

JAN SŁOMKA

Uwagi o pochłanianiu promieniowania słonecznego przez bór sosnowy

Замечания о поглощении солнечного излучения сосновым бором

Remarks on the absorption of solar radiation by pine forest

Dzięki działającej w sposób zorganizowany od r. 1963 światowej sieci naziemnych stacji mierzących dopływ energii promieniowania słonecznego (7) uzyskano wyjściowe dane energetyczne do określania wydajności produkcyjnej ekosystemów w skali globu. Część energii słonecznej padającej na szatę roślinną ekosystemów zostaje jednak stracona przez rozproszenie w górną półsferę (albedo). Według przybliżonych oszacowań (4) udział powierzchni pokrytej roślinnością na kontynentach wynosi ok. 56%, podczas gdy łączna powierzchnia: nieporośniętej gleby, pokrywy śnieżnej, chmur nad kontynentami i powierzchnie wód śródlądowych stanowi tylko ok. 44%.

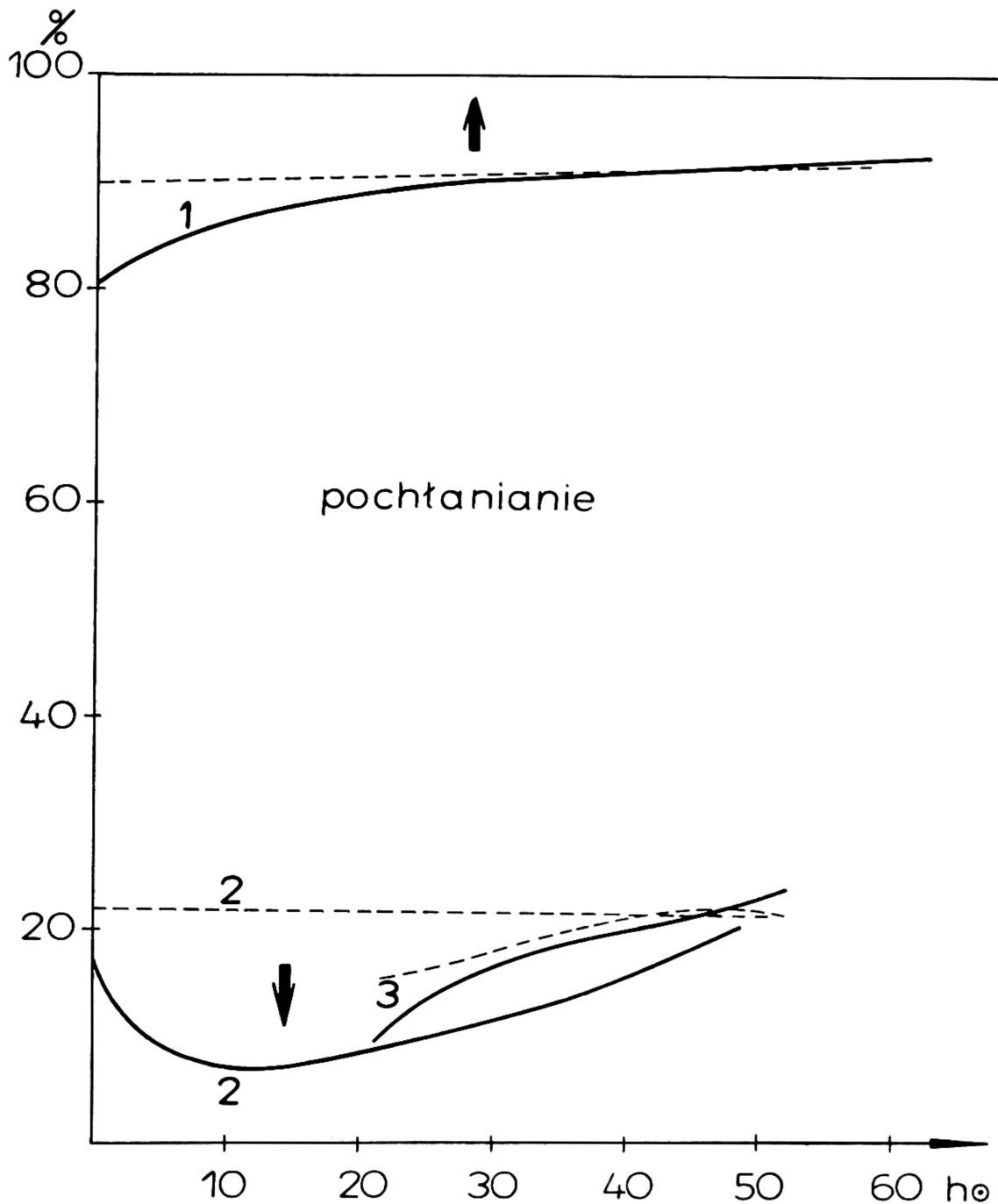
Wśród ekosystemów lądowych z geofizyczno-klimatologicznych względów najważniejsze są ekosystemy leśne, ponieważ zajmują łącznie największą część powierzchni kontynentów; pochłaniają też i wiążą w fotosyntezie najwięcej energii słonecznej i dwutlenku węgla z atmosfery. Dlatego więc zajęliśmy się zagadnieniem pochłaniania energii promieniowania słonecznego w ekosystemach leśnych, biorąc pod uwagę w pierwszej kolejności bory sosnowe, które na obszarze Polski są najważniejsze ze względu na zajmowaną powierzchnię i ze względów gospodarczych.

O właściwościach rozpraszania w górę promieniowania słonecznego przez powierzchnię leśną dotychczas uzyskano stosunkowo mało dokładniejszych informacji. Odnośnie powierzchni upraw rolnych i trawiastych takich informacji zebrano już więcej, ponieważ warunki obserwacji były łatwiejsze. N k e m d i r i m (5), K o n d r a t y e v (3) i inni autorzy stwierdzili, że w przebiegu dziennym albedo powierzchni upraw rolnych i trawiastych zależy wyraźnie od wysokości słońca: wzrasta (prawie dwukrotnie) przy małych wysokościach — podobnie jak albedo innych naturalnych powierzchni nie pokrytych roślinnością. Należało więc spodziewać się wystąpienia wymienionego efektu także w odniesieniu do powierzchni leśnych. Wydaje się, że ze znanych nielicznych pomiarów albedo lasu przy różnych warunkach oświetlenia najdokładniejsze są wyniki pomiarów albedo boru sosnowego wykonane przez S t e w a r t a w Anglii w r. 1970 (8). Autor ten stwierdził jednoznacznie wyraźną za-

leżność albedo (całego zakresu widma) od warunków oświetlenia: przeszło dwukrotny wzrost (od ok. 7% do ok. 17%) albedo przy małych wysokościach słońca i brak tej zależności przy zachmurzonym niebie (ryc. 1).

Najdokładniejsze informacje odnośnie do energii promieniowania słonecznego przenikającego przez warstwę roślinną można uzyskać w ekosystemach leśnych, ponieważ duże rozmiary drzew stwarzają tu dogodne warunki pomiarowe. W ekosystemach polnych i trawiastych warunki ekologicznych pomiarów są znacznie trudniejsze.

Podane na wykresie zależności przenikania promieniowania słonecznego przez bór sosnowy od wysokości słońca otrzymane zostały przez Alekseev'a (1) oraz przez Dunikowskiego i Orlicz (2). Po-



Ryc. 1. Rozpraszanie w górę (↑) i przepuszczanie (↓) promieniowania słonecznego przez bór sosnowy w zależności od wysokości słońca (h_{\odot}) według: 1 — Sterwart'a (8), 2 — Alekseev'a (1), Dunikowskiego i Orlicz (2). Linie ciągłe — pogodnie, linie przerywane — pochmurno. Dopływ energii promieniowania słonecznego na górną powierzchnię lasu przyjęto za 100%.

miary A l e k s e e v'a wykonywane były luksometrami — czułymi na zakres widzialny, pomiary D u n i k o w s k i e g o i O r l i c z — pyranometrami czułymi na cały zakres widma. Mimo zastosowania tak różnych przyrządów podane wyniki są zgodne. Przy słonecznej pogodzie przepuszczalność boru maleje ze zmniejszaniem się wysokości słońca od ok. 20% przy dużych wysokościach do ok. 7% przy małych. Minimum przepuszczalności boru występuje jednak przy wysokości słońca 12°, a przy dalszym zmniejszaniu się wysokości przepuszczalność boru znowu wzrasta prawie do wartości występujących przy dużych wysokościach słońca. Zmniejszanie się przepuszczalności boru ze zmniejszaniem się kąta padania promieni słonecznych można wytłumaczyć wydłużaniem się drogi tych promieni w warstwie drzewostanu oraz tak zwanym efektem kulisowym (6). Natomiast wzrost przepuszczalności boru przy małych wysokościach słońca tłumaczy się malejącym udziałem bezpośredniego promieniowania słonecznego w stosunku do promieniowania słonecznego rozproszonego w atmosferze na otwartej przestrzeni ponad lasem. Przy zachmurzonym niebie przepuszczalność boru zasadniczo nie zależy od wysokości słońca (6) i jest prawie taka jak przy dużych wysokościach słońca nie zakrytego chmurami.

Różnica między energią promieniowania słonecznego padającego na warstwę roślinną a sumą energii rozproszonej ku górze i energii przepuszczonej przez tę warstwę (jeśli pominąć stosunkowo mały udział promieniowania rozproszonego od podłoża) jest energią pochłoniętą przez warstwę roślinną. W wypadku boru sosnowego — jak uwidacznia schematyczny wykres (ryc. 1) — pochłanianie energii słonecznej jest duże i wynosi ok. $\frac{3}{4}$ padającej na bór energii. Bory bardziej zwarte będą miały oczywiście ten współczynnik pochłaniania nieco wyższy, mniej zwarte — nieco niższy. Przy zachmurzonym niebie oraz przy pogodnym niebie i wysokościach słońca powyżej kilkunastu stopni omawiany współczynnik pochłaniania jest w przybliżeniu stały. Natomiast, gdy na bór padają promienie słońca pod małym kątem, współczynnik pochłaniania boru zmniejsza się znacznie wskutek spadku albedo i wzrostu przepuszczalności boru.

Przedstawiony orientacyjny schemat przepuszczania, rozpraszania i pochłaniania promieniowania słonecznego przez bór sosnowy — w zależności od warunków oświetlenia wynikających z wysokości słońca i zachmurzenia — wymaga oczywiście sprawdzenia. Omówione wyżej wyniki dotyczą przecież pomiarów wykonanych w różnych borach sosnowych i różnymi przyrządami. Należałoby więc wykonać takie pomiary równocześnie na jednym obszarze typowego boru sosnowego.

Zadanie to mamy realizować wspólnie z Instytutem Badawczym Leśnictwa w latach 1973/75.

LITERATURA

1. A l e k s e e v V. A. — Nekotorye voprosy opticeskich svojstv lesa. Problemy Ekologii i Fizjologii Lesnych rastenij. Leningrad 1963.
2. D u n i k o w s k i S., O r l i c z A. — Wstępne badania nad promieniowaniem słonecznym w warstwie przygruntowej drzewostanu sosnowego. „Sylwan” 1973, nr 10.
3. K o n d r a t y e v K. Ya. — Lučistaya energya solnca. Leningrad 1954.

4. Kondratyev K. Ya., Vasilyev O. B., Mironova Z. F. — Metodika kodirovaniya optičeskich spektrov otkraženiya prirodnych obrazovanij. „Problemy Fiziki atmosfery”, Sbornik 10, s. 29—63. Leningrad 1972.
5. Nkemdirim L. C. — A Note on the Albedo of Surfaces. „Journal of Applied Meteorology”, Vol. 11, s. 867—874, 1972.
6. Słomka J. Przenikanie światła do wnętrza lasu. „Ekologia Polska” Seria B, tom IV, s. 231—236. 1958.
7. Solar Radiation and Radiation Balance Data (The World Network). USSR Chief Administration of the Hydro-Meteorological Service (biuletyny miesięczne od roku 1964). Leningrad.
8. Stewart J. B. — The albedo of a pine forest. „Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society”, Vol. 97, s. 561—564, 1971.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 9 czerwca 1973 r.

Краткое содержание

Растительный покров континентов, а особенно леса, играют большую роль в рассеивании и поглощении солнечного излучения. Более точное изучение этого процесса важно для экологических и геофизико-климатологических проблем.

Используя результаты наблюдений Стюарта (8), Алексева (1), Дуниковского и Орлича (2) на примере соснового бора схематически определена общая зависимость рассеивания, пропускания и поглощения солнечного излучения лесами, от условий освещения какие наблюдаются в дневном цикле (высота солнца, облачность). Эта схема показана на рис. 1.

Summary

Vegetation cover of continents, particularly of forests, play an important role in the diffusion and absorption of solar radiation. More detailed knowledge of this process is important for ecological, geophysical, and climatological problems.

While utilizing results of observations by Stewart (8), Alekseev (1), Dunikowski and Orlicz (2) the author determined, in general outline, on an example of pine forest, the general relationship of diffusion, translucency, and absorption of solar radiation by forest upon illumination conditions occurring in a daily cycle (height of sun, cloudiness). The scheme is given on fig. 1.