

Światłomierz do pomiaru przepuszczalności świetlnej koron drzew leśnych

Spośród czynników klimatycznych światło stanowi jeden z podstawowych elementów w życiu rośliny. Energia słoneczna jako czynnik siedliskowy jest przedmiotem badań naukowych i zainteresowania praktyków leśnych, a ekologia poświęca szczególną uwagę pomiarowi tej energii.

Zagadnieniem pomiaru światła w lesie zajmowało się wielu autorów, jak Abbot, Callendar, Czarnowski, Gorczyński, Iwanow, Kimball, Kossowicz, Michelson, Robitsch, Suchecki, Szymkiewicz, Wieliczko i inni.

Prof. Szennikow w pracy pt. „Ekologia rastienij” pisze: „Zbadanie stosunków świetlnych w związku ze wzrostem i rozwojem rośliny wymaga złożonej aparatury, zapewniającej otrzymanie dostatecznie ścisłych danych, a jednocześnie prostej, by można ją było stosować w warunkach terenowych”. Dla leśników szczególne znaczenie mogą mieć zatem przyrządy, które by w jasny sposób określały w lesie stosunki świetlne i ich zmiany.

Znane w praktyce zabiegi hodowlane, jak czyszczenia i trzebieże mają przede wszystkim za zadanie regulację stosunków świetlnych w danym drzewostanie, przy czym jednak zwarcie koron jest dla leśnika bodajże jedynym czynnikiem, którego regulowanie leży w jego praktycznych możliwościach. Stąd to wielu autorów (spośród Polaków prof. Suchecki), zwróciło szczególną uwagę na tzw. „obrazki świetlne”, wywoływane w lesie przez promienie słoneczne przedzierające się przez szczeliny koron do dna lasu. Suchecki badał to zjawisko za pomocą aktynometru Szymkiewicza. Otwory dachu lasu i szczeliny, przez które dostają się promienie światła, zaleca on wykorzystać i układać w wielkości i kierunku najkorzystniejsze dla zamierzeń hodowlanych.

Powszechnie wiadomo, że otwory w pułapie dachu leśnego mają podstawowe znaczenie dla samosiewnego odnowienia, trzebieży i podniesienia przyrostów. Mimo uznania ważności tego zagadnienia, leśnictwo nie posiada do tej pory praktycznego przyrządu, który by liczbowo określał przepuszczalność pułapu koron drzew w lesie.

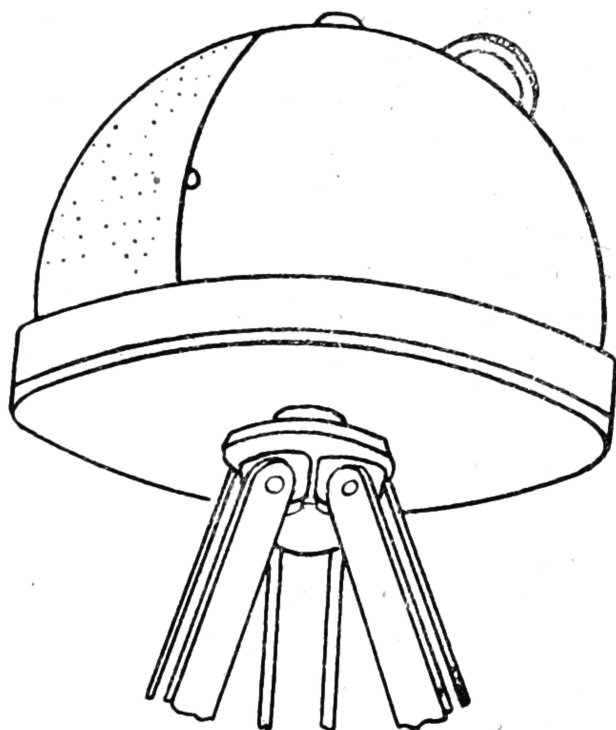
Zakład Mechanizacji Pracy podjął opracowanie przyrządu (opartego na pomysłach autora), który pomiar taki umożliwi. Przyrząd ten stanowi próbę praktycznego określenia powierzchni odsłoniętej w pułapie koron drzew leśnych. W obecnym wykonaniu został on przystosowany do pomiarów w drzewostanach liściastych i iglastych z wyjątkiem sosnowych. Drzewostany sosnowe, z uwagi na dużą siatkę, jaką tworzą ich przejrzyste korony, nastroczają pewne trudności, których przyrząd ten w obecnym stanie całkowicie jeszcze nie rozwiązuje.

Do badań nad sposobami pomiaru koron drzew leśnych zastosowano zwierciadła wypukłe o różnych promieniach krzywizny. Badania przeprowadzono w trzech kierunkach: rzutowanie koron drzew, przepuszczalność świetlna koron drzew leśnych oraz pomiar styku (odległości) koron drzew. W wyniku tych badań zbudowano „Przyrząd do rzutowania koron drzew leśnych” („Sylwan”, rocznik 1951, zeszyt 1), przyrząd zaś do pomiaru świetlnej przepuszczalności koron drzew

leśnych, nazwany „światłomierzem“, jest tematem niniejszego artykułu. Trzeci przyrząd do pomiaru styku koron jest w opracowaniu.

Dotychczas stosowane sposoby pomiaru przepuszczalności świetlnej koron drzew leśnych polegały albo na ocenianiu na oko, były więc obciążone błędami w zależności od osoby wykonującej tę pracę, albo na pracy przyrządów optycznych i światłomierzy używanych do fotografii, były więc zależne od stopnia zachmurzenia, pory dnia czy też roku. Główne trudności wynikające ze wspomnianych sposobów polegały przede wszystkim na małej porównywalności otrzymywanych wyników. Jako wytyczną budowy nowego przyrządu przyjęto założenie liczbowego ujęcia wyników pomiaru, wolnego zarówno od różnic spowodowanych indywidualnością oceniającego jak i wyżej wspomnianych zależności.

Wypukłe zwierciadło umieszczone pod dachem lasu dawało obraz koron drzew oraz szczelin prowadzących na wolną przestrzeń. Stosunek tej widocznej w zwierciadle wolnej powierzchni do obrazu odbitych koron (ryc. 1) mógłby nawet dokładnie określić świetlną przepuszczalność leśnego dachu, jednak ze względu na trudność pomiaru powierzchni przeważnie zbyt drobiazgowego obrazu możliwość tę dla celów praktycznego stosowania wyłączono. Pod rozwagę wzięto natomiast sposób polegający na wyłączeniu większej części lustrzanej powierzchni, a oparciu się na szeregu punktów zwierciadła, co nie zmusza do dokonywania spostrzeżeń na zbyt drobiazgowym obrazie i usuwa konieczność zawyłych pomiarów powierzchni.



Ryc. 1 (z lewej). Widok powierzchni koron drzew oraz szczelin wolnych przestrzeni odbitych na krzywiźnie lustra wypukłego. Ryc. 2 (z prawej). Widok ogólny światłomierza

Próby przeprowadzono na wypukłym zwierciadle, którego powierzchnię powleczono matową farbą. Na zaczernionej powierzchni wyskrobano czarną farbą w szeregu oznaczonych punktów i w ten sposób otrzymano liczne drobne „oczka“ o powierzchni lustrzanej, rozmieszczone na czarnym matowym tle. Takie zwierciadło umieszczone pod „dachem“ lasu dawało następujący obraz. Lu-

strzane oczka odbijające gałęzie lub liście koron drzew, były wyraźnie zaciemnione w porównaniu z oczkami „iskrzącymi“ czy też „świeącymi“ wskutek odbicia promieni świetlnych przechodzących przez szczeliny między poszczególnymi koronami lub liśćmi. Oczka więc można było łatwo podzielić na „jasne“ i „ciemne“. Przy ogólnej ilości 100 takich oczek, ilość oczek jasnych daje liczbę określającą w przybliżeniu procentowy udział powierzchni szczelin w dachu lasu do całkowitej powierzchni dachu, którą obejmuje lustro. Przynząd ten miał tę wadę, że oczka o średnicy paru milimetrów, zwłaszcza w pogodne, słoneczne dni, dawały zbyt drobiazgowe obrazy, zwłaszcza w drzewostanach iglastych. Wobec tego poszczególne oczka zastąpiono sitkiem składającym się z dziesięciu drobnutkich oczek. Wreszcie całą podstawę wraz ze zwierciadłem obudowano pokrywą przeciwodblaskową i zaopatrzono ją wzniernikiem z soczewką (rys. 2).

Szczegółowy opis ostatecznej postaci oraz działania i użycia przyrządu przedstawiam poniżej.

Opis przyrządu. Widok ogólny przyrządu przedstawia ryc. 3. Światłomierz (ryc. 4) składa się z podstawy (a), tarczy (b), zwierciadeł (c), osłony (d), wzniernika (e) oraz poziomiccy (f). Podczas pracy spoczywa na trójnogu, do którego jest przymocowany za pomocą wkrętki.

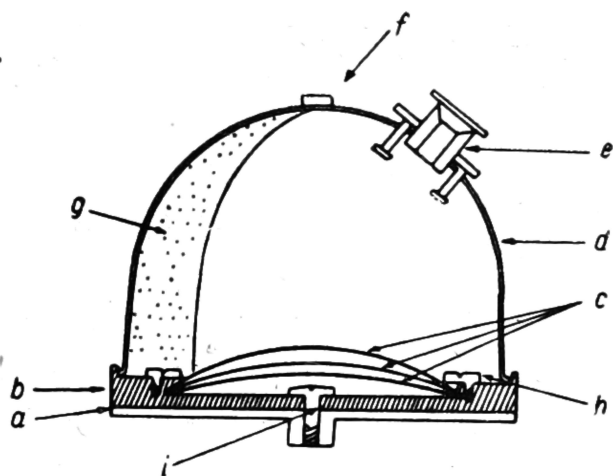
Podstawa (ryc. 4a) posiada u spodu zgrubienie z otworem dla wkrętki trójnoga, z wierzchu zaś na obwodzie — 8 miseczek dla zapadki tarczy. Miseczki dzielą obwód podstawy na 8 równych części.

Tarcza światłomierza (ryc. 5b) związana jest z podstawą wkrętką główną (i), przechodzącą przez środek. Wkrętka ta jest równocześnie osią obrotu tarczy, a wbudowana od spodu zapadka zaskakując w poszczególne miseczki podstawy, umożliwia ustalenie tarczy w ośmiu położeniach, różniących się o 45 stopni.

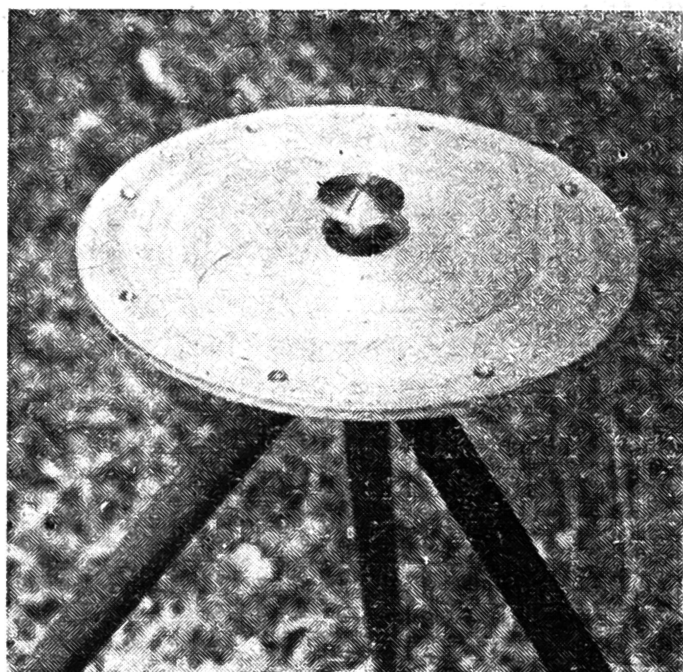
We wgłębieniu tarczy spoczywają wymienne zwierciadła, przytrzymywane przez 3 wkrętki zwierciadłowe (h) z przyciętym obwodem, umożliwiającym przy odpowiednim położeniu wkrętki wyjęcie lub założenie zwierciadła (ryc. 1 i ryc. 3).

Metalowe zwierciadła (ryc. 3c) są osadzone we wgłębieniu tarczy. Łącznie jest ich 3, wszystkie są wypukłe i każde wybrzuszone według innego promienia krzywizny. W zależności od tego promienia i wysokości drzewostanu odbijają one korony drzew mniejszej lub większej powierzchni drzewostanu. Przy drzewostanie o wysokości około 20 m, zwierciadło o promieniu krzywizny najbardziej wypukłe obejmuje około $\frac{1}{2}$ ha, mniej wypukłe — około $\frac{1}{2}$ ha, najbardziej zaś płaskie służą do badania przepuszczalności koron grup drzew w drzewostanie.

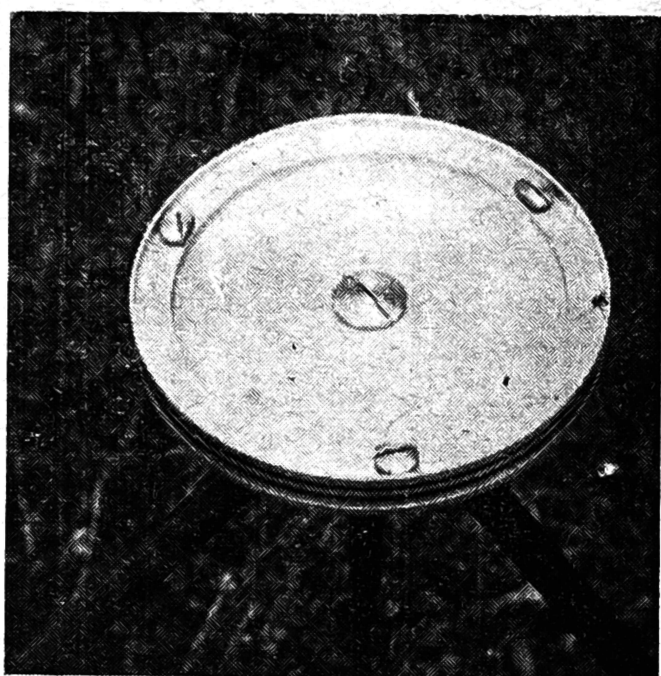
Osłona w postaci czaszy (ryc. 6) sporządzona jest z blachy powleczonej obustronnie matową czernią, w celu uniknięcia odbijania promieni świetlnych. Osma część tej osłony (czaszy) jest wycięta, a w to miejsce zakłada się wycinek



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny światłomierza: a — podstawa, b — tarcza, c — zwierciadła, d — osłona, e — wzniernik, f — poziomicca, g — wycinek z sitami, h — wkrętka zwierciadłowa, i — wkrętka główna



Ryc. 4. Podstawa światłomierza (a) umieszczona na trójnogu. Na podstawie widoczne są przy obwodzie wgłębienia na zapadkę, w środku zaś — główna oś obrotu



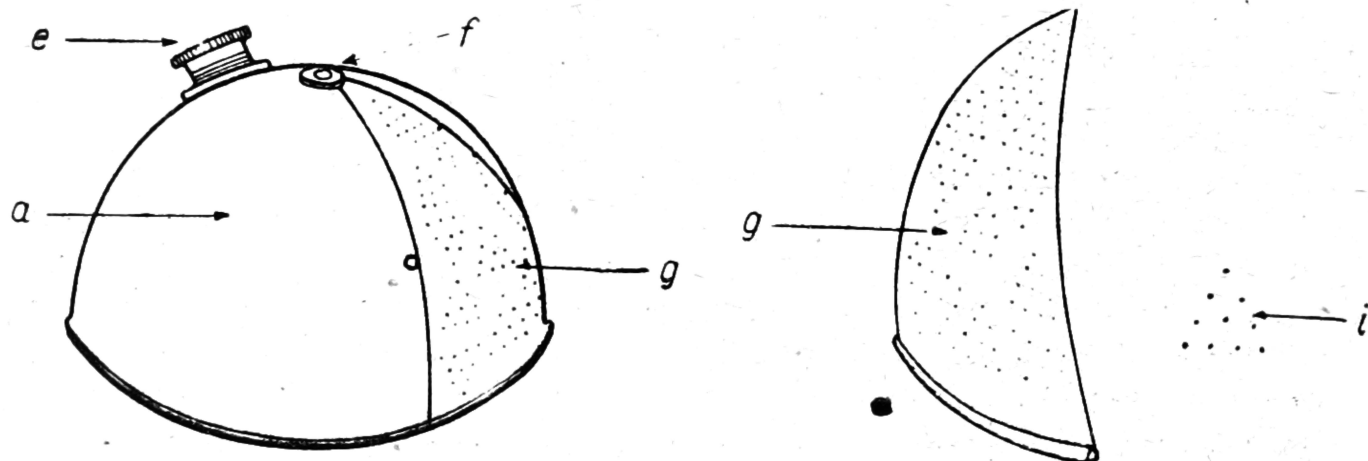
Ryc. 5. Widok tarczy światłomierza (b) umieszczonej na podstawie (a). Na tarczy widoczne są obwody wkrętki zwierciadłowe (h) oraz w środku — wkrętka główna (i)

z sitami (g) o różnej średnicy oczek. Oczka są rozmieszczone na wycinku w grupach po 10 i ułożone w sita o zarysie trójkąta.

Sita te są ułożone warstwicowo-poziomo. W ten sposób tworzą równoległe do siebie warstwy oczek, przycinając odbity w lustrze obraz na równoległe strefy.

Na wycinku znajduje się $12\frac{1}{2}$ takich trójkątów. Za pomocą obrotu tarczy, na której spoczywa osłona, można wycinek z sitami ustawić kolejno w ośmiu kierunkach, które ustala położenie ośmiu miseczek podstawy. Podczas obrotu tarczy zapadka zaskakuje kolejno w miseczki i umożliwia ściśle zachowanie kierunku nastawy przyrządu.

Po przeciwnej stronie wycinka jest umieszczony wziernik z soczewką, umożliwiający „odczytanie” obrazu na zwierciadle.



Ryc. 6. Widok osłony

a — osłona, e — wziernik, f — poziomica, g — wycinek z sitami, i — sito (10 oczek)

Na wierzchołku osłony znajduje się mała czuła poziomicą pudełkowa do poziomowania przyrządu na trójnogu.

Działanie i użycie przyrządu. Ustawiamy trójnog i przytwierdzamy do niego światłomierz za pomocą wkrętki trójnoga, która wchodzi w zgrubienie podstawy. Ujmujemy oburącz światłomierz i nadajemy mu położenie poziome, zgrywając poziomice przez odpowiednie naciskanie rękoma. Jedną ręką przytrzymujemy podstawę, drugą zaś, trzymając na osłonie, obracamy tarczą, aż zapadka zaskoczy w jedną z miseczek. Tak ustawiony przyrząd jest już przystosowany do dokonywania spostrzeżeń.

Patrząc przez przeziernik widzimy w lustrze (ryc. 7) obraz wycinka z trójkątnymi sitami. Sit jest 13, z tego jedno o zmniejszonej do połowy ilości oczek. Mamy zatem 12 sit — każde po 10 oczek i jedno z 5 oczkami. Na obserwowanym stanowisku wykonujemy osiem „odczytów“ (wg 8 zapadek).

Pomiar wykonujemy w sposób następujący: po ustawieniu przyrządu wg poziomicy, wziernik zwracamy w ten sposób, by pierwszy odczyt został dokonany od strony północnej. Zaczynając od północnego kierunku patrzymy przez wziernik na powierzchnię lustra, licząc ilość świecących na lustrze oczek (o barwie jasnego błękitu nieba). Nie liczymy oczek zielonych przysłoniętych zielenią liści, szpilek lub gałązek.

Po zliczeniu i zapisaniu liczby świecących oczek, obracamy wziernik w ten sposób, by pokrywa przesunęła się o kąt 45° do następnej zapadki. Po dokonanym obrocie o 45° ponownie liczymy jasne, świecące oczka, których liczbę znowu zapisujemy. W ten sposób dokonujemy kolejno 8 odczytów w ośmiu położeniach zapadki i zapisujemy świecące oczka w odpowiednim raptularzu.

Poniższy przykład przedstawia sposób zapisywania dokonanych odczytów:

położenie 1 — Pn	. . . . .	36 świecących oczek
2 — PnW	. . . . .	16 „ „
3 — W	. . . . .	21 „ „
4 — PdW	. . . . .	41 „ „
5 — Pd	. . . . .	62 „ „
6 — PdZ	. . . . .	31 „ „
7 — Z	. . . . .	16 „ „
8 — PnZ	. . . . .	9 „ „

R a z e m: 232 świecących oczek

W ten sposób zliczono wszystkie oczka jasne świecące na całej powierzchni widnokręgu obejmujące w naszym przykładzie 232 oczek. Za podstawową jednostkę pomiarową przyjęto tzw. „punkt świetlny“. Pod tym pojęciem rozumiemy 10 oczek jasnych. Zebrane są one w poszczególne grupy i ułożone w kształcie trójkątnych sit. Układ trójkątny ułatwia szybkie liczenie świecących oczek, a ponadto daje dobre ich rozmieszczenie przystosowane do szybkiego liczenia.



Ryc. 7. Zdjęcie przedstawia sposób użycia przyrządu

Wracając do podanego przykładu powiemy, że w naszym przypadku ilość 232 świecących oczek podzielona przez 10 daje 23,2 punktów świetlnych tj. okrążyło 23 świetlne punkty.

W ten sposób otrzymano procentowy stosunek powierzchni jasnej nie zasłoniętej koronami drzew, do powierzchni ciemnej zajętej pułapem dachu leśnego.

Należy podkreślić, że zapisy w raptularzu wskazują, która strona badanego obiektu (stanowiska) otrzymuje największy dopływ światła. Cyfry bowiem, związane z odpowiednią stroną świata orientują o rozkładzie tych punktów świetlnych na poszczególnych wycinkach niebosłonu.

Wobec warstwowego i równoległego ułożenia sit, można przy odpowiednim ich oznaczeniu, prowadzić również pomiar ze szczegółowym uwzględnieniem stref przepuszczalności pułapu drzewostanu.

Stosując przyrząd można więc określić nasilenie światła nie tylko wg stron świata, lecz ponadto podać dokładnie strefę (przyziemną, środkową czy górną), która i w jakim stopniu (ilość punktów świetlnych) dopuszcza ilość światła przez szczeliny pułapu leśnego.

Przeprowadzane badania omawianym przyrządem wykazały, że odczyty powtarzane na tych samych stanowiskach mogą dać czasem różne wyniki pomiarów, różnice te jednak są tak małe (1 do 2 punktów świetlnych), że praktycznie nie ma to żadnego znaczenia.

LITERATURA

1. Czarnowski M. — Studia nad przepuszczalnością świetlną pułapu leśnego. Kosmos, 1952 r.
2. Matusz M. — Nowy przyrząd do rzutowania koron. Sylwan, 1951.
3. Obmiński Z. — Botanika leśna. 1953 r.
4. Suchecki K. — Wykład nauki o siedlisku leśnym. Lwów, 1953 r.
5. Szennikow A. — Ekologia rastienij, Moskwa 1950 r.
6. Szymkiewicz D. — Ekologia roślin. Lwów, 1932 r.