

ZRÓŻNICOWANIE ALBEDO CALYPSOSTRANDY (ZACHODNI SPITSBERGEN) W SEZONIE LETNIM 2001¹

THE ALBEDO DIFFERENTIATION AT CALYPSOSTRANDA (W SPITSBERGEN)
IN SUMMER SEASON 2001

Andrzej Gluza, Krzysztof Siwek

Zakład Meteorologii i Klimatologii UMCS Lublin
al. Kraśnicka 2 cd, 20–718 Lublin

agluza@biotop.umcs.lublin.pl, klimatk@biotop.umcs.lublin.pl

Zarys treści. W pracy przedstawiono zróżnicowanie albedo wybranych ekosystemów Calypsostrandy – płaskiej równiny nadmorskiej położonej w NW części Ziemi Wedela Jarlsberga (Spitsbergen). Pomiary prowadzono w sezonie letnim 2001, metodą patrolową w godzinach okołopołudniowych ze względu na najmniejsze zmiany kąta padania promieni słonecznych. Analizie poddano zróżnicowanie albedo w dwóch dniach znacznie różniących się stopniem zachmurzenia nieba.

Słowa kluczowe: albedo, tundra, pomiary patrolowe, Calypsostranda, Spitsbergen

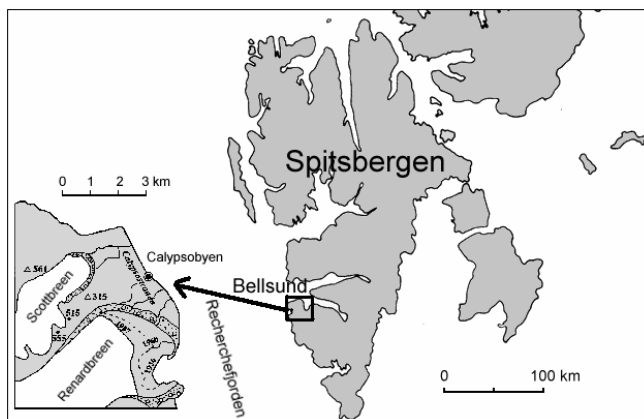
1. Wstęp

Obszar Calypsostrandy leżący w NW części Ziemi Wedela Jarlsberga (Spitsbergen) jest od 1986 r. przedmiotem kompleksowych badań prowadzonych przez uczestników Wypraw Geograficznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (ryc. 1). Równina nadmorska Calypsostranda położona jest na przedpolu lodowców Scotta i Renarda w rejonie południowego Bellsundu i zachodniego wybrzeża fiordu Recherche. Jej szerokość wynosi od 1.5 do 2 km, zaś długość 4–5 km. Stanowi ona kompleks podniesionych teras morskich o wysokościach od 3 do 100 m n.p.m. Największy obszar zajmuje terasa o wysokości 25–30 m n.p.m. Równinę Calypsostrandy budują głównie osady morskie, lodowcowe i wodnolodowcowe spoczywające na cokole skalnym. Miąższość osadów czwartorzędowych, reprezentowanych głównie przez piaski ze żwirami, ropy morskie i gliny zwalowe dochodzi do kilkunastu metrów (Repelewska-Pękałowa 1987).

Główne kompleksy roślinne to zbiorowiska porostów naskalnych, sucha tundra porostowo-mszysta, tundra plamista, mszary torfowiskowe, zbiorowiska bagienne mszysto-trawiste, mszary obrzeży jezior i cieków wodnych. Siedliska te występują prawie zawsze pojedynczo lub w niewielkich kępkach (Świąt 1988).

Pod pojęciem albedo rozumiemy zdolność odbijania promieniowania słonecznego przez daną powierzchnię. Wielkość tę wyrażamy przez stosunek promieniowania odbitego do padającego. Znajomość albedo powierzchni naturalnych pozwala na określenie jego roli w bilansie cieplnym powierzchni czynnej.

¹ Badania wykonano w ramach grantów KBN nr 6 P04E 034 20 i 6 P04E 044 19



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań
 Fig. 1. Localization of the investigation area

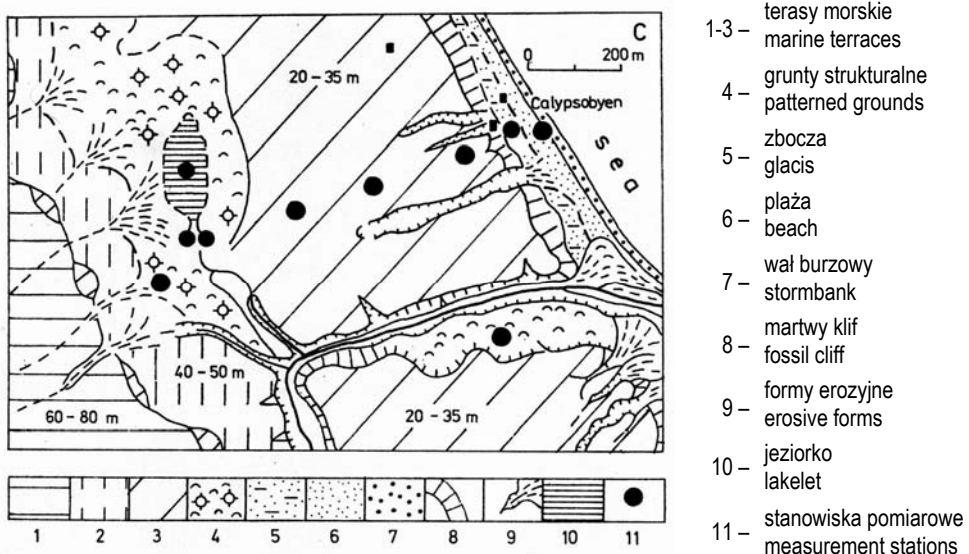
Albedo powierzchni czynnej stanowi ważny czynnik różnicujący strukturę bilansu radiacyjnego, a przez to również lokalne warunki klimatyczne (Paszyński i in. 1999). W bilansie promieniowania Arktyki ważną rolę odgrywają, ogólnie biorąc, trzy rodzaje powierzchni czynnych: ląd, lód i woda. Powierzchnie te posiadają różne cechy fizyczne, które warunkują ilość pochłoniętej przez nie energii np.: albedo wody wynosi średnio 10%, tundry 15–25%, tającego lodu 55–65% (Głowicki 1985, Gurgul i in. 2003).

2. Cel, materiał źródłowy i metodyka opracowania

W lipcu i sierpniu 2001 r. w czasie trwania XV Wyprawy UMCS na Spitsbergen prowadzono pomiary albedo tundry. Celem ich było określenie wpływu czynników miejscowych na wymianę ciepła zachodzącą na powierzchni czynnej. Pomiary te były początkiem badań podjętych w celu wypracowania metody określania ilościowego, tak istotnego, czynnika wpływającego na bilans promieniowania krótkofalowego, jakim jest albedo oraz przedstawienie jego w formie kartograficznej. W literaturze klimatologicznej można spotkać opisy metod sporządzania map albedo dla dużych terenów, jak np. krajów czy całych kontynentów. Takie mapy są z konieczności bardzo schematyczne, podają ogólny obraz rozkładu wielkości albedo, przeważnie metodą izolinii. Rzadko spotyka się natomiast próby opracowania map albedo dla małych powierzchni. W związku z tym autorzy podjęli próbę poznania albedo najbardziej charakterystycznych, dla badanego terenu, ekosystemów. Poznanie albedo oraz jego zróżnicowania w zależności od warunków meteorologicznych pozwoli w przyszłości na uzyskanie dokładnych mapy albedo dla niewielkiego obszaru, jakim jest Calypsostranda. Mapy takie charakteryzowałyby albedo w skali mezo- i mikroklimatycznej; można by też próbować przenieść uzyskany obraz – drogą analogii – na obszary o podobnych cechach podłoża.

Pomiary albedo wykonywano za pomocą solarymetru CM6B firmy Kipp&Zonen o zakresie spektralnym od 305 do 2800 nm (0.3–2.8 μm). Przyrząd ten umieszczony był na wysięgniku o długości 1.3 m na wysokości około 1 m w stosunku do powierzchni czynnej. Wysokość ta mogła się zmieniać w granicach od 100 do 110 cm w zależności od nachylenia i kształtu powierzchni. Termostasy ustawiano, za pomocą libelki, zawsze w pozycji horyzontalnej. Pomiarów promieniowania padającego i odbitego dokonywano kolejno: kierując solarymetr na zmianę raz w górę, raz w dół. Czynność tę powtarzano, co najmniej pięciokrotnie w jednym punkcie. Należy pamiętać, że pomiary promieniowania z góry i z dołu nie są wtedy

jednoczesne, co w pewnych przypadkach może mieć wpływ na wyniki. W związku z tym przy obliczaniu wartości albedo z uzyskanych odczytów odrzucano wartości ekstremalne i z pozostałych trzech obliczano średnią wartość, zarówno w odniesieniu do pomiarów promieniowania całkowitego, jak też promieniowania odbitego. Badania zróżnicowania albedo powierzchni Calypsostrandy w sezonie letnim 2001 roku prowadzono metodą patrolową wzdłuż transektu pomiarowego obejmującego najbardziej charakterystyczne ekosystemy Calypsostrandy (ryc. 2).



Ryc. 2. Rozmieszczenie stałych punktów pomiarowych na Calypsostrandzie
 Fig. 2. Localization of the stationary measurement points on Calypsostranda area

Przy wykonywaniu pomiarów uwzględniano: rodzaj podłoża i jego pokrycie (plaża: piasek, żwir, tundra: mchy i porosty, kamienie, grunty strukturalne o różnych fazach aktywności) i jego uwodnienie oraz stopień zanieczyszczenia powierzchni materiałem eolicznym, kąt nachylenia powierzchni. Badania prowadzono w sześciu dniach z różnym typem pogody (z uwzględnieniem stopnia pokrycia nieba przez chmury różnych pięter) w godzinach okołopołudniowych (od 11³⁰ do 12³⁰ UTC) przy największym kącie padania promieni słonecznych.

3. Analiza wyników

Do analizy wybrano dane zebrane w dniach 23 i 25 lipca 2001 r. Kąt padania promieni słonecznych praktycznie się w badanych dniach nie różnił (23.07 – 32°27' a 25.07 – 32°01'), natomiast dni te znacznie różniły się stopniem zachmurzenia nieba (23.07 – małe zachmurzenie; 25.07 – duże zachmurzenie). Warunki te miały wpływ na dopływ promieniowania całkowitego. Wartość natężenia promieniowania słonecznego w czasie wykonywania pomiarów (od 11⁰⁰ do 13⁰⁰ UTC) wynosiła:

- 23 lipca średnio 486.82 W/m² i zmieniała się od 180 do 620 W/m²;
- 25 lipca średnio 328.26 W/m² i zmieniała się od 310 do 350 W/m².

W dniach poprzedzających pomiary tj. 22 i 24 lipca występowały przelotne opady deszczu o słabym natężeniu. W każdym z punktów wykonano kilka serii pomiarów, przy czym zwracano uwagę, aby pomiary we wszystkich punktach wykonywane były w podobnych warunkach meteorologicznych. Łącznie wykonano 55 serii pomiarowych.

23 lipca 2001 roku

W tym dniu występowało małe zachmurzenie (3/10). Niebo pokryte było przez chmury piętra niskiego (Sc pe (2), Cu fra), tarcza słoneczna odsłonięta. Pomiary wykonano w godzinach górowania Słońca.

W omawianym dniu najwyższe wartości albedo wystąpiły na gruntach strukturalnych kamienistych suchych, bez roślinności oraz na otoczonym wodą pagórku torfowym pokrytym porostami i mchami (20.7%). Ponadto wysokimi wartościami albedo cechowały się: tundra kamienista z wodą w zagłębieniach (20.3%) i tundra plamista w okolicach stacji meteorologicznej (20.0%). Nieco niższe wartości albedo były notowane w obrębie plaży żwirowej (19.3%) oraz w środku wieńca kamienistego.

Najniższe wartości albedo wystąpiły nad powierzchniami: dna suchego zagłębienia bezodpływowego tzw. "jeziorka" pokrytego ciemnymi i wilgotnymi osadami eolicznymi – 8.5% oraz na torfowym pagórku pokryty wilgotnymi mchami – 10.6%.

25 lipca 2001 roku

W tym dniu występowało duże zachmurzenie (9/10). Niebo pokryte było przez chmury piętra niskiego (Sc op pe) i średniego (Ac pe), a tarcza słoneczna zasłonięta. Pomiary, tak jak poprzednio, przeprowadzono w godzinach górowania Słońca.

Najwyższe wartości zanotowano w centrum wielobocznego poligonu tundry kamienistej oraz na plaży piaszczystej suchej (21.2%). Ponadto wysokie wartości albedo występowały w obrębie kamienistego wału burzowego (18.8%) oraz piaszczystej plaży u podnóża martwego klifu, pokrytej szczątkową roślinnością (18.2%).

Najniższymi wartościami albedo cechowały się dwa punkty zlokalizowane w obrębie tundry kamienistej. Były to: jeziorko ze stojącą wodą, w którym dno pokryte było glonami – 9.1% oraz tundra kamienista z wodą w zagłębieniach – 9.4%. Nieco wyższe wartości występowały na dnie wyschniętego "jeziorka" pokrytego jasnymi nanosami eolicznymi – 11.8% oraz na otoczonym wodą pagórku torfowym pokrytym porostami i mchami – 12.1%.

Warto zauważyć, że w dniu z dużym zachmurzeniem punkty, w których otoczeniu lub podłożu występowała woda cechowały się niższym albedo niż w dniu słonecznym. Przykładem jest tundra kamienista z wodą w zagłębieniach, na której w dzień słoneczny albedo wynosiło 20.3%, a w dzień pochmurny tylko 9.4%. W obu dniach pomiarowych najwyższe wartości notowano w przypadku występowania resztek śniegu na tundrze, najczęściej w zagłębieniach czy w dolinkach na zboczach. Albedo śniegu (pokrytego licznymi nanosami eolicznymi) wahało się od 50 do 59%.

4. Podsumowanie

Średnie albedo tundry w analizowanym sezonie wyniosło 15.5%. Podobne wyniki dla okolic Hornsundu uzyskał Głowicki (1985). Albedo Calypsostrandy zmieniało się w zależności od rodzaju podłoża (kąta padania promieni słonecznych był podobny) i rodzaju zachmurzenia od około 11% do około 21%.

Na Calypsostrandzie w sezonie letnim 2001 roku występowała znaczna zmienność albedo w czasie. Zmiany te wykazywały duże zależności od właściwości fizycznych powierzchni tj. stopnia uwodnienia,

rodzaju roślinności (mchy, porosty), rodzaju materiału budującego podłoże (skała, piasek, gleba). Na zmienność albedo, w różnych częściach tundry, wpływały też warunki meteorologiczne.

Najwyższe wartości albedo (>20%) posiadały grunty strukturalne oraz plaża, natomiast najniższe wartości (ok. 10%) miało dno suchego zagłębienia bezodpływowego pokrytego ciemnymi i wilgotnymi osadami eolicznymi. Na uwagę zasługuje duże (ponad dwukrotne) zróżnicowanie albedo terenów z wodą stojącą w zależności od stopnia zachmurzenia ogólnego nieba.

Literatura

- Głowicki B., 1985, Radiation conditions in the Hornsund area (Spitsbergen), Polish Polar Research, 6, 3: 301–318.
- Gurgul H., Staroń W., Mielnik J., Stochmal W., 2003, Albedo of water, snow and ice. Polish Polar Studies, 29th International Polar Symposium, Kraków: 181–190.
- Paszyński J., Miara K., Skoczek J., 1999, Wymiana energii między atmosferą a podłożem jako podstawa kartowania topoklimatycznego, Dokumentacja Geograficzna, 14, Warszawa: 127 s.
- Repelewska-Pękałowa J., 1987, Rozwój równiny nadmorskiej pod wpływem procesów erozji (na przykładzie Calypsostrandy, rejon Bellsundu, Zachodni Spitsbergen). Materiały XIV Sympozjum Polarne: 103–105.
- Święś F., 1988, Zróżnicowanie geobotaniczne tundry na południowym wybrzeżu Bellsundu (Zachodni Spitsbergen). Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen. UMCS Lublin: 215–228.

Summary

The aim of the present study was the quantitative determination of 'albedo' which is a significant factor influencing on the balance of short-wave radiation. The value of surface albedo allows determining its role in the heat balance of the active surface.

The area of investigations is situated in the NW part of Wedel Jarlsberg Land in the Bellsund region on the Western Spitsbergen. Calypsostranda is the fragment of the regional unit, representing the type of marine coastal plain. Calypsostranda is situated on the forefield of the Scott and Renard Glaciers. It is complex of raised marine terraces with highs 3–100 m. The greatest area is occupied by terraces 20–40 m. a.s.l. Calypsostranda is formed by series of boulder clays, fluvioglacial sands, and gravels as well as by marine sands, gravels and silts. The dominant plant formation on Calypsostranda is dry lichen – moss tundra. The local differentiation of plant cover which exists there is implied by the kind of background and water relations. Lichen tundra is dominated by very dry habitats. When the humidity of ground increases the phyla appear in the water.

There were three types of active surfaces, i.e.: land, ice and water, play a significant role in the radiation balance of the Calypsostranda. In the summer of 2001, a substantial variation of albedo occurred on Calypsostranda. The above changes depended to a large extent on the physical properties of the tundra's surface. High spatial differentiation of albedo was also observed in the studied period (i.e. the summer of 2001). The lowest values (below 10%) occurred at the lakelet area with dark bottom polluted with eolic material. The highest albedo values (above 20%) were noticed in the patterned grounds and on the beach. The average albedo for the tundra area (for all measurement period) is 15,5% and it was changed from 11% to 21%.