

PROMIENIOWANIE POCHŁONIĘTE NA OBSZARZE KAMIENISTEJ TUNDRY ARKTYCZNEJ W OKRESIE WIOSENNO-LETNIM PRZY ODMIENNYCH TYPACH POGODY (HORNSUND, SW SPITSBERGEN)

Marek Angiel

Institut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Stacja Naukowa w Łazach i Bochni

1. Wprowadzenie

Ziemia otrzymuje energię ciepłą od Słońca w postaci promieniowania krótkofalowego, sama również wypromiowuje taką samą jej ilość w postaci promieniowania długofalowego. Przychód i rozchód tej energii bilansuje się jedynie w skali całego globu i to w okresie kilku lat. W skali jednego regionu czy krótszego odcinka czasu wartości te nie bilansują się.

W atmosferze i na powierzchni Ziemi trwa bezustanne przekształcanie się energii z jednej formy w drugą. Większość tych transformacji rozpoczyna się od promieniowania słonecznego i kończy na jego utracie drogą wypromieniowania długofalowego do przestrzeni kosmicznej. W suchym gruncie promieniowanie słoneczne powoduje wzrost zawartości ciepła w wierzchniej jego części oraz w powietrzu, a to przyczynia się do wzrostu temperatury. Gdy promieniowanie słoneczne pada na powierzchnię wilgotną, to jego część jest użyta na ogrzanie powierzchni, a część, na proces parowania pary wodnej. W każdym z tych przypadków bardzo ważną rolę odgrywa ta część promieniowania krótkofalowego, którą nazywa się promieniowaniem pochłoniętym przez powierzchnię czynną, lub saldem promieniowania krótkofalowego. Saldo to jest różnicą między promieniowaniem słonecznym całkowitym a promieniowaniem słonecznym odbitym od powierzchni czynnej.

Wymiana energii między atmosferą a podłożem należy do najważniejszych procesów fizycznogeograficznych - jest to jeden z głównych procesów, które kształtują czasową i przestrzenną strukturę środowiska i warunkują jego funkcjonowanie.

W ciągu roku obszary polarne wypromieniowują więcej energii cieplnej niż je otrzymują. Jednak obszary te nie stają się coraz bardziej chłodne, co jest wynikiem przepływu ciepła z regionów cieplejszych do chłodniejszych i pozwala utrzymać istniejącą równowagę. Na obszarze niezlodowaconych wybrzeży Arktyki można wyróżnić bardzo długi okres jesienno-zimowy, w którym podłoże, całkowicie przykryte śniegiem więcej traci energii cieplnej niż jej otrzymuje i krótki wiosenno-letni czas dnia polarnego, kiedy to dostawa energii cieplnej przewyższa straty.

Na niezlodowaconych, niskich wybrzeżach SW Spitsbergenu pokrywa śnieżna zalega średnio do połowy czerwca. Lokalnie, w miejscach odsłoniętych i o ekspozycji południowej, śnieg zanika już od końca maja. Od momentu zejścia pokrywy śnieżnej, dzięki promieniowaniu słonecznemu następuje intensywny wzrost zawartości ciepła w gruncie. Temperatura gruntu podnosi się powyżej 0°C; rozmarza wierzchnia warstwa wieloletniej zmarzliny, rozpoczyna się krótki i intensywny sezon wegetacyjny. Już w połowie sierpnia pojawia się nowa pokrywa śnieżna, życie biologiczne gleb zamiera, grunt zamarza. Tak więc, okres bezśnieżny wiosny i lata, okres intensywnego pochłaniania promieniowania słonecznego przez wierzchnią warstwę gruntu, trwa w warunkach niskich wybrzeży SW Spitsbergenu od 2 do 3 miesięcy. Ten trzymiesięczny okres decyduje o strukturze środowiska tego regionu i warunkuje jego funkcjonowanie.

Niniejsze opracowanie, przedstawiające wyniki pomiarów promieniowania słonecznego pochłoniętego przez powierzchnię czynną, jest przyczynkiem do poznania procesów rozwojowych jednego z geosystemów arktycznych w okresie bezśnieżnym wiosny i lata - okresie bardzo krótkiej wegetacji na wybrzeżach SW Spitsbergenu.

Celem podjętych badań było poznanie dobowego i sezonowego rozkładu promieniowania pochłoniętego w jednym z charakterystycznych typów środowisk glebowo-roślinnych tundry arktycznej przy różnych typach pogody. Badania prowadzono w okresie wiosny i lata polarnego od momentu wiosennego zejścia pokrywy śnieżnej do jej ponownego, jesiennego pojawienia się.

2. Obszar badań, aparatura

Stanowisko badawcze (A) - (ryc.1) zlokalizowano na równinie niskiej, podniesionej terasy morskiej na wysokości 10 m n.p.m. u podnóża góry Fugleberget we fiordzie Hornsund na SW Spitsbergenie. W miejscu tym terasa morska jest rozległą powierzchnią o nachyleniu od 1 do 3°. Okrywają ją utwory pochodzenia niweofluwialnego i glacyfluwialnego, w których powstała sieć poligonalna należąca do grawitacyjnego typu gruntów modelowanych (Jahn 1970). Na takim podłożu rozwinęła się kriogeniczna gleba glejowa (Skiba 1991). Stanowisko pomiarowe usytuowane zostało w ubogiej, kamienistej tundrze arktycznej z dobrze wykształconymi wieńcami kamienistymi. Promieniowanie odbite mierzono wewnątrz wieńca kamienistego, którego powierzchnia była prawie całkowicie pozbawiona roślinności. Utwór glebowy należy do pyłu gliniastego; jest budowany z piasków, które stanowią 25% części mineralnych, pyłów (45% części mineralnych) i ilów (30% części mineralnych).



Ryc. 1. Położenie stanowiska pomiarowego (A), Hornsund, SW Spitsbergen

Location of measuring station (A) Hornsund, SW Spitsbergen

Zastosowana aparatura pomiarowa i rejestrująca umożliwiła uzyskanie wyników pozwalających na prześledzenie dobowego i sezonowego rozkładu promieniowania słonecznego całkowitego, odbitego i pochłoniętego przez powierzchnię czynną.

Badania prowadzono w sezonie wegetacyjnym roku 1989, od momentu zejścia pokrywy śnieżnej na stanowisku badawczym - to jest od 15 maja, do momentu pojawienia się jesiennej pokrywy śnieżnej na tym stanowisku - to jest do 15 sierpnia. Jest to pełnia dnia polarnego. Na szerokości geograficznej Hornsundu (77°N) słońce nie zachodzi od 1 maja do 17 sierpnia, a od 19 maja do 1 sierpnia utrzymuje się ono przez całą dobę powyżej 5° nad horyzontem.

Wartości strumieni promieniowania słonecznego były mierzone automatycznie co 60 sekund przez cały okres obserwacji (pomiaru wykonywano solarymetrem MW-81 i albedometrem MW-91). Do rejestracji wykorzystano rejestrator cyfrowy ("LOGGER"), który współpracując z mikrokomputerem klasy PC umożliwiał wprowadzanie wyników do pamięci maszyny. Wartości średnie godzinne obliczane były z 60 próbek, a średnie dobowe z wartości średnich godzinnych. Szczegółowy sposób pomiaru i przetwarzania danych zastosowany w trakcie badań przedstawiono w pracy metodycznej dotyczącej tych zagadnień (Angiel 1993).

3. Warunki pogodowe kształtowania się promieniowania słonecznego w okresie bezśnieżnym wiosny i lata

Pogoda i klimat Spitsbergenu w znacznej mierze kształtują się pod wpływem czynników cyrkulacyjnych (Niedźwiedź 1992). Przez Spitsbergen przemieszczają się często niży baryczne. Ich oddziaływanie polega z jednej strony na adwekcji powietrza z nad Atlantyku bądź z głębi Arktyki, z drugiej na likwidacji inwersji temperatury wskutek wzrostu zachmurzenia. Wyże, które pojawiają się nad Spitsbergenem sprzyjają silnemu wychłodzeniu radiacyjnemu w zimie i nagrzewaniu przez insolację w lecie. Na wiosnę, nad centrum Arktyki rozwijają się wyże, które często sięgają również w kierunku Spitsbergenu; w Hornsundzie maksimum w przebiegu rocznym ciśnienia przypada na maj. Latem, pogodę nad SW Spitsbergenem kształtują występujące na przemian niży i wyże. Przybliżona równowaga w częstości sytuacji niżowych i wyżowych występuje w lecie oraz w kwietniu. Jedynym miesiącem, w którym przeważa cyrkulacja antycykonalna jest maj, kiedy częstość występowania wszystkich układów wyżowych osiąga wartość 50%. Duża aktywność wyżów zaznacza się także w czerwcu i w sierpniu.

Wiosną (III-V) i latem (VI-VIII), w okresie 1961-1990, istniała równowaga między aktywnością wyżową a niżową (Niedźwiedz 1992). Latem 1989 roku przeważała aktywność niżów, wiosną tego roku obserwowano sytuację zbliżoną do równowagi z lekką przewagą aktywności niżów.

Aktywność wyżów i niżów decydowała o częstości wystąpienia poszczególnych typów pogód nad SW Spitsbergenem w okresie bezśnieżnym wiosny i lata. Biorąc pod uwagę te elementy meteorologiczne, które w sposób decydujący wpływają na wielkość strumieni promieniowania słonecznego (zachmurzenie przez chmury niskie, dobową sumę usłonecznienia, występowanie i czas trwania opadu oraz mgły) wydzielono pięć typów pogód:

- 1 - dni pogodne, bez opadu z bardzo wysokim usłonecznieniem,
- 2 - dni z zachmurzeniem umiarkowanym, bez opadu z wysokim usłonecznieniem,
- 3 - dni pochmurne, bez opadu z małym usłonecznieniem,
- 4 - dni z opadem, pochmurne z bardzo małym usłonecznieniem,
- 5 - dni z opadem i mgłą z zachmurzeniem całkowitym bez usłonecznienia.

W 93-dniowym, bezśnieżnym okresie wiosny i lata 1989 roku (15.05 - 15.08) najczęściej panowała pogoda określona jako typ 2 (31% dni) i typ 3 (26% dni). Dni deszczowe stanowiły 36% (typ pogody 4 - wystąpił przez 19% dni, a typ 5 - przez 17% dni). Tylko przez 6 dni panowała pogoda, którą opisano jako typ 1.

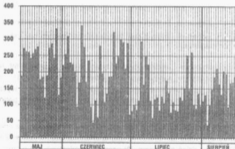
W maju (od 15 do 31) przez 61% dni panowała pogoda bez opadu, zachmurzenie było małe lub umiarkowane, a usłonecznienie wysokie. Zanotowano tylko jeden dzień z opadem. W czerwcu dominowały dni o typie pogody 1 i 2 (13 dni); pochmurnych dni z opadem zanotowano 9. Lipiec był dżdżysty i pochmurny - wystąpiły 21 dni z typem pogody 4 i 5; zanotowano tylko 3 dni pogodne z wysokim usłonecznieniem. W sierpniu (do 15) dominowały dni z zachmurzeniem umiarkowanym, bez opadu (8); trzy dni były deszczowe.

Reasumując, maj był solarny, czerwiec umiarkowanie solarny, z pogodą zmienną i niedużymi opadami, lipiec pochmurny i deszczowy, sierpień miarkowanie solarny i dość suchy. Pogoda panująca w czasie tych miesięcy była typowa dla średniej z wielolecia i była determinowana aktywnością wyżów w maju, czerwcu i w sierpniu oraz niżów w lipcu.

4. Sezonowy rozkład promieniowania słonecznego w okresie wiosenno-letnim

O dopływie promieniowania słonecznego decydowała ogólna cyrkulacja atmosferyczna. Na rycinie 2 przedstawiono sezonowy rozkład średniej dobowej wartości promieniowania całkowitego (RC) w okresie wiosenno-letnim 1989. Widoczne jest duże zróżnicowanie wielkości RC z dnia na dzień. Nie jest możliwe wydzielenie dłuższych, wielodniowych cykli o dużych czy małych sumach dobowych RC - dni o wysokiej średniej dobowej wartości promieniowania przeplatają się z dniami o niskiej średniej dobowej. Pod względem zróżnicowania wielkości RC z dnia na dzień najmniejszą zmienność wykazywał sierpień ($\sigma = 4.17$), a największą czerwiec ($\sigma = 7.19$).

W·m⁻²



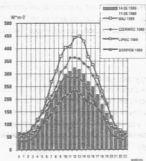
Ryc. 2. Średnie dobowe wartości promieniowania całkowitego
Daily mean values of global solar radiation

4.1. Promieniowanie całkowite

W okresie wiosenno-letnim 1989 roku średnia suma dobowa promieniowania całkowitego wynosiła 15.241 MJm²/d; najwyższą sumę dobową zanotowano w czerwcu (29.506 MJm²/d), a najniższą w sierpniu (3.277 MJm²/d).

Największą dostawę RC zanotowano w maju (tab. 1). Średnia dobową wartość RC wyniosła w tym miesiącu 233.1 W/m^2 i była o prawie 57 W/m^2 wyższa od średniej dla całego bezśnieżnego okresu wiosny i lata 1989 roku. Najniższą dostawę RC notowano w lipcu - średnia dobową wartość promieniowania wyniosła 133.7 W/m^2 i stanowiła tylko 56% wartości RC w maju. W czerwcu średnia dobową wartość promieniowania całkowitego była wysoka (202.2 W/m^2), a w sierpniu niska (148.6 W/m^2). Według przedstawionych przez Głowickiego (1985) danych dotyczących RC w Hornsundzie i w Isfjord Radio - typową jest sytuacja, w której wysokie sumy miesięczne RC notuje się w maju i w czerwcu, a niskie w lipcu i w sierpniu.

Na rycinie 3 zobrazowano średni dobowy rozkład wartości promieniowania całkowitego w okresie bezśnieżnym wiosny i lata 1989 roku na tle rozkładów dobowych tego promieniowania w poszczególnych miesiącach. W tabeli 1 zestawiono dodatkowo wartości średniego dobowego maksimum i minimum wartości RC, a informacje uzupełniają przedstawione w tabeli 2 sumy dobowe RC. Najwyższe średnie dobowe maksimum RC notowano w maju (448.7 W/m^2). Przewyższało ono o 85 W/m^2 średnie dobowe maksimum w czerwcu, o 154 W/m^2 w sierpniu i aż o 210 W/m^2 średnie dobowe maksimum w lipcu. Decydujący wpływ na wielkość średniej dobowej wartości RC i wielkość średniego dobowego maksimum w poszczególnych miesiącach wywiera częstość pojawiania się różnych typów pogody w tych miesiącach.



Ryc. 3. Średni dobowy przebieg wartości promieniowania całkowitego
Daily mean courses of values of global solar radiation

Tabela 1

Średnie dobowe wartości promieniowania słonecznego (W/m^2) w okresie wiosenno-letnim roku 1989 (Hornsund, SW Spitsbergen - kamienista tundra arktyczna)

Daily mean values of solar radiation (W/m^2) from the spring-summer period in 1989 (Hornsund, SW Spitsbergen - shingly arctic tundra)

Typ pogody	Promieniowanie całkowite			Promieniowanie odbite			Promieniowanie pochłonięte		
	średnia	śr.min	śr.max	średnia	śr.min	śr.max	średnia	śr.min	śr.max
	A. Średnie dobowe wartości promieniowania słonecznego w dniach o różnych typach pogody w całym okresie wiosenno-letnim								
1	268.9	49.200	508.900	31.900	17.500	53.900	237.000	30.700	457.000
2	245.5	56.800	464.800	32.100	19.100	50.800	213.400	37.700	415.500
3	169.2	60.200	322.000	28.800	18.600	43.500	140.500	41.400	278.500
4	114.8	52.000	186.300	23.800	17.400	30.300	91.0	33.800	156.000
5	96.4	37.000	182.900	21.800	14.400	28.900	74.9	22.500	154.100
	B. Średnie dobowe wartości promieniowania słonecznego w poszczególnych miesiącach okresu wiosenno-letniego								
Okres									
14.05-15.08	176.4	54.0	324.1	27.7	18.2	40.9	148.6	36.7	283.2
14-31.05	233.100	60.500	448.700	31.500	19.000	52.900	201.600	41.400	395.800
01-30.06	202.200	61.000	364.000	28.000	18.200	41.000	174.200	42.800	323.700
01-31.07	133.700	50.900	238.100	25.100	17.400	35.300	108.600	33.600	202.800
01-15.08	148.600	33.300	295.200	28.400	17.500	41.400	120.200	15.800	255.600

Średnie dobowe minima były najwyższe w czerwcu ($61 W/m^2$), a najniższe w sierpniu ($33 W/m^2$). O wielkości minimów decydował w poszczególnych miesiącach kąt padania promieni słonecznych w godzinach nocnych, który ze względów astronomicznych jest najwyższy w czerwcu. Częstość pojawiania się różnych typów pogody w poszczególnych miesiącach odgrywa drugorzędą rolę w kształtowaniu się wartości średnich dobowych minimów promieniowania całkowitego.

Tabela 2

Sumy dobowe promieniowania słonecznego całkowitego i pochłoniętego (MJm^2/d) w okresie wiosenno-létnim roku 1989 (Hornsund, SW Spitzbergen - kamienista tundra arktyczna)

Daily sums of solar global and absorbed radiation (MJm^2/d) from the spring-summer period in 1989 (Hornsund, SW Spitzbergen - stony arctic tundra)

Dzień	Promieniowanie całkowite				Promieniowanie pochłonięte			
	05	06	07	08	05	06	07	08
1		18,998	6,899	9,569		16,563	4,980	6,959
2		21,951	8,493	11,198		19,551	6,369	8,907
3		26,702	7,225	3,277		24,003	5,247	1,844
4		19,744	9,705	8,578		17,404	7,426	6,446
5		19,339	25,383	12,700		16,921	22,403	10,159
6		17,371	13,910	16,969		15,217	11,741	13,215
7		8,003	21,641	18,212		6,146	18,729	13,400
8		14,465	19,250	14,103		12,019	16,278	11,564
9		29,506	9,659	11,308		26,683	7,412	8,930
10		23,806	5,071	17,546		21,176	3,408	16,353
11		14,616	10,048	16,812		12,372	8,328	13,946
12		20,282	10,559	8,047		17,586	8,357	6,844
13		8,018	7,083	14,463		6,122	4,970	11,960
14	16,160	3,817	10,763	14,627	13,964	2,694	6,645	12,165
15	23,510	9,691	9,041	16,145	20,734	8,175	6,942	13,248
16	22,621	5,167	16,066		19,775	3,467	12,774	
17	22,482	24,182	11,733		19,576	21,064	9,483	
18	20,881	16,921	6,534		18,047	14,235	4,773	
19	22,156	9,263	9,321		19,154	7,464	7,262	
20	23,268	11,544	7,169		19,628	9,709	5,414	
21	23,880	16,970	6,843		20,928	13,434	5,119	
22	15,261	16,031	10,649		6,375	13,523	8,699	
23	15,844	27,781	9,797		10,673	24,674	7,657	
24	10,379	19,508	13,051		8,216	16,919	10,844	
25	16,327	21,420	21,744		14,667	18,768	18,800	
26	23,618	25,797	12,978		21,560	22,246	10,602	
27	24,714	26,139	22,606		21,927	22,189	20,070	
28	20,978	18,177	8,824		18,561	15,491	6,575	
29	28,664	24,893	7,619		25,627	21,780	6,096	
30	11,112	6,936	11,587		9,196	3,856	9,436	
31	16,732		8,403		13,421		6,976	
średnia	19,866	17,468	11,553	12,836	16,801	16,048	9,381	10,263
max	28,664	29,506	26,383	18,212	26,627	26,683	22,403	16,353
min	10,379	3,817	5,071	3,277	6,375	2,694	3,408	1,844
max-min	18,286	25,689	20,292	14,935	19,253	23,989	18,995	13,509
σ	5,00	7,19	5,28	4,17	6,39	6,73	4,96	3,73

4.2. Promieniowanie odbite

O wielkości promieniowania odbitego decyduje z jednej strony wielkość RC, z drugiej właściwości fizyczne podłoża (m.in. kolor, wilgotność) oraz roślinność.

W przypadku arktycznej tundry kamienistej brak roślinności i cechy fizyczne gruntu powodują, że w okresie bezśnieżnym wiosny i lata wartości promieniowania odbitego są małe. Średnia dobową wartość promieniowania odbitego wyniosła $27,7 \text{ W/m}^2$ co stanowiło 15,7% RC.

Najwyższe średnie dobowe wartości promieniowania odbitego notowano w maju: $31,5 \text{ W/m}^2$, a najniższe w lipcu: $25,1 \text{ W/m}^2$. W maju promieniowanie odbite stanowiło 13,5% RC, w lipcu: 18,8%. W tabeli 1 zestawiono wartości średniego maksimum i minimum dobowego wartości promieniowania odbitego.

Dobowe amplitudy promieniowania odbitego są małe. W okresie wiosenno-letnim wynosiły one średnio $22,7 \text{ W/m}^2$ (średnie maksimum dobowe: $40,9 \text{ W/m}^2$, a minimum dobowe: $18,2 \text{ W/m}^2$). Tak jak w przypadku średnich dobowych, oraz średnich maksimum i minimum dobowych - najwyższe amplitudy notowano w maju ($33,9 \text{ W/m}^2$), a najniższe w lipcu ($17,9 \text{ W/m}^2$).

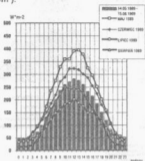
4.3. Promieniowanie pochłonięte

Pozbawione roślinności wnętrza wieńców kamienistych budowanych z pyłów gliniastych posiadają dogodne warunki pochłaniania ciepła docierającego wraz z promieniowaniem całkowitym.

W bezśnieżnym okresie wiosenno-letnim roku 1989 średnia dobową wartość promieniowania pochłoniętego wyniosła $148,6 \text{ W/m}^2$ co stanowiło 84,3% RC. Najwyższe średnie dobowe notowano w maju ($201,6 \text{ W/m}^2$), a najniższe w lipcu ($108,6 \text{ W/m}^2$). Promieniowanie pochłonięte stanowiło w maju 86% RC, gdy w lipcu 81%.

Na rycinie 4 zobrazowano średni dobowy rozkład wartości promieniowania pochłoniętego w okresie wiosenno-letnim na tle rozkładów dobowych tego promieniowania w poszczególnych miesiącach. Informacje uzupełniają dane zawarte w tabelach 1 i 2.

Dobowe amplitudy promieniowania pochłoniętego są duże - w badanym okresie średnia amplituda dobowa wyniosła 247.5 W/m^2 (średnie maksimum dobowe - 283.2 W/m^2 , a minimum - 35.7 W/m^2). Tak jak w przypadku średnich dobowych, oraz średnich maksimumów i minimum dobowych, - najwyższe amplitudy notowano w maju (354 W/m^2), a najniższe w lipcu (169 W/m^2).

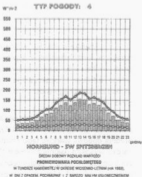
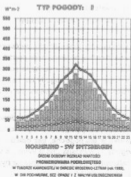
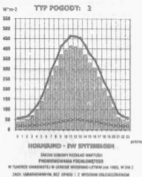
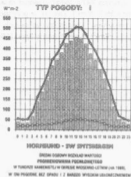


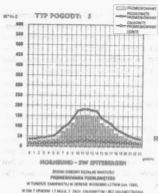
Ryc. 4. Średni dobowy rozkład wartości promieniowania pochłoniętego.
Daily mean courses of values of absorbed radiation

5. Dobowy rozkład promieniowania słonecznego w dniach o różnym typie pogody w okresie wiosenno-letnim

Analizując rozkład dobowy promieniowania słonecznego zwrócono uwagę na zróżnicowanie w dopływie energii zależne od warunków pogodowych. W tym celu przeanalizowano rozkład dobowy promieniowania całkowitego, odbitego i pochłoniętego w dniach o różnym typie pogody dla całego okresu bezśnieżnego wiosny i lata 1989 roku. Wyniki przedstawiono na rycinie 5 oraz w tabeli 1.

Obserwuje się bardzo wyraźną zależność średniej dobowej wartości promieniowania całkowitego od typu pogody panującego w danym dniu. Średnia dobowa wartość tego promieniowania w dni pogodne, bez opadu i z bardzo wysokim usłonecznieniem (typ pogody 1) wynosiła 268.9 W/m^2 , a w dni z opadem i mgłą, z zachmurzeniem całkowitym i bez usłonecznienia (typ pogody 5) tylko 96.4 W/m^2 - czyli była niższa prawie 2.8 raza.





W dniach z typem pogody 1, 2 i 3, promieniowanie pochłonięte jest wyższe niż w dniach z typem 4 i 5. W dniach z typem 1, 2 i 3, promieniowanie pochłonięte jest wyższe niż w dniach z typem 4 i 5. W dniach z typem 1, 2 i 3, promieniowanie pochłonięte jest wyższe niż w dniach z typem 4 i 5.

Ryc. 5. Średni dobowy rozkład wartości promieniowania pochłoniętego w różnych typach pogód

Daily mean courses of values of absorbed radiation in the different types of weather

Podobne różnice zanotowano analizując średnie maksimum dobowe promieniowania. W dni o typie pogody 1, średnie maksimum dobowe wyniosło 508,9 W/m², natomiast w dni o typie 5 - tylko 182,9 W/m². Także najwyższe amplitudy RC notowano podczas dni pogodnych, bez opadu i z bardzo wysokim usłonecznieniem - wynosiły one średnio 460 W/m², podczas gdy w dniach o najniższych amplitudach - w dniach z typem 5 - średnio 146 W/m².

Najwyższe średnie dobowe wartości promieniowania odbitego notowano podczas dni o typie pogody 1 i 2 (32 W/m²), a najniższe (22 W/m²) - podczas dni z opadem, bez usłonecznienia i z dużym lub pełnym zachmurzeniem (typ 4 i 5). Podczas dni pogodnych, z bardzo wysokim usłonecznieniem i bez opadu, 12% promieniowania całkowitego jest odbijane od powierzchni czynnej, natomiast w dni z opadem, bez usłonecznienia odbijane jest przeszło 22% RC. Przebieg dobowy promieniowania odbitego wykazuje małe zróżnicowanie niezależnie od typu pogody jaki panuje danego dnia. Najwyższe amplitudy notowano podczas dni z pogodą bez opadu, z bardzo wysokim usłonecznieniem (typ 1), średnia amplituda wynosiła 36,4 W/m² (maksimum dobowe 53,9 W/m², minimum - 17,5 W/m²). Najniższe amplitudy występowały w dni deszczowe, z bardzo małym usłonecznieniem (typ pogody 4) - średnia amplituda wyniosła 12,9 W/m² (maksimum dobowe 30,3 W/m², minimum dobowe - 17,4 W/m²).

W dniu o danym typie pogody (rycyna 5) rozkład dobowy promieniowania pochłoniętego wykazuje wyraźną zależność od rozkładu promieniowania całkowitego (RC). Najwyższe średnie dobowe wartości promieniowania pochłoniętego notowano podczas dni o typie 1 (dni bez opadu, z bardzo wysokim usłonecznieniem) - 237 W/m^2 , a najniższe - w dni deszczowe, bez usłonecznienia (typ pogody 5) - 75 W/m^2 . Podczas dni pogodnych, z bardzo wysokim usłonecznieniem i bez opadu (typ pogody 1), wewnątrz wieńca kamienistego pochłania 88% promieniowania całkowitego. Natomiast podczas dni deszczowych, bez usłonecznienia (typ pogody 5) ta sama powierzchnia czynna pochłania tylko 78% promieniowania całkowitego. Najwyższe amplitudy notowano podczas dni z pogodą bezdeszczową, z bardzo wysokim usłonecznieniem (typ pogody 1), średnia amplituda wynosiła 426 W/m^2 (maksimum dobowe 457 W/m^2 , minimum dobowe - 31 W/m^2). Najniższe amplitudy występowały w dni deszczowe, z bardzo małym usłonecznieniem (typ pogody 4) - średnia amplituda wynosiła 122 W/m^2 (maksimum dobowe 156 W/m^2 , minimum dobowe 34 W/m^2).

6. Podsumowanie

W pozbawionych roślinności wnętrzach wieńców kamienistych (tundra kamienista), rozwiniętych na niezlodowaconych wybrzeżach SW Spitzbergenu, w okresie wiosenno-letnim obserwuje się dogodne warunki pochłaniania przez powierzchnię czynną ciepła docierającego wraz z promieniowaniem całkowitym i to niezależnie od typu pogody jaki panuje danego dnia.

Jednocześnie obserwuje się duże zróżnicowanie średniej dobowej wartości promieniowania pochłoniętego w dniach o różnych typach pogody. Najwyższe średnie dobowe wartości promieniowania pochłoniętego notuje się podczas dni pogodnych, bez opadu i z bardzo wysokim usłonecznieniem (typ pogody 1). W okresie bezśnieżnym wiosny i lata 1989 roku, średnia dobowa wartość promieniowania pochłoniętego wynosiła podczas dni z takim typem pogody 237 W/m^2 . W dni z zachmurzeniem umiarkowanym, bez opadu i z wysokim usłonecznieniem (typ pogody 2) średnia dobowa wartość promieniowania pochłoniętego wynosi 90% promieniowania pochłoniętego w dni z typem pogody 1. Podczas dni, w których panuje pogoda określona jako typ 3 (dni pochmurne, bez opadu z małym usłonecznieniem) wartość promieniowania pochłoniętego wynosi 59% promieniowania w dni z typem pogody 1.

W dni z typem pogody 4 (dni z opadem, pochmurne, z bardzo małym usłonecznieniem) wartość promieniowania pochłoniętego zmniejsza się do 38%, a w dni z typem pogody 5 (dni z opadem i mgłą, z zachmurzeniem całkowitym, bez usłonecznienia) zmniejsza się do zaledwie 32% promieniowania pochłoniętego w dni z typem pogody 1.

W maju, czyli w okresie wczesnej wiosny, notuje się najwyższe w całym okresie wiosenno-letnim średnie dobowe wartości promieniowania pochłoniętego, oraz najwyższe średnie dobowe maksima i najwyższe średnie dobowe amplitudy promieniowania pochłoniętego. Wpływ ma na to przewaga w maju cyrkulacji antycyklonalnej, która objawia się dominacją w tym miesiącu pogód bez opadu, z małym zachmurzeniem i wysokim usłonecznieniem.

Literatura

- Angiel M., 1963, Pomiar wpływu podłoża atmosfery na strukturę bilansu cieplnego powierzchni czynnej (sposób pomiaru i przetwarzania danych). [w:] Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego w Polsce, wybrane problemy. A.Kostrzewski (red.), Bibl. Monitor Środ. Warszawa, s.113-127.
- Głowicki B., 1985, Radiation conditions in the Hornsund area (Spitsbergen). Pol. Polar Res., 6, s.301-318.
- Jahn A., 1970, Zagadnienia strefy peryglacjalnej. PWN, Warszawa: ss.202.
- Niedźwiedź T., 1992, Wybrane problemy klimatologii synoptycznej Spitsbergenu. Problemy Klimatologii Polarnej 2. WSM Gdynia, Gdynia, s. 77-84.
- Skiba S., 1991, The soil cover in NW Sorkapp Land, Spitsbergen, Svalbard. XVIII Sympozjum Polarne. Szczecin: 81-83.