2	17.0	17.1	17.3	17.5	
3.39		0.0053	/17.7/	0.590		0.585								
3.41	0.0216		17.7	0.590	0.568		17.6							
3.43		0.0030	/17.7/	0.590		0.585								
3.45	0.0186		17.7	0.590	0.571		17.6							
3.47		0.0061	/17.7/	0.590		0.584								
3.49	0.0155		17.7	0.590	0.574		17.6							
3.50		0.0047	/17.7/	0.590		0.585								
3.52	0.0224		17.7	0.590	0.568		17.6							
3.54		0.0061	/17.7/	0.590		0.584								
3.55	0.0226		17.7	0.590	0.567		17.6							
3.56		0.0061	/17.7/	0.590		0.584								
3.59	0.0173		17.7	0.590	0.573		17.6							
4.00		0.0059	/17.7/	0.590		0.584								
4.03	0.0179		17.7	0.590	0.572		17.7	17.4	17.0	17.1	17.0	17.2	17.3	

T _m	kl ² _A	kl ² _Z	t _p	σ _T ⁴	A	Z+R _d	Temperatura powierzchni gruntu				Temperatura powietrza			Uwagi				
							t _{g1}	t _{g2}	t _{g3}	t _{g4}	5 cm	10 cm	150 cm					
1	2	3	4	5	6	7	8				9			10				
21.16	0.0486		/16.5/	0.580	0.531													
21.26		0.0076	16.5	0.580		0.572	16.2	15.4										zachmurzenie 3
21.32	0.0314		/16.5/	0.580	0.549													ciężka i silna
21.38		0.0062	16.5	0.580		0.574	16.2	15.6	16.0			15.6	16.2	16.5				rosa
21.43	0.0468		/16.4/	0.579	0.532													
21.47		0.0057	16.4	0.579		0.573	16.2	15.6										
21.50		0.0072	/16.3/	0.578		0.571												
22.01	0.0610		16.8	0.567	0.506		16.4	15.3										zachmurzenie 0
22.07		0.0088	/14.8/	0.567		0.558												ciężka i silna
22.07	0.0535		14.8	0.567	0.513		16.4	15.2										rosa do godz.
22.09		0.0066	/14.6/	0.565		0.558												2.30
22.14	0.0053		14.4	0.564	0.511		16.3	14.8										
22.16		0.0092	14.6	0.565		0.556												
22.20	0.0060		/14.5/	0.565	0.505		16.2	14.9										
22.29		0.0131	14.4	0.564		0.551												
22.30	0.0486		14.3	0.563	0.514		16.0	14.6	14.4	14.6	14.5	15.5	15.7					
23.06	0.0285		14.8	0.567	0.539		16.1	15.1	14.9	15.4	15.2	15.7	15.9					
23.09		0	/15.1/	0.569		0.569												
23.12	0.0212		15.5	0.572	0.551		16.5	15.8										
23.16		0.0021	/15.6/	0.573		0.571												
23.18	0.0130		15.7	0.574	0.561		16.5	15.8										
23.19		0.0036	/15.8/	0.575		0.571												
23.21	0.0217		15.9	0.576	0.554		16.5	16.1										
23.24		0.0076	/15.9/	0.576		0.568												
23.29	0.0496		15.8	0.575	0.525		16.5	15.9										
23.34		0.0108	15.8	0.575		0.564	15.0	15.0	15.0	15.0	14.8	15.5	15.8					
23.44	0.0423		15.9	0.576	0.534		15.3	15.3										
23.46		0.0043	/15.8/	0.575		0.571												
23.50	0.0150		15.8	0.575	0.560		15.3	15.3										
23.52		0.0045	16.0	0.576		0.572	15.7	15.8										
23.53	0.0293		/16.0/	0.576	0.547		0.572	15.5	15.5									
23.57		0.0037	15.9	0.576		0.572	15.5	15.5										
23.59	0.0416		/15.9/	0.576	0.533		0.572	15.5	15.5									
0.01		0.0041	15.7	0.574		0.570	15.2	15.2										
0.03	0.0329		/15.6/	0.573	0.540		0.570	15.2	15.2	15.0	15.0	15.0	15.5	15.6				
0.06		0.0033	15.6	0.573		0.570	15.2	15.2										
0.21	0.0322		/15.7/	0.573	0.540		0.568	14.8	14.6									
0.23		0.0036	15.5	0.572		0.568												
0.26	0.0268		15.5	0.572	0.545		14.9	14.8										
0.29		0.0021	/15.5/	0.572		0.570	15.2	15.1										
0.31	0.0345		15.6	0.573	0.539													
0.34		0	/15.7/	0.574								14.9	15.4	15.5				
0.36		0	15.8	0.575			15.4	15.3	14.9	15.1								
0.40	0.0352		/15.8/	0.575	0.540													
0.42		0.0036	15.7	0.574		0.570	15.1	15.0										
0.45	0.0384		/15.7/	0.574	0.536		0.570	15.1	15.0									
0.47		0.0027	/15.6/	0.573		0.570	14.9	14.8	14.7	14.7	14.6	15.2	15.4					
1.24	0.0214		15.4	0.571	0.550		15.4	15.2	15.4	15.2	15.0	15.4	15.4					
1.27		0	/15.4/	0.571														
1.30	0.0342		15.5	0.572	0.538		15.3	15.2										
1.33		0.0021	15.5	0.572		0.570	15.1	15.0										
1.35	0.0117		/15.7/	0.574	0.562		0.574	15.7	15.7	15.6	15.6	15.2	15.6	15.5				
1.38		0	15.7	0.574														
1.42	0.0046		/15.8/	0.575	0.570		0.576											
1.43		0	15.9	0.576		0.576												
1.45	0.0037		16.0	0.576	0.572		16.1	16.0										
1.47			/16.2/	0.578		0.576												
1.52	0.0185		16.4	0.578	0.561		0.576	16.1	16.0									
1.55		0	16.1	0.577		0.576												
1.59	0.0196		/16.1/	0.577	0.557		0.576	15.8	15.8									
2.01		0	16.1	0.577		0.576	15.8	15.8										
2.03	0.0086		/16.0/	0.576	0.567		0.576											
2.04		0	16.0	0.576		0.576												
2.24	0.0303		15.8	0.575	0.545		15.0	15.0	15.2	14.9	14.8	15.6	15.7					
2.26		0.0034	16.0	0.576		0.572	15.4	15.4										
2.28	0.0285		/16.0/	0.576	0.548		0.574	15.5	15.5									
2.30		0.0026	16.1	0.577		0.574	15.5	15.5										
2.32	0.0274		/16.0/	0.576	0.550		0.573	15.3	15.3									
2.35		0.0032	16.0	0.576		0.573	15.3	15.3										
2.39	0.0564		/15.9/	0.576	0.520		0.565	14.5	14.4	15.3	15.1	15.2	15.8	16.0				
2.41		0.0101	15.8	0.575		0.565	14.5	14.4										
2.46	0.0626		/15.8/	0.575	0.512		0.564	14.0	14.0									
2.48		0.0105	15.7	0.574		0.564	14.0	14.0										
2.52	0.0597		/15.6/	0.573	0.514		0.564	13.8	13.7									
2.54		0.0076	15.5	0.572		0.564	13.8	13.7										
2.57	0.0535		/15.5/	0.572	0.518													
3.02	0.0610	0.0114	15.4	0.571	0.510	0.560	13.7	13.7	13.6	13.7	13.9	14.8	15.3					zachmurzenie 2
3.06	0.0587		/15.4/	0.571	0.509		13.3	13.3										ciężka, silna
3.29		0.0076	14.9	0.568		0.560	13.5	13.5										rosa
3.31	0.0620		/14.8/	0.567	0.505		0.561	13.5	13.4	13.5	13.7	13.8	14.7	14.9				
3.34		0.0063	14.8	0.567		0.561	13.5	13.4										
3.36	0.0621		/14.9/	0.568	0.506		0.561	13.6	13.6									
3.39		0.0075	14.9	0.568		0.561	13.6	13.6										
3.41	0.0597		/14.8/	0.567	0.507		0.560	13.8	13.6									
3.43		0.0074	14.8	0.567		0.560	13.8	13.6										
3.47	0.0570		/14.8/	0.567	0.510		0.558	13.5	13.4									
3.48		0.0090	14.8	0.567		0.558	13.5	13.4										
3.52	0.0586		/14.9/	0.568	0.509		0.562	14.2	14.1									
3.54		0.0063	15.0	0.568		0.562	14.2	14.1										
3.57	0.0477		/15.0/	0.568	0.520		0.560	14.2	14.1	14.4	14.4	14.8	15.3	15.8				zachmurzenie 6
3.59		0.0076	15.0	0.568		0.560	14.2	14.1										

Tabela 8

Wyniki pomiarów promieniowania długofalowego w nocy 11/12 sierpnia 1961 r.

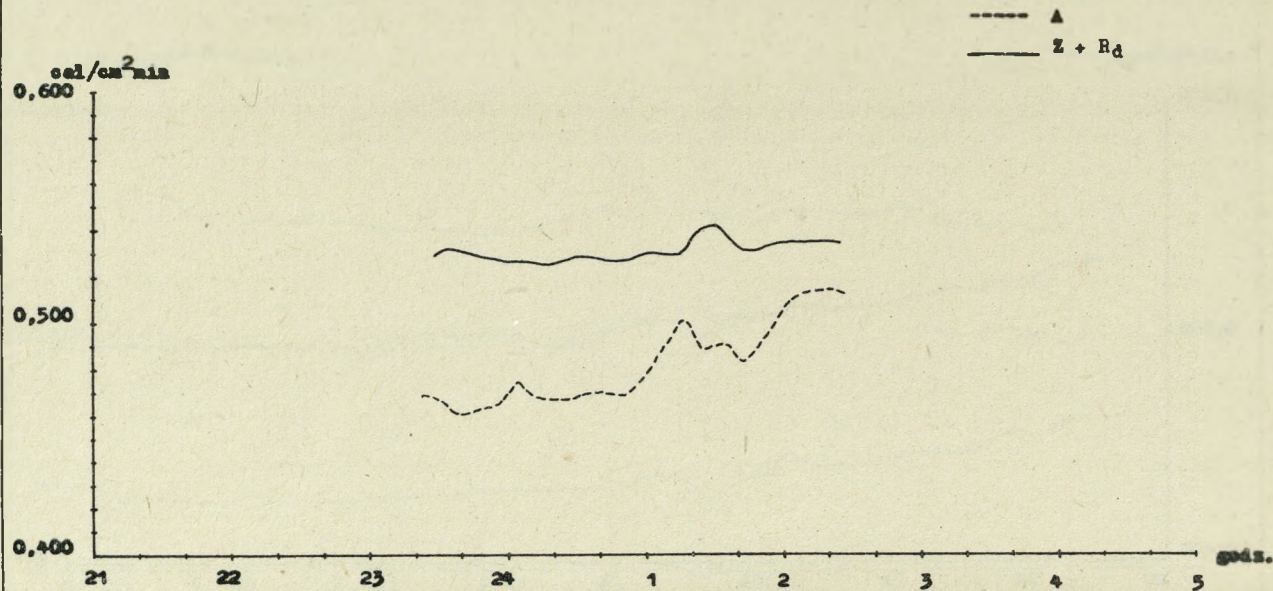
T _m	k _A ²	k _Z ²	t _p	σ _T ⁴	A	Z+R _d	Temperatura powierzchni gruntu				Temperatura powietrza			Uwagi zachmurzenie, wiatr, inne
							t _{g1}	t _{g2}	t _{g3}	t _{g4}	5 cm	10 cm	150 cm	
1	2	3	4	5	6	7	8				9			10
21.21	0.0563		13.4	0.556	0.500		12.6	13.9			12.5	13.2	13.4	zachmurzenie 6, cisza
21.29		0	13.4	0.556		0.555	12.7	13.8						
21.36	0.0294		/13.3/	0.556	0.527									
21.39		0	13.2	0.555		0.555	12.4	13.6						
21.42	0.0400		/13.2/	0.555	0.515									
21.44		0	13.2	0.555		0.555	13.2	14.2						
21.49	0.0523		/13.2/	0.555	0.503									
21.52		0	13.2	0.555		0.555	13.1	14.1	12.8	14.1	12.4	13.1	13.4	zachmurzenie 5, cisza, silna mgła
21.57	0.0570		/13.2/	0.555			12.7	13.4						
22.25	0.0531		13.2	0.555	0.502		12.5	13.5	13.7	12.6	12.2	13.0	13.1	
22.33		0	13.2	0.555		0.555	12.7	13.5	12.4	13.8	12.1	12.9	13.0	
22.36	0.0489		/13.0/	0.553	0.504									
23.24	0.0541		12.7	0.551	0.497		11.8	13.0	11.6	13.2	11.7	12.5	12.9	zachmurzenie 7, cisza, silna mgła
23.29		0	/12.7/	0.551		0.551	12.2	13.4						
23.31	0.0416		12.8	0.552	0.510									
23.34		0	/12.8/	0.552		0.552		12.7	13.7					
23.38	0.0252		12.8	0.552	0.527									
23.39		0	/12.8/	0.552		0.552	13.0	14.0						
23.41	0.0364		12.9	0.553	0.517		0.553	13.1	14.0					
23.43		0	/13.0/	0.553		0.553								
23.45	0.0277		13.0	0.553	0.525									
23.47		0	13.1	0.554		0.554	13.3	14.2	13.4	14.4				
0.21	0.0377		13.2	0.555	0.517		13.1	13.8	13.1	14.1	13.0	13.2	13.3	
0.26		0	13.2	0.555		0.555								
0.29	0.0400		/13.2/	0.555	0.515									
0.30		0	13.3	0.556		0.556	13.2	13.7						
0.32	0.0548		/13.3/	0.556	0.501		0.556	13.1	13.6	12.7	13.8	12.6	13.1	
0.33		0	13.2	0.555		0.556								
0.35	0.0489		/13.2/	0.555	0.506		0.514							
0.41	0.0416		/13.3/	0.556	0.514									
0.46		0	13.4	0.556		0.556	13.3	13.8						
0.48	0.0501		13.4	0.556	0.506		13.2	13.7	13.1	13.9	13.2	13.4	13.4	
1.21	0.0471		13.2	0.555	0.508		12.8	13.6	12.7	13.8	12.5	13.0	13.2	
1.23		0	13.1	0.554		0.554	12.6	13.4						
1.25	0.0522		/13.1/	0.554	0.502									
1.26		0	13.0	0.553		0.553	12.4	13.3						
1.29	0.0561		/13.0/	0.553	0.497		0.552	12.1	13.2					
1.33		0.0010	12.9	0.553		0.552								
1.35	0.0285		/13.1/	0.554	0.526		0.555	13.4	14.2					
1.40		0.0010	13.3	0.556		0.555								
1.44	0.0170		/13.4/	0.556	0.539									
1.45		0	13.5	0.557		0.557	13.8	14.4	13.8	14.7	13.7	13.5	13.5	
2.21	0.0267		13.8	0.559	0.532		13.7	14.3	13.7	14.4	13.9	13.7	13.8	
2.26		0.0010	/13.9/	0.560	0.534		0.558	13.8	14.4					
2.29	0.0265		13.9	0.560	0.534									
2.30		0	/13.9/	0.560		0.560	13.8	14.4						
2.31	0.0276		13.9	0.560	0.532		0.560	13.9	14.4					
2.33		0	/13.9/	0.560		0.560								
2.36	0.0313		14.0	0.560	0.529		0.560	13.9	14.4	13.8	14.6	14.2	14.2	
2.39		0	/14.0/	0.560		0.560								
2.45	0.0313		14.1	0.561	0.530		13.9	14.4	13.9	14.5	14.1	14.0	14.4	
3.21	0.0322		14.1	0.561	0.529		0.560							
3.24		0.0020	/14.2/	0.562		0.560								
3.28	0.0302		14.2	0.562	0.532		14.0	14.5						
3.32		0	14.2	0.562		0.562								
3.46	0.0296		/14.7/	0.566	0.536		14.3	14.7						
3.49		0	14.8	0.567		0.567								
3.52	0.0217		/14.9/	0.568	0.546		14.3	14.7						
3.54		0	15.0	0.568		0.568								
3.56	0.0301		/15.0/	0.568	0.538		14.3	14.7	14.1	14.7	14.3	14.4	14.7	
4.00		0	15.0	0.568		0.568								

Wyniki pomiarów promieniowania długofalowego w nocy 13/14 sierpnia 1961 r.

T _n	k ₁ ² _A	k ₁ ² _Z	t _p	εT ⁴	Δ	z+H _z	Temperatura powierzchni gruntu				Temperatura powietrza			Uwagi sachmurzenie, wiatr, inne
							t _{g1}	t _{g2}	t _{g3}	t _{g4}	5 cm	10 cm	150 cm	
1	2	3	4	5	6	7	8				9			10
21.18		0	8.8	0.521		0.521	10.0	10.9	10.0	10.0	8.5	8.4	8.5	sachmurzenie 10 ciężka
21.25	0.0699		8.6	0.519	0.449		9.4	10.1						
21.30		0.0022	8.5/	0.518		0.516	8.8/							
21.33	0.0755		8.3	0.517	0.441		8.2	8.9						
21.37		0.0024	8.1/	0.516		0.514								
21.41	0.0738		7.9	0.514	0.440		8.2	8.0						
21.45		0.0024	7.7/	0.512		0.510								
21.48	0.0733		7.5	0.512	0.439		7.7	8.4						
21.51		0.0024	7.5/	0.512		0.510								
21.54	0.0730		7.5	0.512	0.439		7.5	8.2	5.8	6.5	6.9	6.9	7.6	- " -
22.00	0.0714		7.1	0.508	0.437		7.1	7.9	5.9	6.5	6.0	6.6	7.5	
22.03		0.0024	7.0/	0.508		0.506								
22.06	0.0712		7.0	0.508	0.437		7.0	7.9						
22.09		0.0021	6.9/	0.508		0.506								
22.12	0.0712		6.8	0.507	0.436		7.0	7.9						
22.15		0.0021	6.7/	0.506		0.504								
22.18	0.0698		6.6	0.505	0.435		7.0	7.8						
22.21		0.0021	6.5/	0.504		0.502								
22.24	0.0693		6.5	0.504	0.435		6.8	7.7	5.6	7.7	5.7	6.3	6.8	
22.27		0.0030	6.4/	0.503		0.500								
22.30	0.0695		6.2	0.501	0.435		6.6	6.5	5.2	7.4	5.1	5.9	6.6	- " -
22.33		0.0018	6.2/	0.501		0.499								
22.36	0.0668		6.2	0.501	0.434		6.6	7.4						
22.39		0	6.1/	0.500		0.500								
22.42	0.0678		6.1	0.500	0.432		6.6	7.5						
22.45		0	6.1/	0.500		0.500								
22.48	0.0696		6.0	0.500	0.430		6.6	7.4						
22.51		0	6.0/	0.500		0.500								
22.54	0.0696		6.0	0.500	0.430		6.5	7.3	4.6	5.0	4.9	5.5	6.3	- " -
22.57		0.0016	5.8/	0.498		0.496								
0.04	0.0680		5.6	0.496	0.428		6.0	7.0	4.5	4.8	4.6	5.3	6.0	silna mgła do godz. 1.04
0.08		0.0021	5.6/	0.496		0.494								
0.12	0.0679		5.6	0.496	0.428		6.0	6.9						
0.16		0	5.5/	0.496		0.496								
0.20	0.0668		5.5	0.496	0.429		6.0	6.9						
0.24		0	5.4/	0.495		0.495								
0.28	0.0668		5.3	0.494	0.427		5.8	6.9						
0.32		0	5.3/	0.494		0.494								
0.36	0.0703		5.3	0.494	0.424		5.8	6.9	5.4	6.0	4.3	5.2	5.7	
0.40		0	5.3/	0.494		0.494								
0.44	0.0682		5.3	0.494	0.426		5.8	6.7	5.4	5.8	4.2	5.0	5.7	sachmurzenie 4 ciężka
0.48		0	5.3/	0.494		0.494								
0.52	0.0682		5.3	0.494	0.426		5.8	6.7						
0.56		0	5.3/	0.494		0.494								
0.60	0.0695		5.3	0.494	0.428		5.8	6.7						
0.64		0	5.3/	0.494		0.494								
0.68	0.0668		5.1	0.493	0.426		5.6	6.6						
0.72		0	5.1/	0.493		0.493								
0.76	0.0668		5.0	0.493	0.426		5.6	6.5	3.8	6.0	3.8	4.9	5.4	sachmurzenie 1 i ciężka do koń- ca nocy
0.80		0	4.9/	0.492		0.492								
0.84	0.0640		4.8	0.492	0.428		5.4	6.3	4.2	5.8	4.0	4.8	5.2	
0.88		0	4.8/	0.492		0.492								
0.92	0.0668		4.8	0.492	0.425		5.6	6.4						
0.96		0	4.8/	0.492		0.492								
1.00	0.0661		4.9	0.492	0.426		5.6	6.4						
1.04		0	4.9/	0.492		0.492								
1.08	0.0654		4.9	0.492	0.427		5.6	6.4						
1.12		0	4.9/	0.492		0.492								
1.16	0.0647		5.0	0.493	0.427		5.5	6.4	3.9	5.0				
1.20		0	5.0/	0.493		0.493								
1.24			5.1	0.493			5.6	6.6						

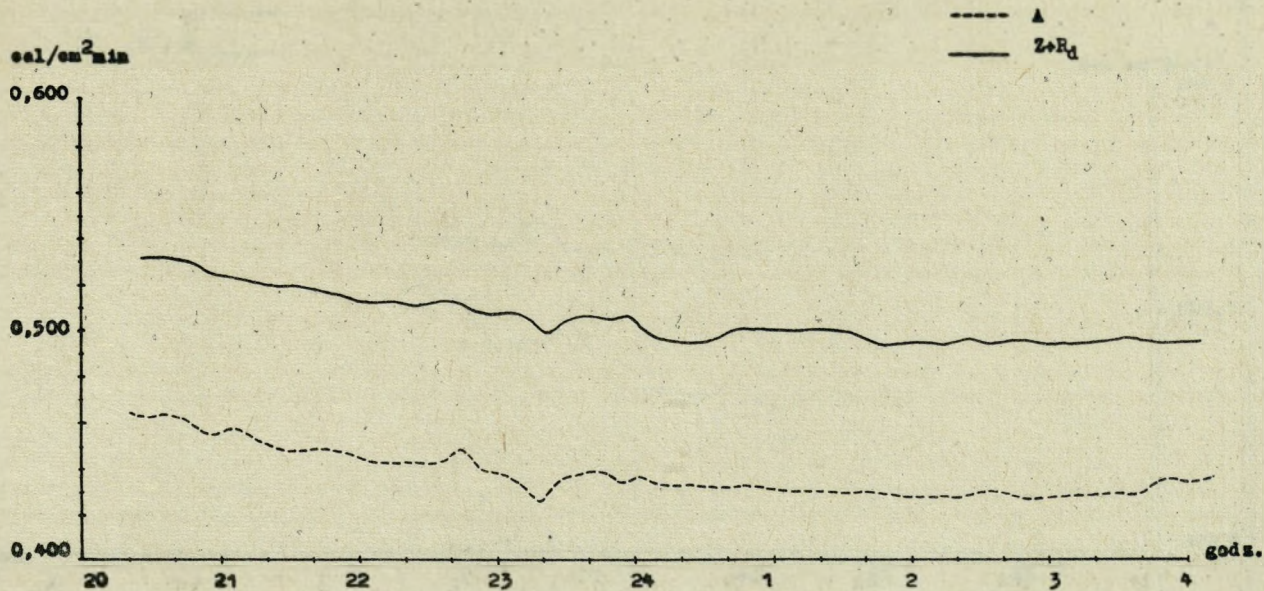
Ryc. 1.

PRZEBIEG WARTOŚCI "A" I "Z + R_d"
W WOJCIESZOWIE W NOCY 2/3.VIII.1961



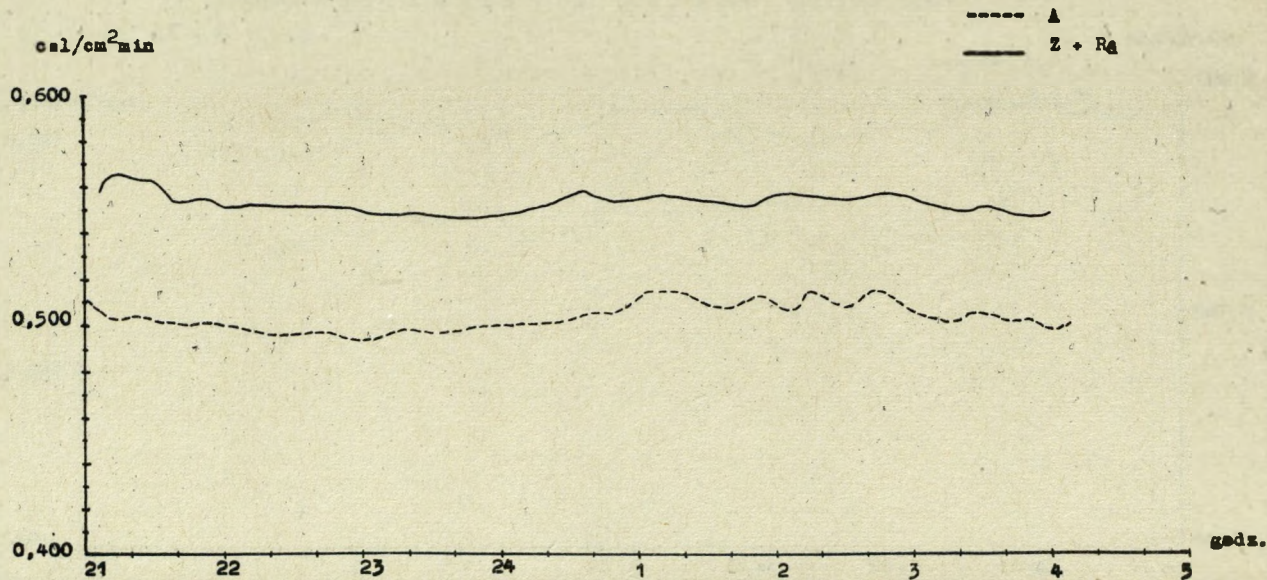
Ryc.2.

PRZEBIEG WARTOŚCI "A" I "Z+R_d"
W WOJCIESZOWIE W NOCY 3/4.VIII.1961



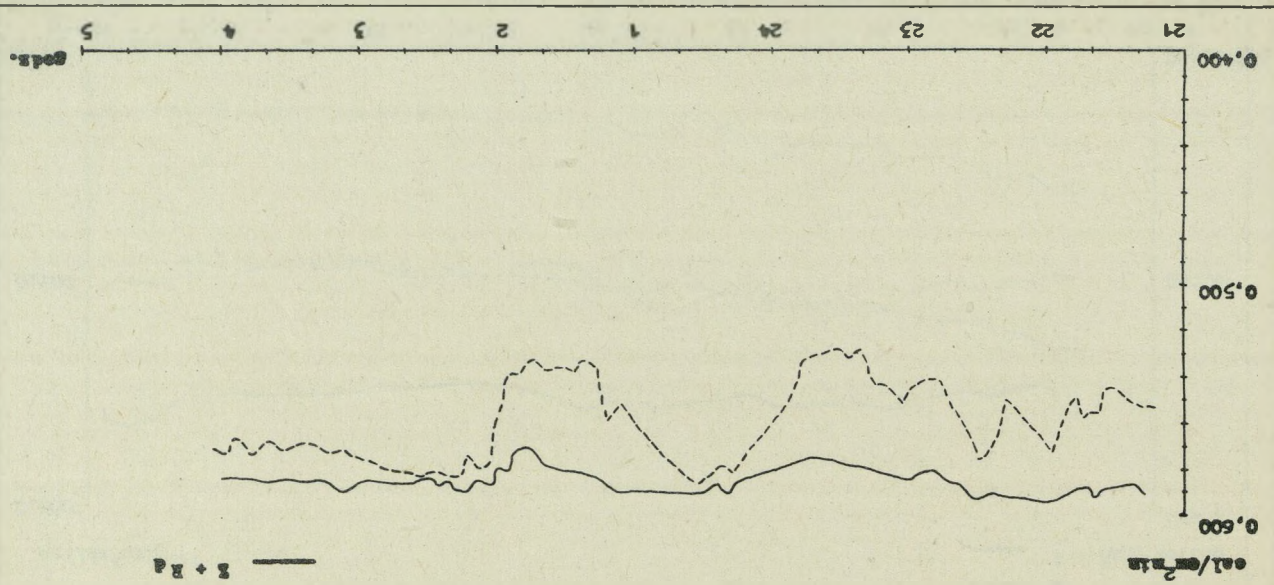
Ryc. 3.

PRZEBIEG WARTOŚCI "Δ" I "Z + R_g"
W WOJCIESZOWIE W NOCY 5/6.VIII.1961



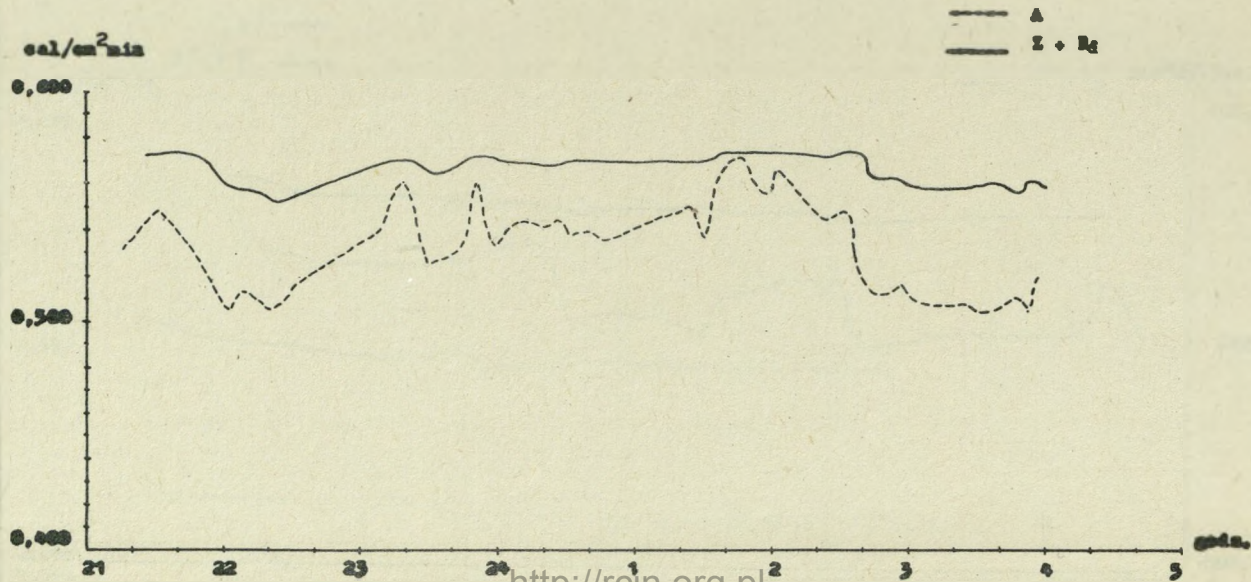
PRZEBIEG WARTOŚCI A. I. Z + H. A.
W WOJCIĘSIZOŃKACH W MIOKU 6/7.VIII.1961

—— A
—— Z + H



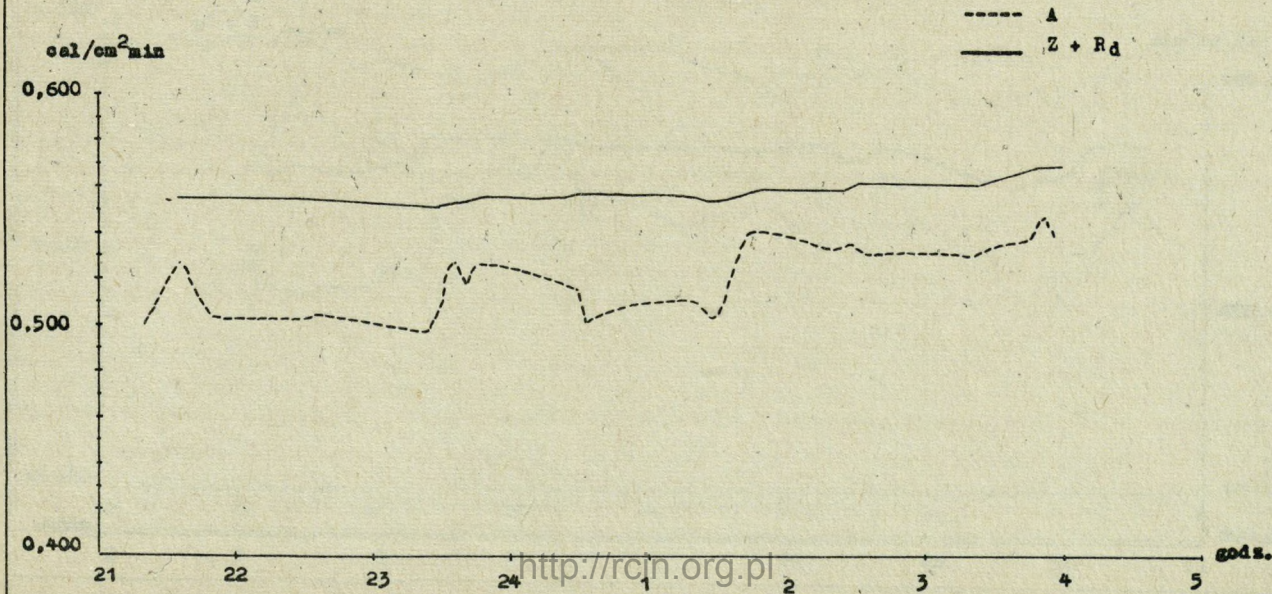
Ryc.5

PRZEBIEG WARTOŚCI "A" I "Z + R₂"
W WOJCIESZOWIE W NOCY 8/9.VIII.1961



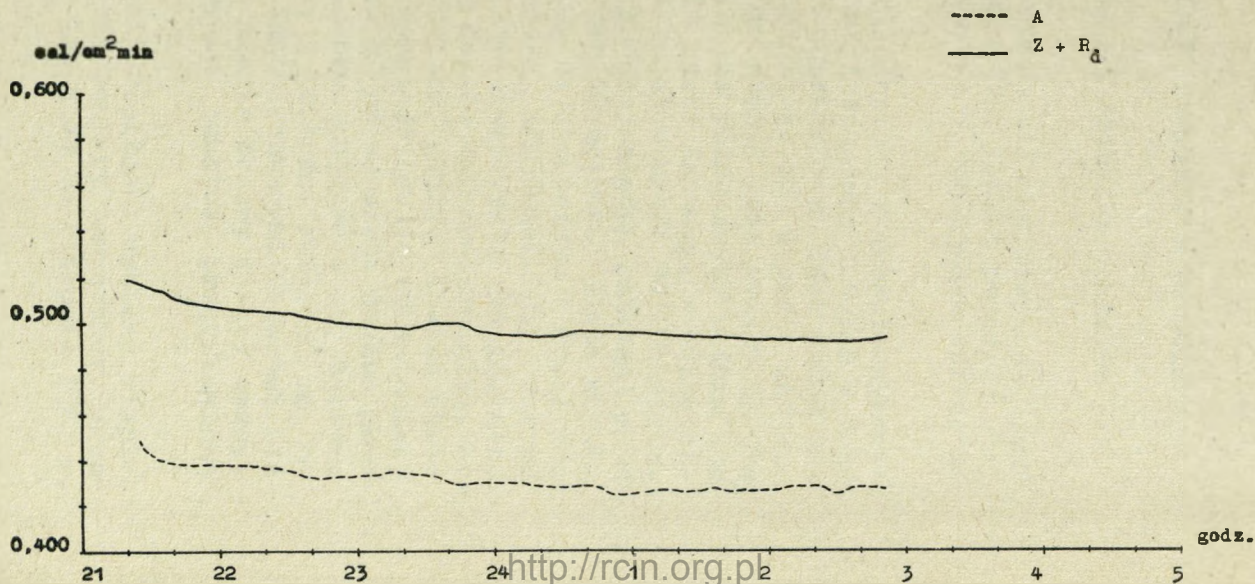
Ryc. 6.

PRZEBIEG WARTOŚCI "A" I "Z + R_d"
W WOJCIESZOWIE W NOCY 11/12.VIII.1961



Ryc. 7.

PRZEBIEG WARTOŚCI "A" I "Z + R_d"
W ŻOJCIESZOWIE W NOCY 13/14.VIII.1961



POMIARY WYMIANY CIEPLNEJ W GRUNCIE

1. Lokalizacja i technika pomiarów

Jedną ze składowych bilansu cieplnego jest wymiana ciepła w gruncie. Wyniki pomiarów tej składowej przedstawiono w niniejszym opracowaniu.

Pomiary wymiany ciepłej w gruncie wykonywano na terenie Stacji Naukowej I.G.PAN w Wojcieszowie, w dwóch punktach: na łące przed budynkiem stacji /stanowisko A/ i w parku znajdującym się na terenie stacji /stanowisko B/. Oba punkty położone były na północno-zachodnim stoku Miłka, na tarasie rzeki Kaczawy, w odległości od koryta rzeki kolejno około 70 i 20 metrów. Odległość w linii prostej między punktami pomiarowymi wynosiła około 50 metrów. Gleba w obu punktach była różna. Na stanowisku A /łąka/, pod 15 cm warstwą humusową znajdowała się warstwa przejściowa, gliniasto-piaszczysta /do głębokości 40 cm/, pod nią leżała warstwa średniej, soliflukcyjnej pofałdowanej gliny. Powierzchnię porastała trawa o wysokości do 10 cm. Natomiast w parku /stanowisko B/, na warstwie drobno piaszczystej ciemnego koloru znajdowała się warstwa nasypowa, sztuczna, o grubości około 30 cm. Powierzchnię między luźno rosnącymi drzewami liściastymi zajmowały niskie krzewy i kępy trawy. Profile glebowe obydwu punktów przedstawiono na ryc.1.

W celu określenia wielkości wymiany ciepłej gruntu wykonywano pomiary temperatury gruntu w okresie od 22 lipca do 25 sierpnia 1961 r.

W tym czasie mierzono co godzinę temperaturę gruntu w obydwóch punktach, na następujących głębokościach: 0 cm, 2 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm i 50 cm. Do pomiarów na głębokościach od 5 do 50 cm, używano termometrów rtęciowych-kolankowych /nr nr: 55/16/4703, 55/16/4212, 55/16/2722, 55/16/3727, 55/16/5643, 55/16/2132, 55/16/1381, 55/16/3225/, na głębokości 0 i 2 cm - termometrów z psychrometrów Assmanna /nr nr: 7253, 7726, 7649, 7713/. Małe powierzchnie zbiorniczków tych termometrów pozwalały na zainstalowanie ich na głębokości 2 cm i tuż pod powierzchnią gleby /0 cm/. Poza tym mierzono temperaturę gruntu na stanowisku A, na głębokości 100 cm. Pomiar wykonywano przy pomocy termometru rtęciowego-zwyczajnego /nr 12/74/, w drewnianej obudowie, wyciąganego z ziemi dla dokonania odczytu. Całość znajdowała się w rurze ze szkła "Plexi", nieruchomo osadzonej w gruncie do głębokości 95 cm.

Równocześnie dokonywano pomiarów temperatury powietrza na wysokości 20 i 50 cm nad gruntem przy pomocy termometrów zwyczajnych typu WGO1 /nr nr: 8-1, 8-5- 8-6, 8-9/, umieszczonych na specjalnych statywach pod osłonkami z biało lakierowanej blachy, mającymi chronić zbiorniczki termometrów przed promieniowaniem. Notowano też na podstawie obserwacji wizualnych zachmurzenie nieba /w skali od 0 do 10/, prędkość wiatru przy powierzchni gruntu, występowanie mgły, stan gruntu, oraz występowanie opadu. Przy wymienionych obserwacjach wizualnych stosowano się do instrukcji polskiej służby meteorologicznej /3/.

Dla określenia wymiany cieplnej w gruncie niezbędna była znajomość jego wilgotności. Ze względu na duże trudności techniczne i próbny charak-

ter prowadzonych badań ograniczono się do jednorazowego pobrania próby gleby /w dniu 5 sierpnia 1961 r./. Korzystając z laboratorium chemicznego Wojcieszowskich Zakładów Przemysłu Wapienniczego, obliczono wagową i objętościową zawartość wody w glebie, posługując się przy tym suszarką elektryczną i elektryczną wagą analityczną. Po pobraniu prób gleby do cylindrów o objętości 100 cm³, ważono je przed i po wysuszeniu w suszarce elektrycznej. Suszenie odbywało się przez 24 godziny w temperaturze 100°. Otrzymywano w ten sposób ciężar wody zawarty w próbce, a znając ciężar całej próby wilgotnej wyznaczano objętość wody, oraz części stałych plus powietrze. Pomocy w tym zakresie udzielił mgr M. Pulina.

Wszystkie wymienione wyżej obserwacje i pomiary wykonywał zespół trzy-osobowy /mgr J. Lipińska, mgr J. Skoczek, K. Skoczek/.

2. Charakterystyka pogody

Ogólny stan pogody w miesiącu lipcu i sierpniu 1961 r. nie sprzyjał przeprowadzaniu badań wymiany cieplnej w gruncie. Przeważało w tym czasie zachmurzenie duże /tak w nocy jak i w dzień/, występowały dość silne wiatry, oraz notowano opady ciągłe. Z tego też względu do opracowania wyników wykorzystano dane z trzech tylko dni /4-6 sierpnia 1961 r./, przyjmując dla nich znaną wartość wilgotności gruntu z dnia 5 sierpnia. Wartości temperatury gruntu i powietrza oraz zachmurzenia, stan gruntu, wiatr i opad w ciągu tych trzech dni zestawiono w tabelach 1-6. Dni te charakteryzowały się zmiennym zachmurzeniem z nieco dłuższymi okresami

rozpogodzeń, przelotnymi opadami i przewagą ciszy. Zanotowano również występowanie rosy.

3. Sposób opracowania materiału

Wielkość strumienia ciepłego w gruncie można wyznaczyć bezpośrednio przez zastosowanie specjalnej aparatury /Zakład Klimatologii I.G. PAN jej nie posiada/, bądź metodami pośrednimi. Pierwsza z metod pośrednich polega na określeniu wielkości strumienia ciepłego w oparciu o znajomość przewodnictwa ciepłego gleby i gradientu temperatury. Wielkość tę wyznaczyć można przy pomocy wzoru:

$$G = \lambda \cdot \frac{t_2 - t_1}{z_2 - z_1} \cdot 60 \quad /1/$$

gdzie G oznacza strumień ciepła w $\text{cal/cm}^2 \text{min}$,
 λ współczynnik przewodnictwa ciepłego w cal/cm sek. stop ,

$/t_2 - t_1/$ - różnicę temperatur w $^{\circ}\text{C}$ mierzoną na dwóch głębokościach z_1 i z_2 ,

$/z_2 - z_1/$ - różnicę tych głębokości w cm .

Druga z metod pośrednich pozwala na wyznaczenie szukanej wielkości G w oparciu o znajomość pojemności ciepłej gruntu i przyrostu temperatury gruntu w pewnym okresie czasu.

$$G = \frac{z C_p}{T} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta \tau} \quad /2/$$

gdzie z oznacza grubość w cm warstwy, dla której oblicza się C_p ,

C_p - współczynnik objętościowej pojemności ciepłej w $\text{cal/cm}^3 \text{stop}$,

Δt - średni przyrost temperatury w $^{\circ}\text{C}$ w warstwie z ,

T - okres czasu, dla którego oblicza się

$\Delta \tau$ /w min./.

Do niniejszego opracowania użyto metody drugiej /2/, nie wymagającej znajomości współczynnika przewodnictwa cieplnego gleby, którego wyznaczenie w terenie napotyka na bardzo duże trudności i wymaga stosowania precyzyjnej aparatury.

Ujemną stroną przyjętej przez nas metody opracowania jest to, że nie daje ona wartości chwilowych, które można otrzymać stosując wzór /1/, lecz tylko średnie wartości za pewien okres czasu, w naszym wypadku średnie dla przedziałów godzinnych. Obliczenia to oparte jest też na założeniu, że poniżej pewnego poziomu, amplituda dobowa temperatury gruntu równa się zero i nie ma tam już żadnej wymiany cieplnej. W naszych obliczeniach jako poziom, poniżej którego wymiana cieplna już nie zachodzi, przyjęto głębokość 50 cm. Opierano się przy tym na dobowym przebiegu temperatury gruntu, mierzonej na stanowisku A, na głębokości 100 cm /tab. 1,3,5/ nie wykazującym zupełnie zmian dobowych.

Współczynnik pojemności cieplnej gleby C_p wyrażono jako średnią wyrażoną pojemności cieplnej składowych części gleby, to jest cząstek stałych /mineralnych i organicznych/, wody i powietrza. Obliczenia wartości C_p wykonano w następujący sposób: Znając - na podstawie pomiarów wilgotności gleby - objętość wody zawartej w glebie, oraz znając ciężar właściwy poszczególnych składowych gleby, tzn. części stałych, powietrza i wody, można było obliczyć udział tych składowych w jednostce objętości całej gleby. W obliczeniach tych przyjmowano, że ciężar właściwy części stałych gleby równa się $2,7 \text{ g/cm}^3$, a powietrza $0,00129 \text{ g/cm}^3$. Znalezione w ten sposób wartości mnożono przez objętościową pojemność cieplną poszczególnych składników gleby, przyjmując dla wody $1,00 \text{ cal/cm}^3 \text{ stop.}$

dla powietrza $0,00 \text{ cal/cm}^3 \text{ stop.}$, zaś dla części stałych $0,54 \text{ cal/cm}^3 \text{ stop.}$ Za ciężar właściwy i objętościową pojemność cieplną części stałych gleby przyjęto odnośne wartości z literatury /1/, przy czym trudno stwierdzić w jakim stopniu są one zbliżone do wartości rzeczywistych; wobec tego wyliczona tym sposobem pojemność cieplna gleby może być niewątpliwie obciążona pewnym błędem.

Poniższa tabela podaje wartości C_p dla różnych poziomów gleby.

C_p w $\text{cal/cm}^3 \text{ stop.}$				
Stanowisko	10 cm	20 cm	50 cm	100 cm
A	0,68	0,61	0,61	0,60
B	0,47	0,55	0,48	-

Do dalszych obliczeń wyznaczono średnie wartości C_p dla poszczególnych warstw gleby drogą graficzną, otrzymując wielkości:

C_p w $\text{cal/cm}^3 \text{ stop.}$		
$\frac{z}{\text{cm}}$	Stanowisko A	Stanowisko B
0- 2	0,68	0,47
2- 5	0,68	0,47
5-10	0,68	0,47
10-15	0,68	0,49
15-20	0,61	0,53
20-30	0,61	0,54
30-40	0,61	0,51
40-50	0,61	0,49

Dla wyznaczenia wielkości $\overline{\Delta t}$ wykreślono dobowy przebieg temperatury gruntu, przeprowadzając pewne wyrównanie, celem wyeliminowania błędów wynikających z niedokładności odczytu termometrów /ryc.2/. Poprawione w ten sposób wartości wykreślono w postaci "tautochron" temperatury gruntu dla poszczególnych godzin. Przykład takiego wykresu zamieszczono na ryc.3. Następnie, powierzchnie między poszczególnymi liniami splanimetrowano, otrzymując wartości pól "P" dla poszczególnych warstw gleby w przedziałach jednogodzinnych. Szukaną wielkość przyrostu temperatury gruntu wyliczono z wzoru:

$$\overline{\Delta t} = \frac{P}{z} \quad /3/$$

gdzie $\overline{\Delta t}$ oznacza przyrost temperatury w ciągu godziny w warstwie o grubości z /w cm/. Wielkości $\overline{\Delta t}$ mogą być dodatnie lub ujemne. Przyjęto, że są one ujemne gdy strumień ciepła skierowany był od powierzchni włąb gruntu i dodatnie, gdy zachodziło wydzielanie ciepła z warstw niżej leżących ku powierzchni. Wielkości $\overline{\Delta t}$ obliczono osobno dla każdej z następujących warstw: 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm, a następnie posługując się wzorem /2/ i znalezionymi wartościami C_p dla każdej z tych warstw, wyznaczono ilość ciepła pochłoniętego lub wydzielonego przy zmianie temperatury gruntu /tab.7-12/. Suma tych ilości ciepła ze wszystkich warstw leżących poniżej danego poziomu głębokościowego oznacza średnią wielkość strumienia cieplnego w ciągu danej godziny, przechodzącego przez ten poziom. W ten sposób wyznaczone zostały wartości G dla poziomów 0 cm, 2 cm i 5 cm. Jak to już było wspomniane, w obliczeniach uwzględniono jedynie warstwę gruntu do głębokości 50 cm. Wartości

G dla poziomów 0 cm, 2 cm i 5 cm przedstawione zostały w tabelach 13-18.

Na ryc.4-9 przedstawiono dobowy przebieg wymiany ciepłej w gruncie na łące i w parku w dniach 4-6 sierpnia 1961 r.

4. Omówienie wyników

Z załączonych tabel i wykresów wynika, że strumień ciepły w gruncie posiada stosunkowo małe wartości liczbowe w porównaniu np. z wymianą radiacyjną. Wskazuje to na konieczność zwrócenia szczególnej uwagi na precyzję wykonywania pomiarów i stosowania czułej aparatury.

W pomiarach prowadzonych w Wojcieszowie w roku 1961 uzyskano następujące skrajne wartości G w cal/cm²min jako średnie godzinowe: /zestawienie na stronie 39/.

Jak wynika z tej tabeli wielkość amplitudy dobowej strumienia ciepłego zmniejsza się w miarę wzrostu głębokości. Na przebieg wartości G w ciągu doby niewątpliwie wywiera wpływ wielkość zachmurzenia i prędkość wiatru, a częściowo i opad atmosferyczny. Jednakże skąpy materiał obserwacyjny nie pozwala na stwierdzenie wyraźnych korelacji. Istnieje natomiast wyraźna różnica między obydwoma punktami pomiarowymi. Mniejsza amplituda dobowy strumienia ciepłego na stanowisku B świadczy o wpływie jaki wywiera warstwa roślinna magazynująca ciepło i utrudniająca przenikanie jego do gruntu; jednakże przy dużym zachmurzeniu w ciągu dnia, ilość ciepła pochłoniętego była mniej więcej równa tak na łące jak i w parku. Uwagę zwraca gwałtowny spadek wielkości strumienia ciepłego w punkcie A mię-

Stanowisko	z /cm/	4.VIII	5.VIII	6.VIII
A	0	+0,062 -0,060	+0,048 -0,151	+0,045 -0,138
	2	+0,059 -0,043	+0,054 -0,138	+0,043 -0,112
	5	+0,050 -0,039	+0,052 -0,124	+0,038 -0,082
B	0	+0,057 -0,046	+0,011 -0,051	+0,022 -0,097
	2	+0,051 -0,040	+0,006 -0,049	+0,019 -0,081
	5	+0,042 -0,031	+0,006 -0,046	+0,016 -0,068

dzy godziną 14 a 16 w dniu 5 sierpnia, kiedy to na skutek silnego wzrostu zachmurzenia doszło nawet do odwrócenia znaków, oznaczającego w tym wypadku wydzielanie ciepła przez grunt.

Ogólny stan pogody w dniach 4-6 sierpnia wpłynął na zdecydowaną przewagę pochłaniania ciepła przez ziemię i stosunkowo niewielkie ilości ciepła wydzielanego w czasie nocy, co w efekcie dało ogólny wzrost temperatury gruntu w tym okresie.

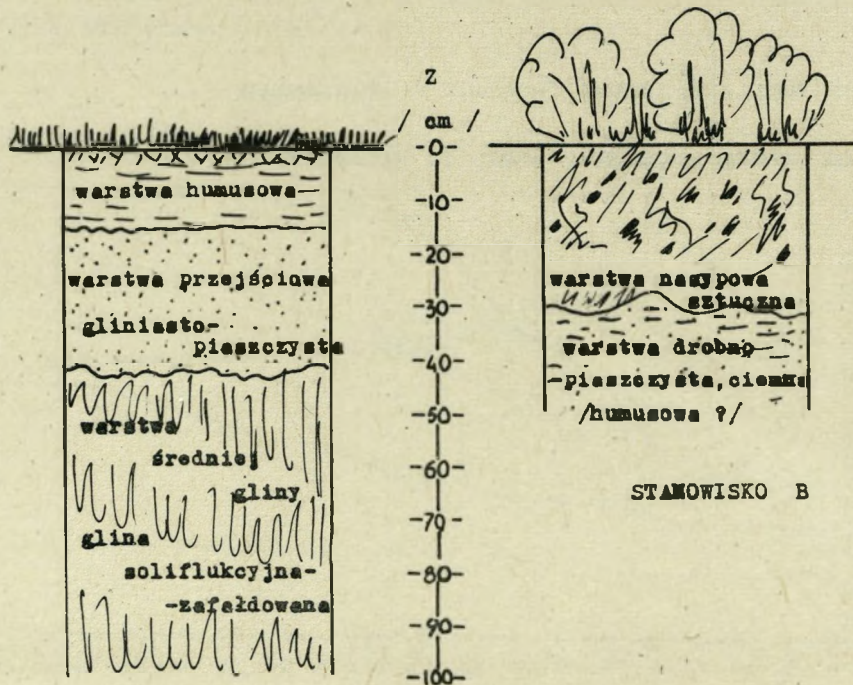
Można też stwierdzić, że przejście strumienia ciepłego przez wartość zerową na różnych głębokościach następuje w różnym czasie. W niektórych przypadkach różnice między poziomem 0 cm i 5 cm dochodzą nawet do 3 godzin.

Z porównania przebiegów temperatury powietrza /ryc.10-15/ i temperatury gruntu z przebiegiem strumienia ciepłego wynika, że istnieje duży związek pomiędzy temperaturą powietrza a strumieniem ciepłym, wyraźniejszy niekiedy niż w wypadku temperatury gruntu. Szczególnie wyraźnie zależność ta uwidacznia się w dniu 5 sierpnia. Znacznym zmianom temperatury powietrza odpowiadają zmiany natężenia strumienia ciepłego. Zależności te są wyraźniejsze w ciągu dnia, aniżeli w godzinach nocnych. Można na podstawie tego sądzić, że ilość dopływającej energii do powierzchni gruntu ma co najmniej takie same znaczenie w kształtowaniu się wymiany ciepłej w gruncie, co i właściwości fizyczne gleby.


LITERATURA

- /1/ S.A.Sapożnikowa - Mikroklimat i miastny klimat. Leningrad 1950.
- /2/ G.Z.Wienckiewicz - Agromieteorologija. Leningrad 1958
- /3/ Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny - Klucze Meteorologiczne. Warszawa 1952.

PROFILE GLEBOWE ŁĄKI I PĄKU W WOJCIESZOWIE



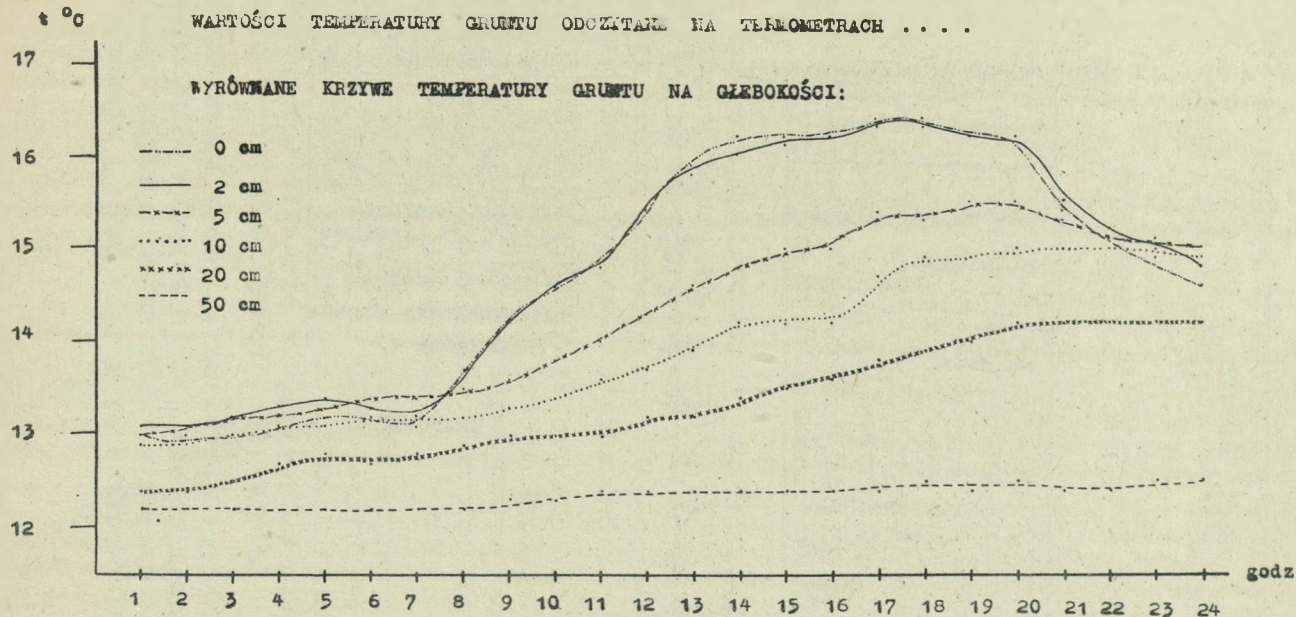
STANOWISKO B

STANOWISKO  <http://rcin.org.pl>

RYC.2

PRZYKŁAD PRZEBIEGU TEMPERATURY GRUNTU W DNIU 5.VIII 1964

STANOWISKO B



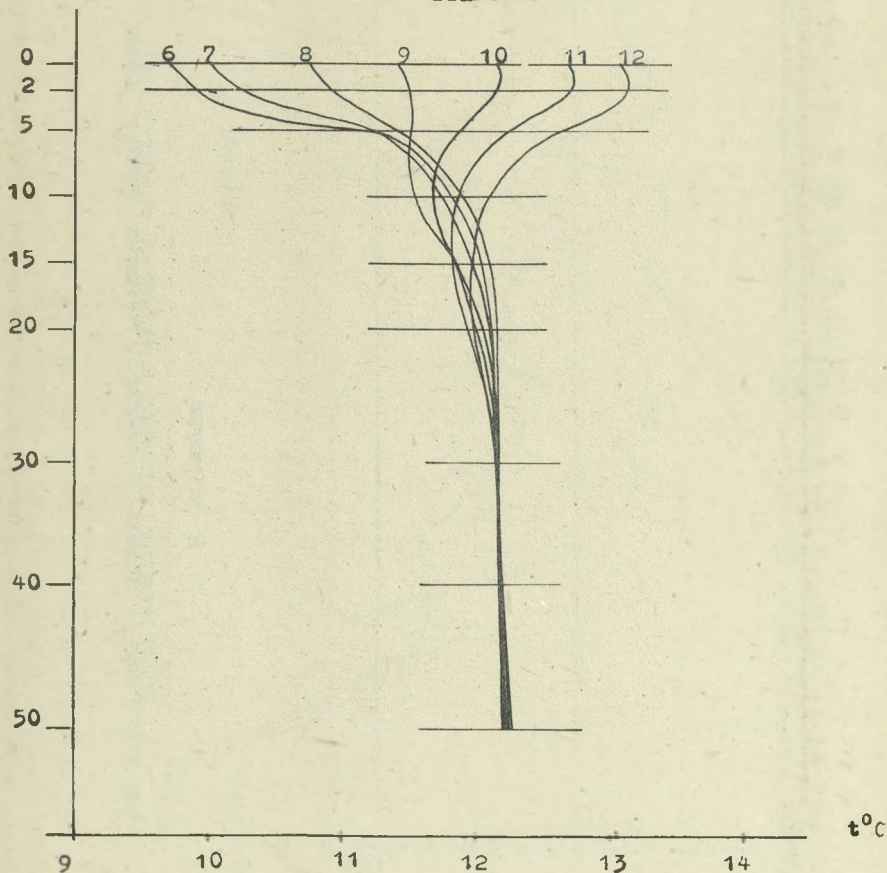
RYC.3

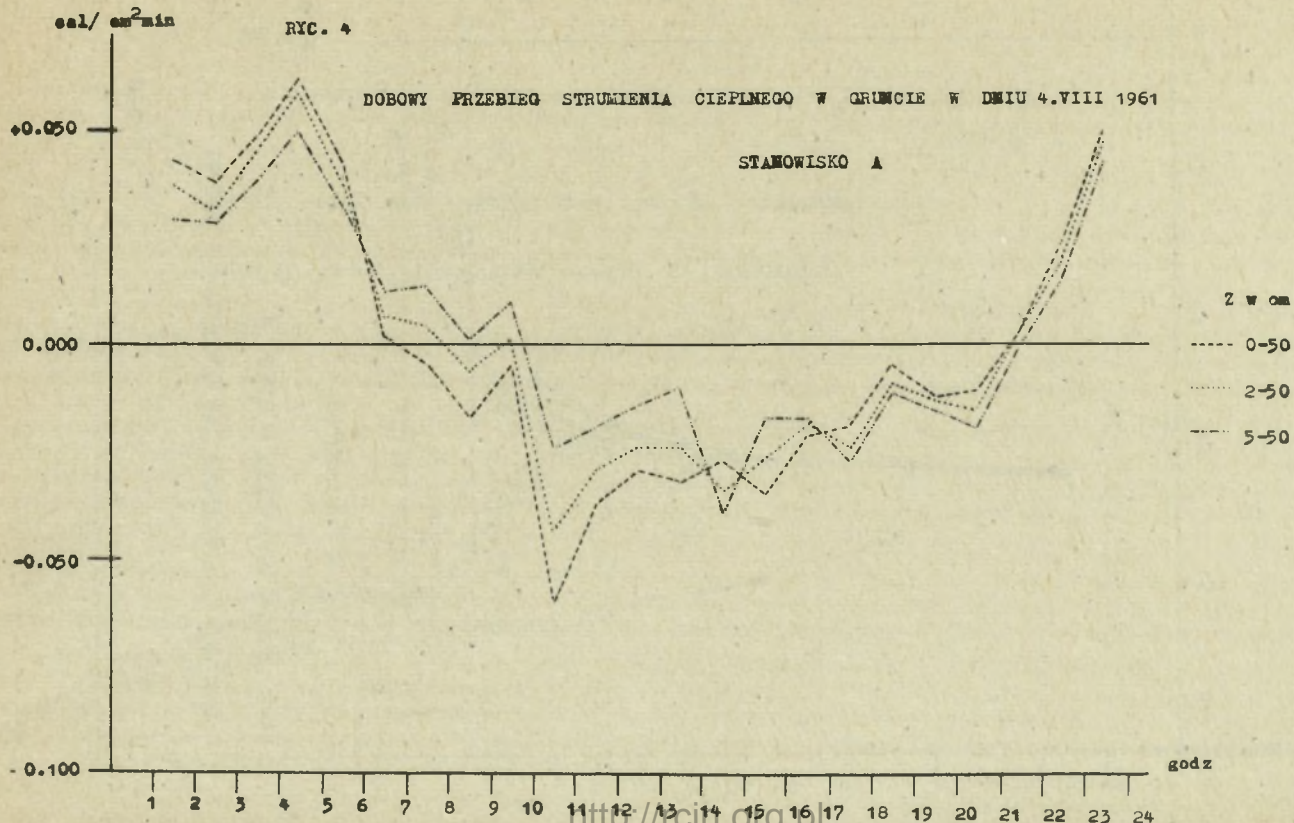
PRZYKŁ D TAUTOCHRON TEMPERATURY GRUNTU

W DNIU 4.VIII.1961 GODZ 6-12

$z/cm/$

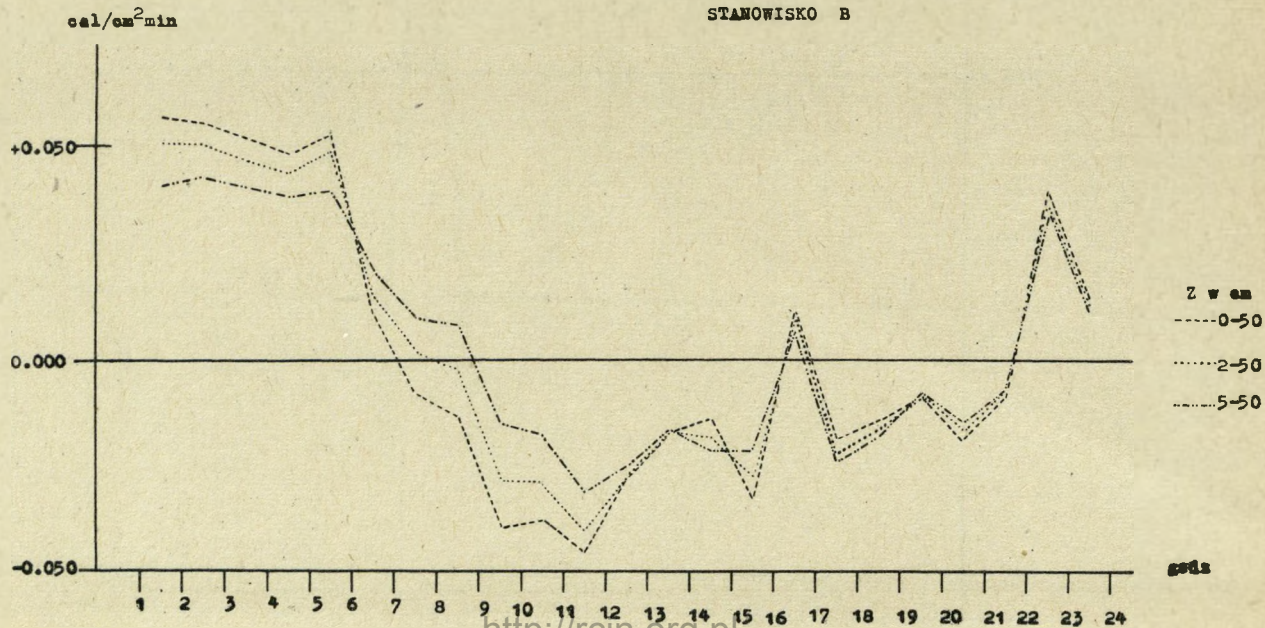
STANOWISKO B

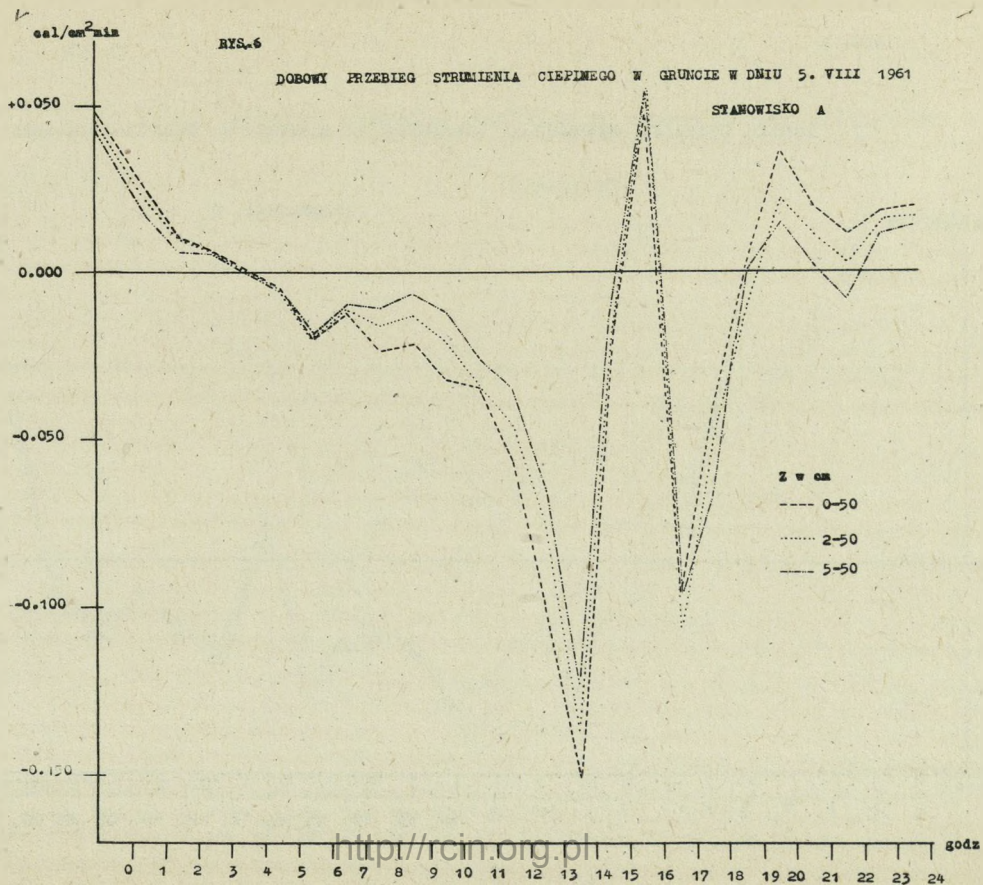




RYC. 5

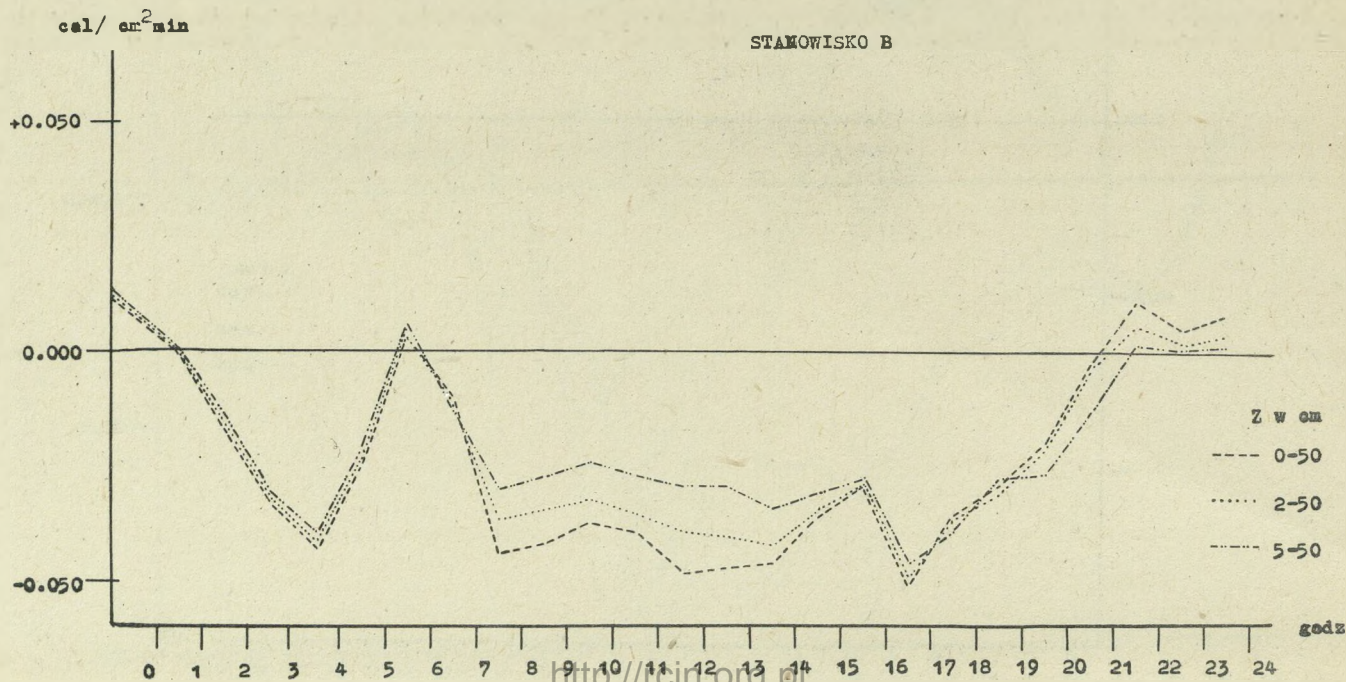
DOBOWY PRZEBIEG STRUMIENIA CIEPLNEGO W GRUNCIE W DMU 4.VIII 1961





RYC. 7

DOBOWY PRZEBIEG STRUMIENIA CIEPŁEGO W GRUNCIE W DNIU 5. VIII 1961

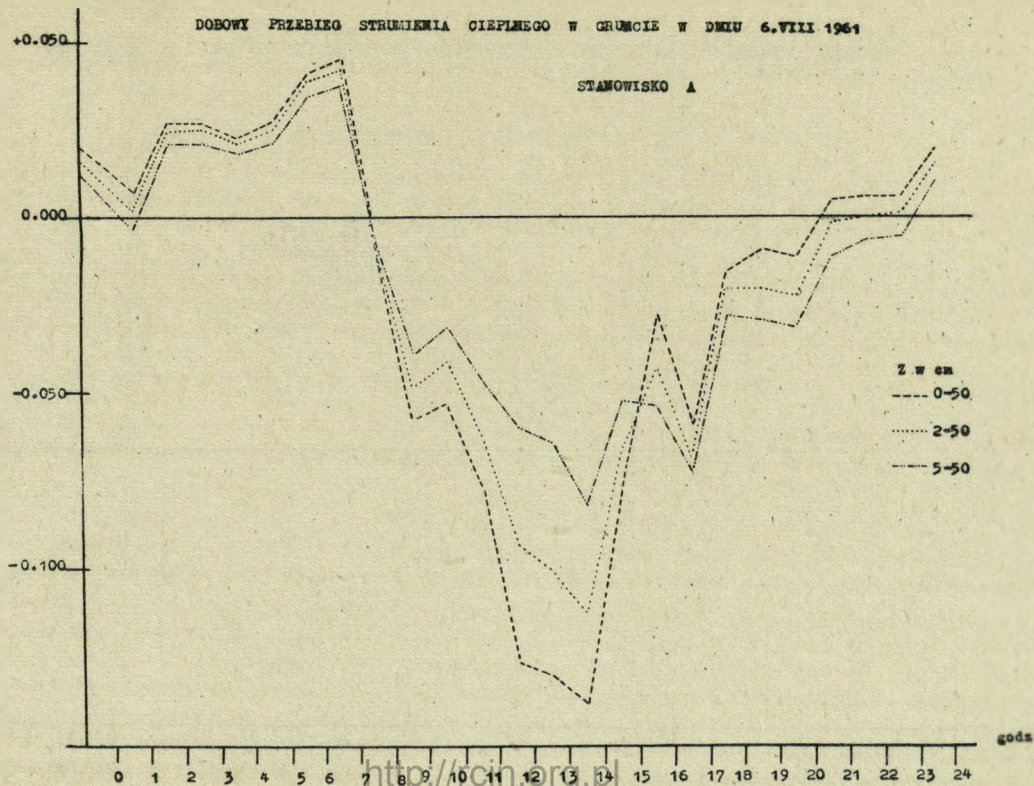


HYC.8

cal/cm²min

DOBOWY PRZEBIEG STRUMIENIA CIEPLNEGO W GRUNCIE W DMIU 6.VIII 1964

STANOWISKO A

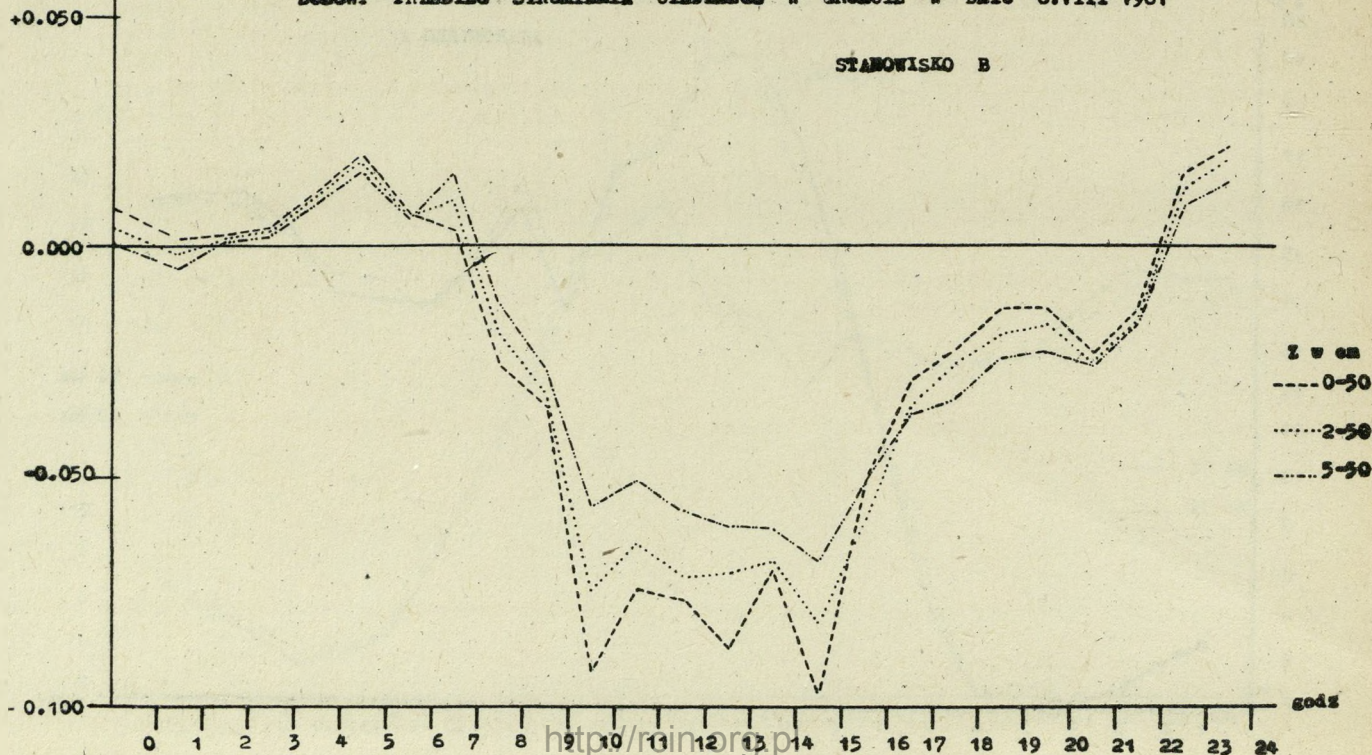


RFC. 9

cal/ cm²min

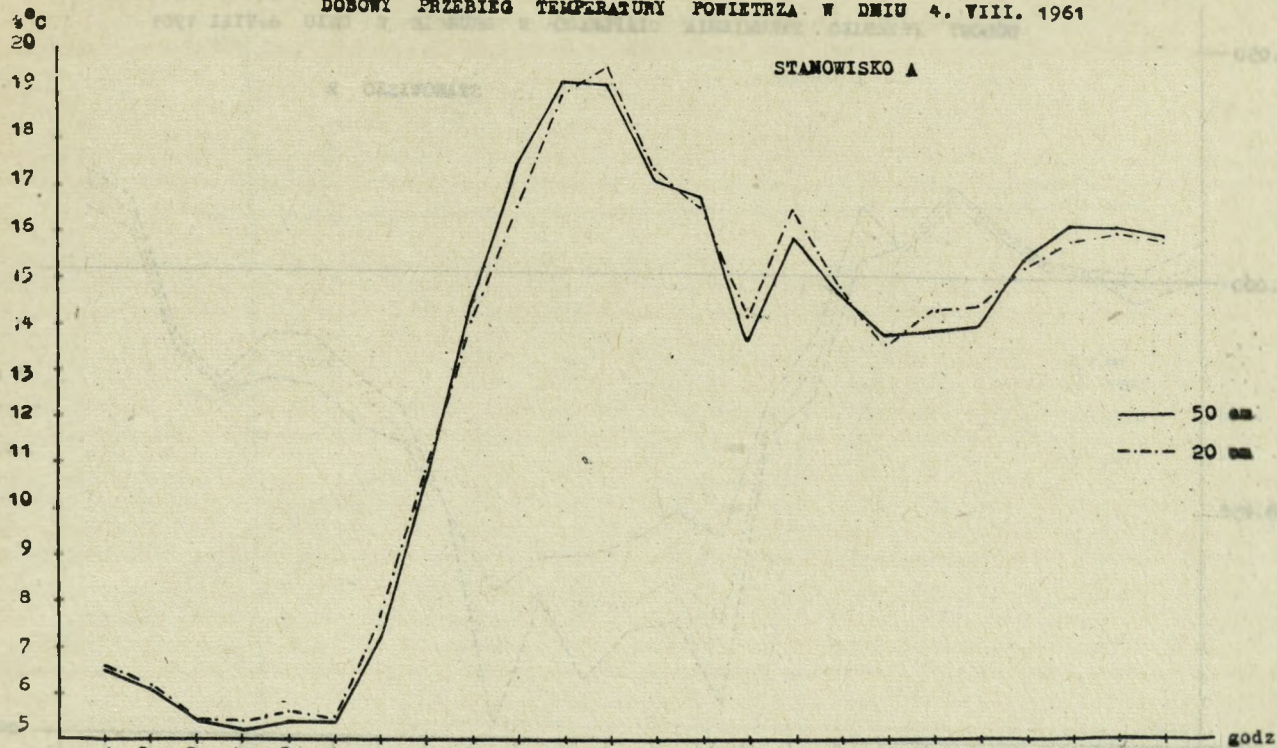
DOBOWY PRZEBIEG STRUMIENIA CIEPŁEGO W GRUNCIE W DNIU 6.VIII 1961

STANOWISKO B



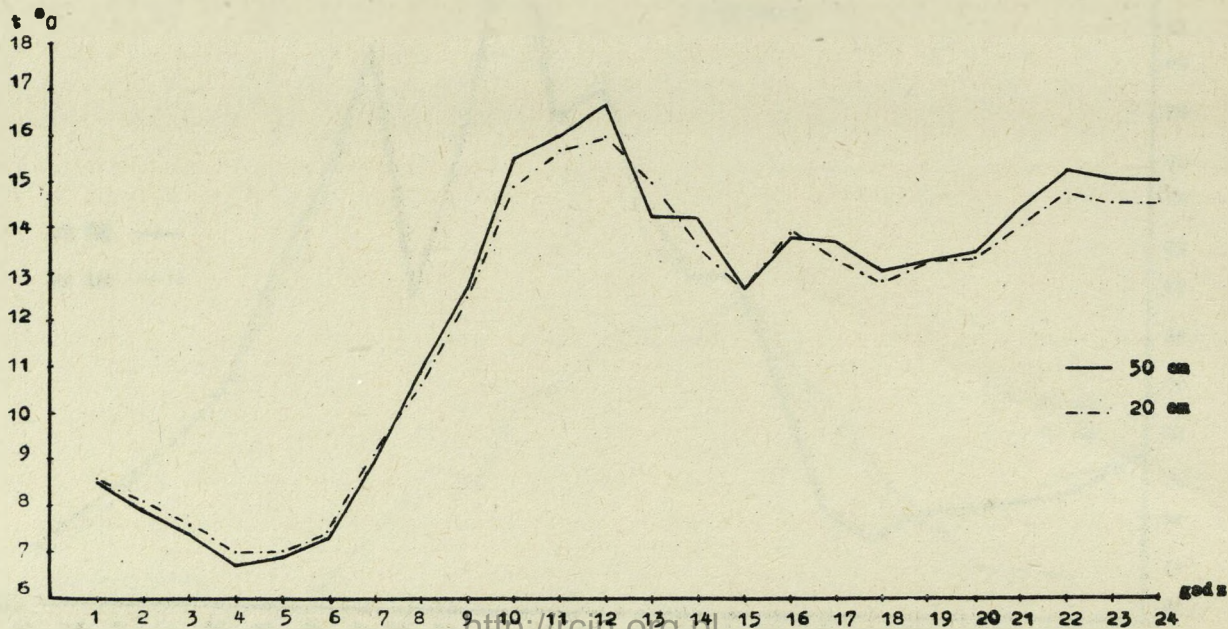
DOBOWY PRZEBIEG TEMPERATURY POWIETRZA W DNIU 4. VIII. 1961

STANOWISKO A



DOBOWY PRZEBIEG TEMPERATURY POWIETRZA W DNIU 4. VIII 1961

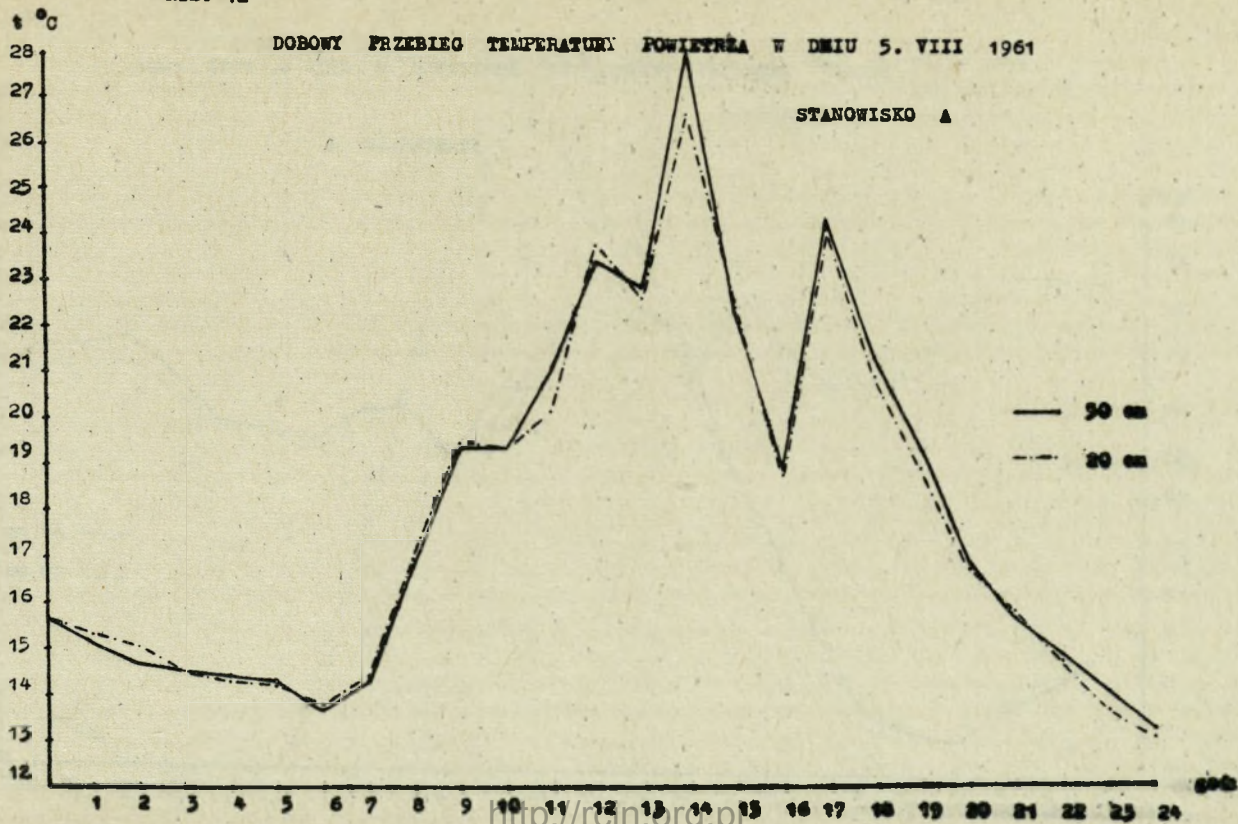
STANOWISKO B



RYC. 12

DOBOWY PRZEBIEG TEMPERATURY POWIETRZA W DNIU 5. VIII 1961

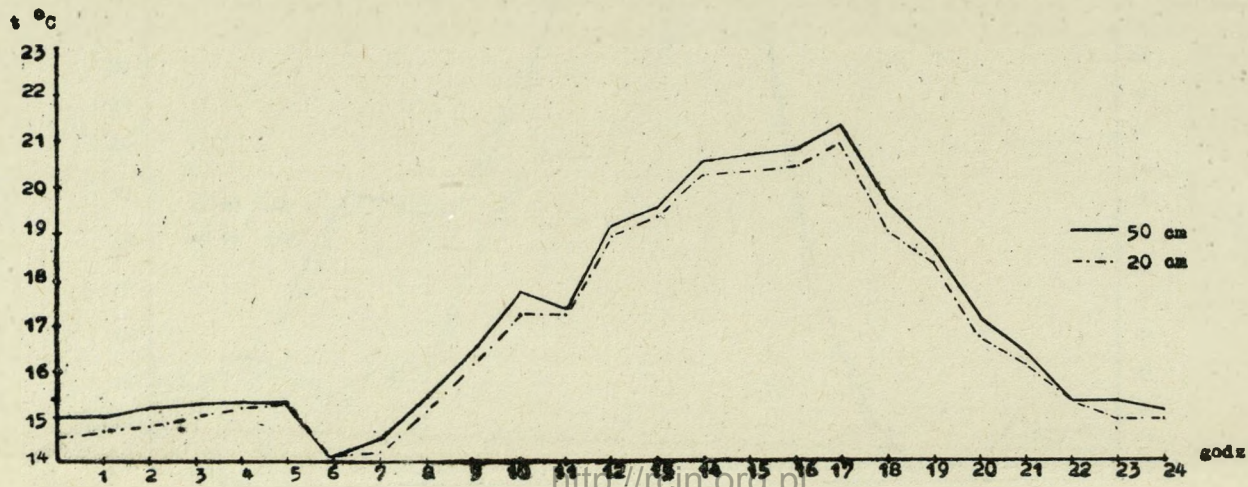
STANOWISKO A



RYC.13

DOBOWY PRZEBIEG TEMPERATURY POWIETRZA W DNIU 5.VIII. 1961

STANOWISKO B



Temperatura powietrza i gruntu w °C, w dniu 4 sierpnia 1961 r. na łące /stanowisko A/

Tabela 1

głęb. z /cm/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
50	6,5	6,1	5,4	5,2	5,4	5,4	7,2	10,6	14,4	17,4	19,2	19,1	17,0	16,7	13,6	15,8	14,6	13,7	13,8	13,9	15,3	16,0	16,0	15,8			
20	6,6	6,2	5,4	5,4	5,6	5,5	7,7	10,8	14,0	16,5	18,9	19,5	17,3	16,5	14,1	16,4	14,7	13,5	14,2	14,3	15,1	15,7	15,9	15,7			
0	13,4	13,2	12,8	12,8	12,6	12,3	12,6	13,0	13,9	14,1	14,6	15,2	15,2	15,4	15,2	15,6	15,7	15,4	15,2	15,2	15,0	14,8	14,6	14,5			
2	13,4	13,2	13,0	12,8	12,6	12,4	12,6	12,9	13,3	13,4	14,4	14,4	14,9	15,2	15,0	15,4	15,9	15,3	15,2	15,0	14,9	14,8	14,6	14,5			
5	14,5	14,3	14,1	13,9	13,7	13,5	13,5	13,5	13,6	13,8	14,1	14,5	14,7	14,8	15,0	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,0	14,9	14,8			
10	14,9	14,7	14,6	14,4	14,3	14,0	14,0	13,9	13,9	13,9	14,0	14,1	14,3	14,5	14,7	14,7	14,9	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	14,9	14,9			
20	14,9	14,8	14,8	14,7	14,6	14,5	14,5	14,5	14,4	14,3	14,3	14,4	14,3	14,3	14,4	14,5	14,5	14,5	14,6	14,7	14,7	14,7	14,8	14,6			
50	14,6	14,6	14,6	14,6	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,6	14,6	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,5			
100	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8			
Stan gruntu	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			
Wiatr	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S	S	F	C	C	C	U	U	U	U			
Opad	mżawka: 15,30 - 17,05;				deszcz: 10,55 - 11,40, 12,45 - 15,30, 17,05 - 18,10;								rosa: 0,00 - 10,55														

Stan gruntu: S - suchy, W - wilgotny, M - mokry

Prędkość wiatru: C - cisza, P - powiew, S - słaby, Ł - łagodny, U - umiarkowany, DS - dość silny.

Temperatura powietrza i gruntu w °C, w dniu 4 sierpnia 1961 r. w parku /stanowisko B/

Tabela 2

głęb. z /cm/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
50	8,5	7,9	7,4	6,7	6,9	7,3	8,9	10,9	12,7	15,5	16,0	16,7	14,3	14,2	12,7	13,8	13,7	13,1	13,3	13,5	14,5	15,3	15,1	15,1
20	8,6	8,1	7,6	7,0	7,0	7,4	9,1	10,6	12,5	14,9	15,7	16,0	15,0	13,6	12,7	13,9	13,3	12,9	13,3	13,4	14,1	14,8	14,6	14,6
0	11,2	10,8	10,5	10,1	9,9	9,7	10,0	10,7	11,4	12,1	12,7	13,1	13,0	13,1	12,8	13,2	13,1	12,9	12,8	12,8	12,9	13,1	13,0	13,0
2	11,5	11,2	10,8	10,5	10,2	9,8	10,2	10,8	11,5	12,2	12,8	13,2	13,2	13,3	13,0	13,4	13,2	13,1	13,0	13,0	13,2	13,2	13,1	13,1
5	12,6	12,3	12,0	11,8	11,7	11,3	11,3	11,3	11,5	11,8	12,2	12,5	12,7	12,8	12,8	12,9	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,0	13,0
10	12,8	12,6	12,4	12,2	12,0	11,8	11,8	11,6	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,4	12,6	12,7	12,7	12,8	12,8	12,8	12,8	12,9	12,9	12,9
20	12,8	12,7	12,5	12,4	12,3	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,1	12,2	12,2	12,4	12,4	12,4	12,5	12,5	12,6	12,6	12,4	12,4
50	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,3	12,3	12,3	12,3	12,4	12,3	12,3	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stan gruntu	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Wiatr	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Ł	Ł	Ł

Temperatura powietrza i gruntu w °C, w dniu 5 sierpnia 1961 r. na łące /stanowisko A/

Tabela 3

godz. z/om/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
50	15,1	14,7	14,5	14,4	14,3	13,7	14,3	16,8	19,3	19,3	21,0	23,3	22,7	27,8	22,2	18,8	24,2	21,2	19,2	16,8	15,6	14,8	14,0	13,2
20	15,3	15,0	14,5	14,3	14,2	13,8	14,4	16,9	19,4	19,3	20,1	23,7	22,5	26,5	22,3	18,7	24,0	20,8	18,8	16,7	15,7	14,7	13,6	13,0
0	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,7	15,1	15,6	15,0	15,4	17,1	17,7	17,6	18,8	17,6	17,5	17,2	16,4	16,2	15,8	15,8	15,6
2	14,4	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,7	14,9	15,4	15,6	16,1	16,7	17,3	17,4	17,3	17,4	17,2	16,9	16,5	16,2	15,8	15,7	15,6
5	14,7	14,6	14,6	14,6	14,6	14,7	14,7	14,8	14,9	15,1	15,3	15,5	15,9	16,1	16,8	16,7	16,8	16,4	16,9	16,7	16,4	16,3	16,1	16,0
10	14,8	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,8	14,9	15,0	15,1	15,4	16,5	16,1	15,8	16,2	16,4	16,6	16,5	16,3	16,4	16,3	16,2
20	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,8	14,9	15,1	15,2	15,1	15,4	15,7	15,5	15,5	15,7	15,7	15,7
50	14,5	14,5	14,5	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,7	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,7	14,7	14,6	14,6	14,6	14,6
100	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Stan gruntu	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Wiatr	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	P	P	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Zachmurzenie	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	9	8	8	6	6	6	7	3	2	1	1	1	0	0
Opad	szafka: 7,01 - 7,45;											rosa: 0,00 - 6,10, 21,00 - 24,00												

Temperatura powietrza i gruntu w °C, w dniu 5 sierpnia 1961 r. w parku /stanowisko B/

Tabela 4

godz. z/om/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
50	15,0	15,2	15,3	15,3	15,3	14,1	14,5	15,4	16,4	17,7	17,3	19,1	19,5	20,5	20,7	20,8	21,3	19,6	18,6	17,1	16,3	15,3	15,3	15,1
20	14,7	14,8	15,0	15,2	15,3	14,1	14,2	15,1	16,1	17,2	17,2	18,9	19,3	20,2	20,3	20,4	20,9	19,0	18,3	16,7	16,1	15,3	14,9	14,9
0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,2	13,2	13,1	13,7	14,2	14,6	14,8	15,5	15,9	16,2	16,2	16,2	16,4	16,4	16,2	16,2	15,4	15,1	14,9	14,6
2	13,1	13,1	13,2	13,3	13,4	13,3	13,2	13,7	14,2	14,6	14,8	15,4	15,8	16,0	16,1	16,2	16,3	16,3	16,2	16,2	15,5	15,2	15,1	14,8
5	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,4	13,7	13,6	13,8	14,0	14,3	14,6	14,8	15,0	15,0	15,4	15,3	15,5	15,5	15,3	15,1	15,1	15,0
10	12,9	12,9	13,0	13,1	13,1	13,2	13,2	13,2	13,3	13,4	13,6	13,7	13,9	14,2	14,2	14,2	14,7	14,9	14,9	15,0	15,0	15,0	15,0	14,9
20	12,4	12,4	12,5	12,7	12,8	12,7	12,8	12,9	13,0	13,0	13,2	13,2	13,2	13,4	13,5	13,6	13,8	13,9	14,0	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
50	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,3	12,3	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,5	12,4	12,5	12,4	12,4	12,5	12,5
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stan gruntu	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Wiatr	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Temperatura powietrza i gruntu w °C, w dniu 6 sierpnia 1961 r. na łące /stanowisko A/

Tabela 5

z /om/ \ godz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
50	14,4	14,4	14,8	13,6	13,6	13,6	14,6	16,8	20,2	25,8	27,3	29,8	30,0	31,8	27,3	26,9	24,2	22,9	20,8	20,8	21,2	21,4	19,9	17,7
20	13,9	14,2	14,3	13,3	13,5	13,3	14,3	16,4	19,2	25,6	27,3	31,0	31,3	32,3	27,6	25,8	24,0	23,3	20,1	20,0	19,7	20,9	19,1	17,3
0	15,4	15,3	15,2	15,2	15,0	14,9	14,7	14,8	15,2	16,0	16,5	18,2	19,2	20,3	20,8	20,0	19,7	19,5	19,0	18,5	18,2	17,9	17,7	17,5
2	15,4	15,3	15,2	15,1	15,0	14,9	14,8	14,8	15,2	15,6	16,1	17,6	18,9	20,0	20,4	19,6	19,4	19,2	18,7	18,3	18,0	17,8	17,6	17,4
5	15,8	15,7	15,6	15,5	15,4	15,3	15,1	15,1	15,3	15,5	15,9	16,5	17,2	17,9	18,4	18,5	18,7	18,5	18,4	18,3	18,1	17,9	17,7	17,7
10	16,2	16,0	15,9	15,8	15,7	15,6	15,4	15,3	15,5	15,5	15,7	15,8	16,1	16,7	17,0	17,4	17,7	17,9	17,9	17,9	17,9	17,8	17,8	17,7
20	15,7	15,7	15,6	15,6	15,5	15,5	15,3	15,4	15,5	15,5	15,5	15,7	15,7	15,8	15,8	16,0	16,2	16,2	16,4	16,6	16,6	16,7	16,7	16,7
50	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,8	14,8	15,0	15,0	15,0	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
100	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Stan gruntu	M	M	M	M	M	M	M	M	M	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Wiatr	C	C	C	P	P	P	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S	C	C
Zachmurzenie	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	8	8	8	8	3	5	5	5	0	0
Opad	rosa: 0,00 - 11,10, 19,30 - 24,00																							

Temperatura powietrza i gruntu w °C w dniu 6 sierpnia 1961 r. w parku /stanowisko B/

Tabela 6

z /om/ \ godz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
50	14,9	15,6	15,3	14,7	15,3	15,2	17,7	19,4	20,0	20,2	21,6	25,2	24,3	27,5	26,9	22,7	22,3	21,5	20,1	20,1	20,3	19,9	19,1	17,9
20	14,7	15,3	15,1	14,5	15,1	15,0	17,6	19,1	19,7	19,9	21,1	24,6	23,5	26,1	26,4	22,1	21,6	20,8	19,9	19,7	19,8	19,5	18,7	17,8
0	14,5	14,5	14,5	14,4	14,3	14,3	14,7	15,2	15,4	16,5	17,3	17,0	18,8	18,8	19,9	19,2	18,9	18,8	18,3	18,0	18,0	17,9	17,6	17,4
2	14,7	14,7	14,7	14,5	14,5	14,4	14,8	15,2	15,4	16,6	17,2	17,8	18,4	18,4	19,5	19,1	18,8	18,7	18,3	18,0	18,0	17,9	17,7	17,5
5	14,9	14,8	14,8	14,7	14,7	14,6	14,7	14,8	14,9	15,1	15,7	16,0	16,6	16,9	17,2	17,5	17,6	17,6	17,5	17,4	17,4	17,4	17,3	17,1
10	14,8	14,7	14,6	14,6	14,5	14,5	14,4	14,4	14,5	14,6	15,0	15,1	15,5	15,9	16,3	16,5	16,7	16,8	16,8	16,9	16,9	16,9	16,8	16,8
20	14,2	14,2	14,2	14,2	14,1	14,1	13,9	14,0	14,0	14,3	14,3	14,5	14,7	14,8	15,1	15,2	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,8	15,8	15,8
50	12,5	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,7	12,8	12,8	12,9	12,9	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,1	13,2	13,2	13,2
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stan gruntu	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Wiatr	C	C	C	P	P	P	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	DS	C	C

Wartości strumienia ciepłego G w cal/cm² min. dla poszczególnych warstw gleby w dniu 4 sierpnia 1961 r. /stanowisko A/

Tabela 7

godz. h/cm	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-2	+0,005	+0,006	+0,003	+0,004	+0,005	-0,004	-0,008	-0,012	-0,006	-0,016	-0,008	-0,005	-0,008	+0,007	-0,009	-0,002	+0,005	+0,004	+0,001	+0,004	+0,004	+0,004	+0,002
2-5	+0,009	+0,004	+0,008	+0,009	+0,006	-0,006	-0,010	-0,007	-0,009	-0,020	-0,010	-0,010	-0,014	+0,005	-0,008	-0,001	+0,003	+0,003	+0,002	+0,004	+0,004	+0,004	+0,004
5-10	+0,010	+0,011	+0,005	+0,012	+0,011	+0,004	+0,002	-0,003	-0,007	-0,008	-0,013	-0,010	-0,012	-0,013	-0,004	-0,003	-0,005	-0,001	+0,001	-0,005	+0,002	+0,008	+0,006
10-15	+0,007	+0,006	+0,004	+0,012	+0,012	+0,005	+0,002	+0,001	+0,002	-0,002	-0,002	-0,011	-0,010	-0,008	-0,005	-0,005	-0,009	-0,001	-0,004	-0,002	+0,001	+0,006	+0,006
15-20	+0,004	+0,003	+0,005	+0,006	+0,005	+0,003	+0,003	+0,003	+0,004	-0,002	-0,001	-0,002	-0,002	-0,004	-0,003	-0,004	-0,004	-0,002	-0,003	-0,003	-0,001	0,000	+0,007
20-30	+0,004	+0,004	+0,009	+0,009	+0,004	+0,003	+0,004	+0,003	+0,008	-0,005	-0,002	+0,003	+0,005	-0,010	-0,003	-0,003	-0,005	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,002	+0,012
30-40	+0,003	+0,003	+0,008	+0,006	+0,001	+0,001	+0,002	0,000	+0,004	-0,004	-0,001	+0,003	+0,005	-0,005	-0,001	-0,002	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	0,000	0,000	+0,009
40-50	+0,001	+0,001	+0,006	+0,004	-0,001	-0,003	+0,001	-0,003	-0,001	-0,003	0,000	+0,002	+0,004	0,000	-0,001	0,000	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	+0,002	+0,003	+0,005

Wartości strumienia ciepłego G w cal/cm² min. dla poszczególnych warstw gleby w dniu 4 sierpnia 1961 r. /stanowisko B/

Tabela 8

godz. h/cm	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-2	+0,006	+0,005	+0,005	+0,004	+0,004	-0,005	-0,010	-0,011	-0,012	-0,009	-0,006	0,000	0,000	+0,004	-0,006	+0,002	+0,003	+0,002	0,000	-0,002	-0,001	+0,001	0,000
2-5	+0,010	+0,008	+0,006	+0,006	+0,010	-0,005	-0,007	-0,010	-0,013	-0,011	-0,008	-0,003	-0,001	+0,003	-0,006	+0,002	+0,002	+0,001	0,000	-0,002	-0,001	+0,001	0,000
5-10	+0,008	+0,009	+0,008	+0,008	+0,008	+0,004	0,000	0,000	-0,006	-0,013	-0,010	-0,008	-0,004	-0,007	-0,003	-0,004	-0,001	-0,002	+0,001	-0,001	-0,001	+0,002	+0,001
10-15	+0,007	+0,007	+0,007	+0,007	+0,007	+0,004	+0,004	+0,004	-0,003	-0,004	-0,006	-0,006	-0,004	-0,008	-0,005	+0,002	-0,004	-0,002	0,000	-0,002	-0,001	+0,002	+0,002
15-20	+0,007	+0,007	+0,007	+0,006	+0,007	+0,004	+0,003	+0,002	-0,001	0,000	-0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,006	+0,003	-0,005	-0,004	-0,002	-0,003	-0,001	+0,005	+0,002
20-30	+0,011	+0,011	+0,010	+0,010	+0,010	+0,006	+0,003	+0,002	-0,001	+0,001	-0,004	-0,006	-0,006	-0,003	-0,007	+0,004	-0,008	-0,006	-0,004	-0,005	-0,001	+0,015	+0,004
30-40	+0,006	+0,006	+0,006	+0,005	+0,006	+0,003	+0,001	0,000	-0,002	0,000	-0,004	-0,002	0,000	0,000	-0,002	+0,002	-0,004	-0,003	-0,002	-0,003	-0,001	+0,009	+0,003
40-50	+0,002	+0,002	+0,002	+0,002	+0,002	0,000	-0,002	-0,001	-0,002	-0,002	-0,003	+0,001	+0,003	+0,002	+0,001	+0,001	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	+0,003	+0,001

Wartości strumienia ciepłego G w cal/cm² min. dla poszczególnych warstw gleby w dniu 5 sierpnia 1961 r. /stanowisko A/

Tabela 9

godz. h/cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-2	+0,002	+0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,007	-0,008	-0,011	0,000	-0,010	-0,025	-0,013	-0,001	-0,007	+0,008	+0,006	+0,008	+0,013	+0,007	+0,008	+0,002	+0,003
2-5	+0,004	+0,002	0,000	0,000	0,000	-0,002	-0,002	-0,006	-0,006	-0,010	-0,009	-0,012	-0,012	-0,014	-0,006	+0,003	-0,008	+0,020	-0,009	+0,009	+0,010	+0,011	+0,005	+0,003
5-10	+0,004	+0,003	+0,002	0,000	0,000	+0,001	-0,003	-0,003	-0,004	-0,007	-0,008	-0,010	-0,020	-0,039	-0,006	+0,011	-0,013	+0,006	-0,025	+0,007	+0,010	+0,002	+0,005	+0,007
10-15	+0,003	+0,003	+0,002	0,000	0,000	-0,002	-0,001	-0,002	-0,002	-0,004	-0,004	-0,006	-0,016	-0,045	+0,010	+0,018	-0,022	-0,014	-0,004	+0,001	+0,005	-0,002	+0,004	+0,005
15-20	+0,002	+0,001	0,000	0,000	0,000	-0,003	-0,001	-0,002	-0,001	-0,001	-0,002	-0,003	-0,010	-0,013	-0,007	+0,011	-0,019	-0,012	+0,005	-0,002	-0,004	-0,002	+0,001	+0,002
20-30	+0,005	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,006	-0,002	-0,002	0,000	0,000	-0,003	-0,006	-0,007	-0,012	-0,006	+0,006	-0,024	+0,010	+0,001	-0,009	-0,003	0,000	0,000	0,000
30-40	+0,003	0,000	0,000	0,000	-0,002	-0,005	-0,002	-0,002	0,000	0,000	-0,004	-0,006	-0,006	-0,008	-0,004	+0,004	-0,018	-0,016	+0,008	+0,002	-0,004	-0,002	0,000	0,000
40-50	+0,001	0,000	0,000	0,000	-0,003	-0,004	-0,001	-0,001	0,000	0,000	-0,004	-0,005	-0,005	-0,006	-0,002	+0,002	-0,004	-0,003	+0,003	+0,004	+0,002	-0,002	0,000	0,000

Wartości strumienia ciepłego G w cal/cm² min. dla poszczególnych warstw gleby w dniu 5 sierpnia 1961 r. /stanowisko B/

Tabela 10

głęb. z /cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	23-23	23-24
0-2	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,001	0,000	+0,002	-0,008	-0,008	-0,005	-0,004	-0,009	-0,007	-0,004	-0,001	-0,001	-0,002	0,000	+0,002	+0,001	+0,010	+0,005	+0,003	+0,004
2-5	0,000	-0,002	-0,001	-0,002	-0,001	-0,001	+0,001	-0,006	-0,007	-0,008	-0,008	-0,010	-0,011	-0,008	-0,004	0,000	-0,002	+0,003	-0,002	+0,005	+0,010	+0,004	+0,003	+0,003
5-10	0,000	-0,006	-0,002	-0,002	-0,003	-0,002	-0,002	-0,003	-0,002	-0,006	-0,006	-0,008	-0,011	-0,011	-0,002	-0,004	-0,011	-0,007	-0,003	-0,002	+0,002	+0,002	+0,003	+0,001
10-15	0,000	-0,006	-0,002	-0,002	-0,004	-0,001	-0,001	-0,003	-0,003	-0,004	-0,006	-0,006	-0,007	-0,008	-0,002	-0,003	-0,011	-0,009	-0,005	-0,002	-0,002	0,000	+0,001	+0,003
15-20	0,000	-0,002	-0,005	-0,006	-0,004	+0,001	-0,002	-0,004	-0,004	-0,002	-0,004	-0,005	-0,005	-0,006	-0,004	-0,005	-0,008	-0,006	-0,006	-0,006	-0,003	0,000	+0,001	+0,002
20-30	0,000	0,000	-0,012	-0,016	-0,007	+0,003	-0,003	-0,010	-0,008	-0,003	-0,004	-0,006	-0,004	-0,007	-0,012	-0,009	-0,010	-0,009	-0,010	-0,009	-0,005	0,000	0,000	-0,001
30-40	0,000	0,000	-0,007	-0,009	-0,004	+0,003	-0,003	-0,006	-0,006	-0,005	-0,004	-0,003	-0,002	-0,001	-0,008	-0,005	-0,004	-0,005	-0,004	-0,005	-0,003	0,000	-0,003	-0,002
40-50	0,000	0,000	-0,002	-0,003	-0,002	+0,002	-0,002	-0,004	-0,004	-0,004	-0,002	-0,002	-0,001	0,000	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001	0,000	-0,002	-0,002

Wartości strumienia ciepłego G w cal/cm² min. dla poszczególnych warstw gleby w dniu 6 sierpnia 1961 r. /stanowisko A/

Tabela 11

głęb. z /cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-	23-24
0-2	+0,005	+0,002	+0,002	+0,002	+0,003	+0,003	+0,003	-0,001	-0,009	-0,012	-0,014	-0,033	-0,030	-0,026	-0,009	+0,015	+0,009	+0,005	+0,011	+0,011	+0,007	+0,005	+0,004	+0,005
2-5	+0,006	+0,003	+0,004	+0,003	+0,004	+0,004	+0,004	-0,001	-0,009	-0,010	-0,015	-0,033	-0,036	-0,031	-0,014	+0,010	+0,004	+0,008	+0,009	+0,008	+0,009	+0,007	+0,006	+0,005
5-10	+0,004	+0,010	+0,008	+0,006	+0,005	+0,009	+0,010	+0,003	-0,010	-0,006	-0,015	-0,017	-0,021	-0,049	-0,022	-0,016	-0,013	-0,003	+0,004	0,000	+0,008	+0,006	+0,004	+0,004
10-15	+0,002	+0,008	+0,004	+0,004	+0,004	+0,006	+0,008	+0,004	-0,007	-0,001	-0,007	-0,009	-0,011	-0,015	-0,013	-0,020	-0,021	-0,010	-0,006	-0,004	-0,001	-0,002	0,000	+0,005
15-20	0,000	+0,004	+0,002	+0,002	+0,003	+0,005	+0,006	-0,001	-0,003	-0,002	-0,004	-0,006	-0,007	-0,003	-0,005	-0,007	-0,014	-0,008	-0,010	-0,009	-0,004	-0,003	-0,002	+0,002
20-30	-0,002	+0,003	+0,003	+0,003	+0,004	+0,008	+0,008	-0,004	-0,006	-0,006	-0,010	-0,009	-0,004	-0,006	-0,009	-0,009	-0,016	-0,007	-0,012	-0,013	-0,008	-0,005	-0,004	0,000
30-40	-0,004	0,000	+0,002	+0,002	+0,003	+0,005	+0,005	-0,005	-0,006	-0,007	-0,007	-0,009	-0,008	-0,005	-0,004	-0,003	-0,008	-0,002	-0,006	-0,006	-0,004	-0,003	-0,002	0,000
40-50	-0,005	-0,004	+0,002	+0,001	+0,001	+0,002	+0,002	-0,006	-0,006	-0,009	-0,009	-0,008	-0,008	-0,005	-0,002	+0,002	-0,001	+0,002	+0,001	+0,001	-0,002	-0,001	-0,001	0,000

Wartości strumienia ciepłego G w cal/cm² min. dla poszczególnych warstw gleby w dniu 6 sierpnia 1961 r. /stanowisko B/

Tabela 12

głęb. z /cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	13-19	19-20	20-21	21-22	23-23	23-24
0-2	+0,003	0,000	+0,001	+0,001	+0,002	0,000	-0,007	-0,007	-0,003	-0,018	-0,010	-0,005	-0,016	-0,002	-0,016	+0,007	+0,005	+0,003	+0,006	+0,004	+0,002	+0,002	+0,003	+0,003
2-5	+0,003	+0,001	+0,001	+0,002	+0,002	+0,001	-0,005	-0,006	-0,006	-0,018	-0,014	-0,014	-0,010	-0,008	-0,014	-0,008	+0,002	+0,008	+0,005	+0,006	0,000	+0,001	+0,004	+0,005
5-10	+0,004	+0,004	+0,003	+0,002	+0,002	+0,001	+0,002	-0,002	-0,006	-0,004	-0,015	-0,010	-0,015	-0,015	-0,020	-0,008	+0,005	+0,004	+0,002	+0,001	+0,002	+0,001	+0,001	+0,005
10-15	+0,003	+0,003	+0,002	+0,002	+0,002	+0,002	+0,005	-0,001	-0,003	-0,006	-0,008	-0,009	-0,010	-0,012	-0,016	-0,010	+0,006	-0,006	-0,002	-0,002	-0,003	-0,001	+0,001	+0,003
15-20	+0,001	+0,001	+0,001	+0,002	+0,002	+0,002	+0,005	-0,001	-0,003	-0,009	-0,005	-0,008	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,007	-0,007	-0,004	-0,004	-0,004	-0,003	+0,002	+0,002
20-30	-0,003	-0,002	+0,001	+0,003	+0,005	+0,003	+0,006	-0,003	-0,005	-0,016	-0,008	-0,014	-0,014	-0,013	-0,012	-0,013	-0,010	-0,010	-0,008	-0,007	-0,008	-0,005	+0,002	+0,002
30-40	-0,005	-0,003	0,000	+0,001	+0,003	0,000	+0,001	-0,003	-0,005	-0,011	-0,008	-0,010	-0,008	-0,008	-0,008	-0,008	-0,006	-0,005	-0,006	-0,006	-0,006	-0,005	+0,001	+0,001
40-50	-0,005	-0,003	-0,002	-0,002	+0,002	-0,003	-0,003	-0,004	-0,004	-0,007	-0,007	-0,006	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,002	-0,001	-0,004	-0,004	-0,005	-0,005	+0,001	+0,001

Sumy ilości ciepła G w cal/cm² min. dla 3 warstw gleby w dniu 4 sierpnia 1961 r. /stanowisko A/

Tabela 13

głębokość s/cm	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-50	+0,043	+0,038	+0,048	+0,062	+0,043	+0,003	-0,004	-0,018	-0,005	-0,060	-0,037	-0,030	-0,032	-0,028	-0,034	-0,020	-0,019	-0,005	-0,011	-0,010	+0,008	+0,023	+0,051
2-50	+0,038	+0,032	+0,045	+0,058	+0,038	+0,007	+0,004	-0,006	+0,001	-0,044	-0,029	-0,025	-0,024	-0,035	-0,025	-0,018	-0,024	-0,009	-0,012	-0,014	+0,004	+0,009	+0,049
5-50	+0,029	+0,028	+0,037	+0,049	+0,032	+0,013	+0,014	+0,001	+0,010	-0,024	-0,019	-0,015	-0,010	-0,040	-0,017	-0,017	-0,027	-0,012	-0,014	-0,018	0,000	+0,019	+0,045

Sumy ilości ciepła G w cal/cm² min. dla 3 warstw gleby w dniu 4 sierpnia 1961 r. /stanowisko B/

Tabela 14

głębokość s/cm	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-50	+0,037	+0,055	+0,051	+0,048	+0,054	+0,011	-0,008	-0,014	-0,040	-0,038	-0,045	-0,028	-0,018	-0,013	-0,034	+0,012	-0,019	-0,015	-0,008	-0,019	-0,008	+0,038	+0,013
2-50	+0,051	+0,050	+0,046	+0,044	+0,050	+0,016	+0,002	-0,003	-0,028	-0,029	-0,039	-0,028	-0,018	-0,017	-0,028	+0,010	-0,022	-0,017	-0,008	+0,017	-0,007	+0,037	+0,013
5-50	+0,041	+0,042	+0,040	+0,038	+0,040	+0,021	+0,009	+0,007	-0,015	-0,018	-0,031	-0,025	-0,017	-0,020	-0,022	+0,008	-0,024	-0,018	-0,008	-0,015	-0,006	+0,036	+0,013

Sumy ilości ciepła G w cal/cm² min. dla 3 warstw gleby w dniu 5 sierpnia 1961 r. /stanowisko A/

Tabela 15

głębokość s/cm	0-1	1-2	2-3	4-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-50	+0,024	+0,011	+0,004	0,000	-0,006	-0,021	-0,013	-0,025	-0,021	-0,033	-0,034	-0,058	-0,101	-0,150	-0,022	+0,048	-0,100	-0,040	-0,002	+0,035	+0,017	+0,010	+0,017	+0,020
2-50	+0,022	+0,009	+0,004	0,000	-0,006	-0,021	-0,012	-0,018	-0,013	-0,022	-0,034	-0,048	-0,076	-0,137	-0,021	+0,055	-0,108	-0,010	+0,022	+0,010	+0,002	+0,015	+0,020	+0,017
5-50	+0,018	+0,007	+0,004	0,000	-0,006	-0,019	-0,010	-0,012	-0,007	-0,012	-0,025	-0,036	-0,064	-0,123	-0,015	+0,052	-0,100	-0,066	-0,001	+0,013	0,000	-0,009	+0,010	+0,014

Sumy ilości ciepła G w cal/cm² min. dla 3 warstw gleby w dniu 5 sierpnia 1961 r. /stanowisko B/

Tabela 16

głębokość s/cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-50	0,000	-0,016	-0,031	-0,041	-0,026	+0,005	-0,010	-0,044	-0,042	-0,037	-0,038	-0,049	-0,048	-0,045	-0,035	-0,029	-0,050	-0,035	-0,029	-0,020	-0,008	+0,011	+0,006	+0,008
2-50	0,000	-0,016	-0,031	-0,040	-0,025	+0,005	-0,012	-0,036	-0,034	-0,032	-0,034	-0,040	-0,041	-0,034	-0,028	-0,048	-0,035	-0,031	-0,021	-0,002	+0,006	+0,003	+0,004	+0,004
5-50	0,000	-0,014	-0,030	-0,038	-0,024	+0,006	-0,013	-0,030	-0,027	-0,024	-0,026	-0,030	-0,030	-0,033	-0,030	-0,028	-0,046	-0,038	-0,029	-0,026	-0,012	+0,002	0,000	+0,001

Sumy ilości ciepła G w cal/cm² min. dla 3 warstw gleby w dniu 6 sierpnia 1961 r. /stanowisko A/

Tabela 17

głębokość s/cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-50	+0,006	+0,026	+0,027	+0,023	+0,027	+0,042	+0,046	-0,011	-0,056	-0,053	-0,078	-0,125	-0,130	-0,138	-0,075	-0,028	-0,060	-0,015	-0,009	-0,012	+0,005	+0,004	+0,005	+0,021
2-50	+0,001	+0,024	+0,025	+0,021	+0,024	+0,039	+0,043	-0,010	-0,047	-0,041	-0,064	-0,092	-0,100	-0,112	-0,066	-0,043	-0,069	-0,020	-0,020	-0,023	-0,002	-0,001	+0,001	+0,016
5-50	-0,009	+0,021	+0,021	+0,018	+0,020	+0,035	+0,039	-0,009	-0,038	-0,031	-0,048	-0,059	-0,064	-0,081	-0,052	-0,053	-0,073	-0,028	-0,029	-0,031	-0,011	-0,008	-0,005	+0,011

Sumy ilości ciepła G w cal/cm² min. dla 3 warstw gleby w dniu 6 sierpnia 1961 r. /stanowisko B/

Tabela 18

głębokość s/cm	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
0-50	+0,001	+0,001	+0,005	+0,011	+0,020	+0,006	+0,004	-0,027	-0,035	-0,091	-0,075	-0,076	-0,085	-0,070	-0,098	-0,052	-0,029	-0,022	-0,011	-0,012	-0,023	-0,014	+0,015	+0,022
2-50	-0,002	+0,001	+0,004	+0,010	+0,018	+0,006	+0,011	-0,020	-0,032	-0,073	-0,065	-0,071	-0,069	-0,068	-0,082	-0,059	-0,034	-0,025	-0,017	-0,016	-0,025	-0,016	+0,012	+0,019
5-50	-0,005	0,000	+0,003	+0,008	+0,016	+0,005	+0,016	-0,014	-0,026	-0,055	-0,051	-0,057	-0,059	-0,060	-0,068	-0,051	-0,036	-0,033	-0,022	-0,022	-0,025	-0,017	+0,008	+0,014

S p i s t r e ś c i

	str.
Przedmowa	1
M.Kluge Pomiary promieniowania słonecznego całkowitego, promieniowania odbitego od powierzchni ziemi oraz albedo	4
M.W.Kraujalis Pomiary promieniowania długofalowego	15
J.Skoczek Pomiary wymiany ciepłej w gruncie	31

**WYKAZ ZESZYTÓW
DOKUMENTACJI GEOGRAFICZNEJ**

za ostatnie lata

1961

- 1 PRACA ZBIOROWA — **Klimat Hali Gąsienicowej**, tekst 20, 29 tabel, 44 ryc., zł 7.—
- 2 PRACA ZBIOROWA — **Z badań Stacji Naukowej IG PAN nad Jeziorem Mikołajskim**, s. 135 + nlb. 28 ryc. + mapa, + 2 tab., zł 7.—
- 3 PRACA ZBIOROWA — **Materiały do geografii przemysłu Polski**, s. 245, zł 7.—
- 4 M. BOGACKI — **Objaśnienie do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000 Arkusz N 34-93 Kolno**, s. 50, zł 7.—
- 5 PRACA ZBIOROWA — **Materiały do geografii zaludnienia Polski i Czechosłowacji**
- 6 E. TOMASZEWSKI — **Objaśnienie do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000 Arkusz N 33-143 — A KÓRNIK** s. 50 + 1 tab. nlb., zł 7.— (poz. 2, 4, 5, 6 do użytku służbowego)

1962

- 1 PRACA ZBIOROWA — **Economic Regionalization. Materials of the First General Meeting of the Commission held in Utrecht, the Netherlands, from 8 till 9 Sept. 1961**, s. 120, zł 7.—
- 2 T. Lijewski — **Geografia komunikacji woj. białostockiego**, s. 206 + mapy, zł 7.— (do użytku służbowego)
- 3 PRACA ZBIOROWA — **Instrukcja szczegółowego zdjęcia użytkowania ziemi. Wydanie III poprawione i uzupełnione** s. 130, zł 7.—
- 4 Ł. Górecka — **Związek przemysłu cementowego w Polsce ze środowiskiem geograficznym**. s. 171+36 nk.? (ryc. i fot.), zł 7.—
- 5 E. TOMASZEWSKI — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1:50 000. Arkusz N 33-131-C KOSTRZYŃ** s. 63 + ryc. nb, zł 7.— (do użytku służbowego).
- 6 PRACA ZBIOROWA — **Studia nad użytkowaniem ziemi — IV. Sprawozdania z prac w powiatach: koszalińskim, suwalskim i olsztyńskim**, str. 120 + ryc. nlb. zł 7.—

1963

- 1 S. ŻYŃDA — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1:50000. Arkusz N-33-139-B. TOPORÓW** s. 70 + nlb. ryc., zł 7.— (do użytku służb.)
- 2 D. KOSMOWSKA — **Objaśnienia do mapy typograficznej 1 : 50 000. Arkusz Ożarów**, s. 69 + nlb., zł 7.— (do użytku służb.)
- 3 Red. S. LESZCZYCKI — **Bibliografia Geografii Polski 1960**, s. 320, zł 7.—
- 4 PRACA ZBIOROWA — **Studia nad wymianą ciepłą na Stacji Naukowej Instytutu Geografii PAN w Wojcieszowce**, s. 40 + tab. + ryc. zł 7.—
- 5 PRACA ZBIOROWA — **Zagadnienia z geomorfologii i hydrografii** (w druku)

Cena zł 7.-