

ARKADIUSZ BRUCHWALD

Relaskop B i t t e r l i c h a

Реласкоп Биттерлиха

Bitterlich's relascope

A ustriacki leśnik Walter Bitterlich skonstruował nowy przyrząd, służący do pomiarów różnych elementów dendrometrycznych, tzw. relaskop lusterkowy. Relaskop ma służyć głównie do szybkiego określania powierzchni przekroju.

Przyrząd wzbudził duże zainteresowanie w wielu krajach: Austrii, ZSRR, USA, NRD, NRF i Francji.

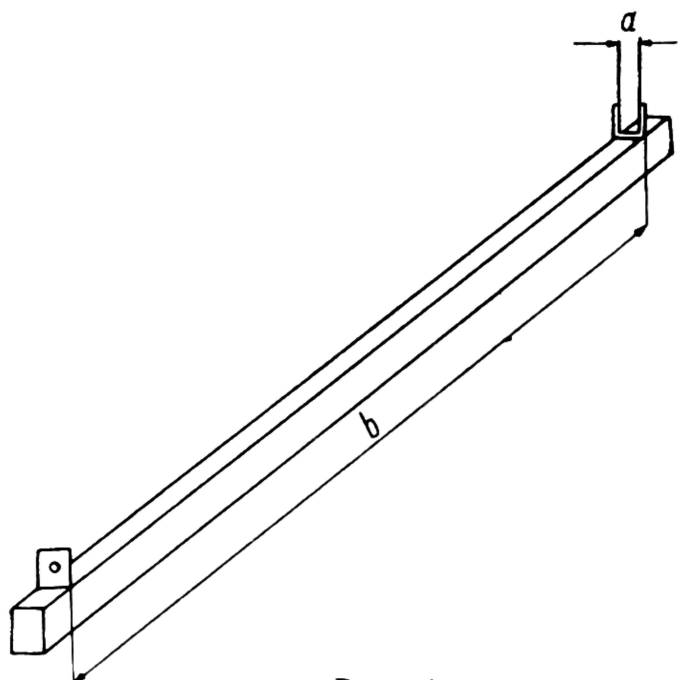
W Polsce przyrząd ten jest jeszcze prawie nieznan. Mógłby on znaleźć zastosowanie w praktyce gospodarczej. Znajomość powierzchni przekroju drzewostanu pozwala określić miąższość różnymi sposobami, np. na podstawie drzew próbnych metodą drzewa przeciętnego, na podstawie liczby kształtu drzewostanu odczytanej z tablic zasobności lub z niektórych tablic miąższości.

Powierzchnię przekroju drzewostanu określa się zwykle na podstawie pomiarów grubości wszystkich drzew w drzewostanie lub pomiarów grubości drzew na powierzchniach próbnych.

Metodą Bitterlicha można określić powierzchnię przekroju drzewostanu na 1 ha bez wyznaczania powierzchni próbnych i pomiaru ich obszaru, a tylko przez przeliczenie niektórych drzew znajdujących się na powierzchniach próbnych kołowych. A więc nie mierzy się tu grubości poszczególnych drzew, a tylko określa się liczbę niektórych drzew na powierzchni próbnej.

Liczenia tych drzew dokonujemy za pomocą specjalnego przyrządu. Przyrząd taki łatwo jest samemu skonstruować. Składa się on z listewki i umieszczonej na jednym jej końcu blaszki ze szczerbiną.

Celując przez szczerbinę do drzew znajdujących się wokół nas, liczymy wszystkie drzewa w drzewostanie nas otaczające, których grubość nie mieści się w szczerbinie. Linia celowania powinna przechodzić na wysokości 1,3 m od podstawy drzewa, do którego celujemy. Przed rozpoczęciem przeliczenia drzew należy zaznaczyć lub spaćniętać pierwsze drzewo, od którego zaczynamy liczenie. Drzewa przelicza się według gatunków. Z każdego stanowiska w drzewostanie robimy kilka przeliczeń i z wyników przyjmujemy średnią. Aby wszystkie przeliczone drzewa znajdowały się w granicach mierzonego drzewostanu, należy wybierać stanowiska w dostatecznej odległości od granicy drzewostanu. Stanowisk wybieramy kilka, tak aby powierzchnie prze-



Ryc. 1.

kroju z nich wzięte charakteryzowały dany drzewo-
stan i obliczamy średnią wyników.

Skonstruujmy listewkę o długości b i o szerokości
szczerbinki a (ryc. 1).

Bitterlich dowiódł, że powierzchnię przekroju
 G w m^2/ha można wyrazić iloczynem:

$$G = K N \quad (1)$$

w którym:

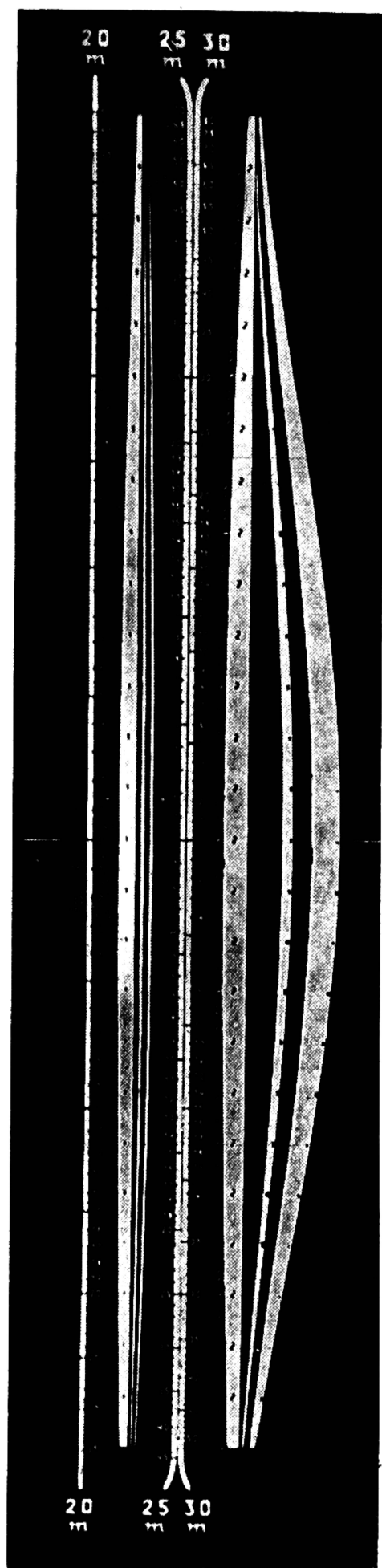
K — wielkość stała zależna od długości listewki (b)
i szerokości szczerbinki (a),

N — liczba drzew nie mieszczących się w szczerbince.

Można tak dobrać wielkości a i b , że K będzie się
równać 1, wtedy:

$$G = N \quad (2)$$

Wyobraźmy sobie, że obserwator znajduje się w pun-
kcie 0 i że wokół niego znajdują się drzewa o jedna-
kowej pierśnicy równej d (ryc. 4). Obserwator zauwa-
ża, że drzewa leżące bliżej środka koła nie mieszczą
się w szczerbince, natomiast drzewa leżące dalej mie-
szczą się w niej. Można także zauważyć granicę. W pe-
wnej odległości od środka, a więc od punktu 0, może
znaleźć się drzewo, które będzie mieściło się dokład-
nie w szczerbince. Oznaczmy tę odległość przez r .
Gdyby wszystkie drzewa miały jednakową pierśnicę,
to w szczerbince mieściłyby się dokładnie te drzewa,
które znalazłyby się ściśle w odległości r od środka.
W związku z tym, że drzewa posiadają różną grubość
dokładnie szczerbinkę będą pokrywały drzewa cień-
sze leżące bliżej środka oraz drzewa grubsze leżące
dalej od środka. Drzewa o średniej grubości pokrywa-
jące szczerbinkę będą znajdowały się w średniej od-



Ryc. 2.

ległości od środka. Tę średnią odległość Bitterlich przyjmuje do obliczenia pola powierzchni próbnej. Przyjmując, że d jest pierśnicą drzewa równą średniej pierśnicy drzewostanu, można wyprowadzić wzór na powierzchnię przekroju drzewostanu.

Układamy proporcję:

$$\frac{d}{r} = \frac{a}{b}, \text{ stąd } d = r \frac{a}{b} \quad (3)$$

w której:

d i r — wyrażamy w metrach,

a i b — wyrażone są w dowolnych, ale takich samych jednostkach, np. w cm.

Zakładając, że liczba drzew na powierzchni próbnej w obrębie koła o promieniu r wynosi N , pierśnicowa powierzchnia przekroju w kole wyniesie:

$$G_1 = N \frac{\pi}{4} d^2 \quad (4)$$

podstawiając do wzoru (4) wzór (3) otrzymamy:

$$G_1 = N \frac{\pi}{4} r^2 \frac{a^2}{b^2} \quad (5)$$

Pole koła, a więc pole powierzchni próbnej wynosi:

$$S = \pi r^2 \quad (6)$$

Dzieląc powierzchnię przekroju drzew w kole (5) przez pole koła (6) otrzymamy powierzchnię przekroju drzew w metrach kwadratowych na jeden metr kwadratowy powierzchni drzewostanu:

$$G_2 = \frac{N \frac{\pi}{4} r^2 \frac{a^2}{b^2}}{\pi r^2} = \frac{N a^2}{4 b^2} \quad (7)$$

Na 1 ha (10 000 m²) otrzymamy:

$$G = 10\,000 \frac{N a^2}{4 b^2} = N\,2\,500 \frac{a^2}{b^2} \quad (8)$$

Przyjmując $K = 2\,500 \frac{a^2}{b^2}$ otrzymamy:

$$G = K N$$

Przyjmując $K = 1$ otrzymamy:

$$\frac{a^2}{b^2} = \frac{1}{2\,500} \text{ stąd } \frac{a}{b} = \frac{1}{50}$$

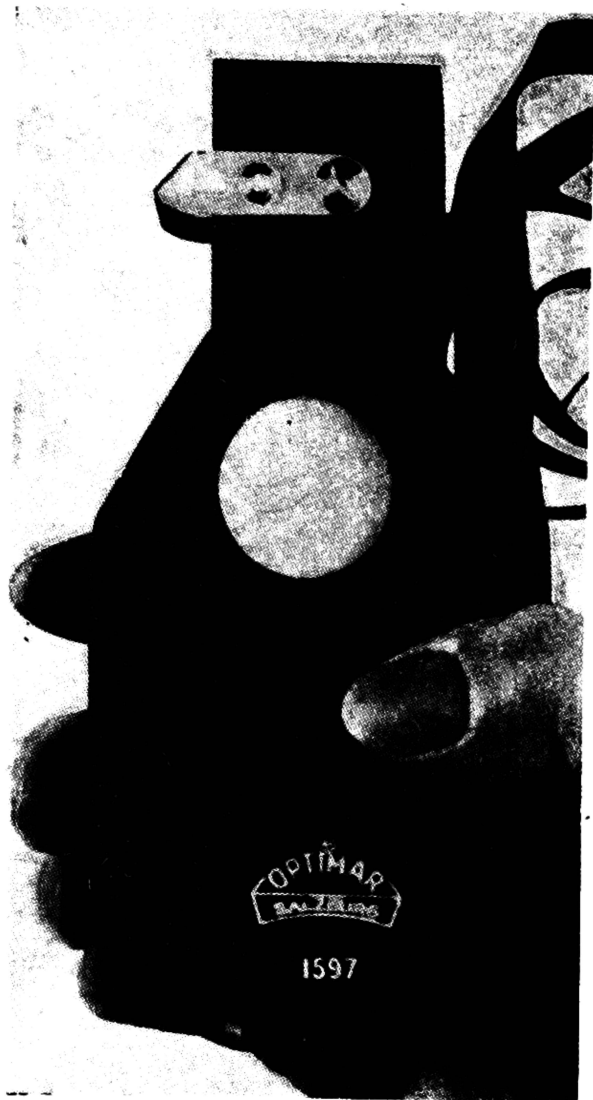
A więc, jeżeli stosunek szerokości szczerbinki do długości listewki wynosi $\frac{1}{50}$ to liczba drzew wokół stanowiska obserwatora, których pierśnica wydaje się większa od szerokości szczerbinki, równa się liczbie m² powierzchni przekroju drzew drzewostanu na 1 ha.

Przyjmując $b = 1$ m, otrzymamy $a = 2$ cm.

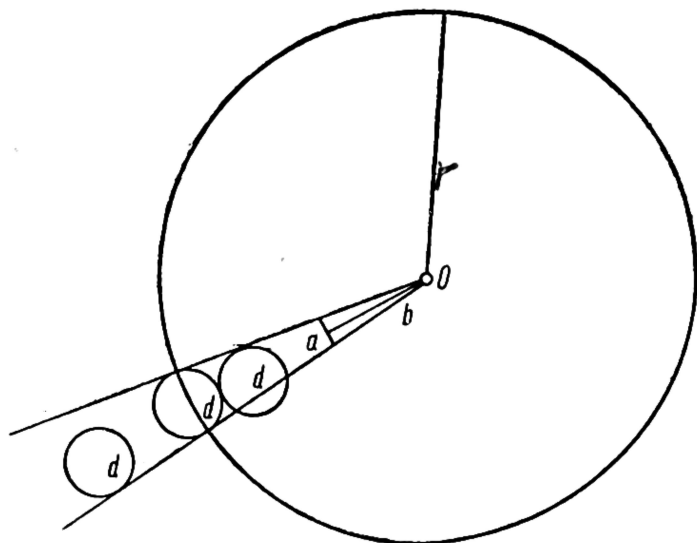
Przyjmując $K = 0,5$ i $b = 1$ m, otrzymamy $a = 1,41$ cm, wówczas:

$$G = 0,5 N \quad (9)$$

Przyrządem opartym na takiej samej zasadzie, jak listewka, jest relaskop lusterkowy Bitterlicha (ryc. 3). Ma on wygląd pudełka metalowego, łatwego do trzymania w ręku. Można go również umocować na statywie. Okrągłe okienka ze szkła matowego oświetlają wnętrze relaskopu. W górnej części znajduje się wziernik, okienko



Ryc. 3.



Ryc. 4.

i oś, do której przymocowany jest metalowy daszek. Wewnątrz relaskopu znajduje się wahadło, które możemy zwolnić przez naciśnięcie przycisku znajdującego się na zewnątrz. Patrząc przez wziernik widzimy w górnej połowie okienka teren, w dolnej natomiast wahadło z podziałką (ryc. 2). Przyrząd najwygodniej jest trzymać w prawej ręce, a przez wziernik patrzeć prawym okiem. Linia celowania znajduje się w połowie okienka. Wszystkie wartości podziałki należy odczytywać przy linii celowej.

Za pomocą relaskopu można określić:

- 1) powierzchnię przekroju drzewostanu,
- 2) odległość poziomą,
- 3) wysokość drzew,
- 4) grubość drzew na dowolnych wysokościach,
- 5) miąższość, wysokość kształtu i liczbę kształtu drzewa stojącego,
- 6) nachylenie terenu i inne wielkości.

Pomiar powierzchni przekroju drzewostanu

Do pomiaru powierzchni przekroju służy biały pasek oznaczony jedyneką, 4 paski wąskie (2 czarne i 2 białe leżące na pasku 1) oraz biały pasek oznaczony dwójką (ryc. 2). Szerokość paska wąskiego wynosi $\frac{1}{4}$ szerokości paska 1, natomiast pasek 2 jest $\sqrt{2}$ razy szerszy od paska 1.

Powierzchnię przekroju można określić w zasadzie na dowolnej wysokości, ale zwykle określamy ją na 1,3 m od ziemi.

W drzewostanie obieramy miejsce pomiaru i z tego stanowiska, używając, np. paska

1, liczymy wszystkie drzewa znajdujące się wokół naszego stanowiska, których pierśnica nie mieści się w szerokości tego paska. Zapamiętajmy drzewo od którego zaczynamy liczenie, i licząc obracamy się tak długo, aż dojdziemy do wyjściowego drzewa. A więc liczymy wszystkie drzewa znajdujące się wokół nas w kącie 360° , nie mieszczące się w pasku 1. Współczynnik K dla paska 1 wynosi 1. Dlatego liczba drzew nie mieszczących się w tym pasku będzie powierzchnią przekroju drzewostanu wyrażoną w m^2 na 1 ha. Przy liczeniu drzew linia celowa musi być skierowana na pierśnicę drzewa, a wahadło zwolnione.

Przyglądając się paskom można zauważyć, że najszersze są one przy poziomych dwóch kreskach, a więc w środkowej części. W górę i w dół od poziomych kresek paski się zwężają. Ma to swoje uzasadnienie. Zwężanie się pasków powoduje redukcję nachyleń terenu. Na przykład mamy drzewo leżące na tej samej warstwie co obserwator w odległości od niego równej R metrów, nie mieszczące się w pasku, a więc brane do obliczeń. Przypuśćmy, że drugie drzewo leżące na innym poziomie ma taką samą pierśnicę i znajduje się w takiej samej odległości poziomej od obserwatora. Odległość od obserwatora do drzewa (na wysokości piersi) jest większa od poziomej odległości od niego. Gdybyśmy nie zwalniali wahadła, to mógłby zajść taki wypadek, że drzewo to zmieściłoby się w szerokości paska. Zmniejszyłby się promień zasięgu relaskopu. Powierzchnia próbna nie byłaby kołem, ale elipsą. Otóż zwalniając wahadło spowodujemy, że pasek przesunie się wyżej lub niżej i w stosunku do drzewa znajdującego się na tym samym poziomie co obserwator będzie węższy. W więc w tym przykładzie drzewo także nie będzie mieściło się w szerokości paska i będzie policzone.

Do określenia powierzchni przekroju drzewostanu można użyć różnych pasków, z tym, że liczbę drzew nie mieszczących się w szerokości tych pasków trzeba będzie mnożyć przez odpowiedni dla danego paska współczynnik K. I tak:

dla paska 1	$K = 1$
dla 1 paska wąskiego	$K = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$
dla 2 pasków wąskich	$K = \left(\frac{2}{4}\right)^2 = \frac{1}{4}$
dla 3 pasków wąskich	$K = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16}$
dla 4 pasków wąskich	$K = 1$
dla paska 1 + 1 pasek wąski	$K = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = \frac{25}{16}$
dla paska 1 + 2 paski wąskie	$K = \left(\frac{6}{4}\right)^2 = \frac{9}{4}$
dla paska 1 + 3 paski wąskie	$K = \left(\frac{7}{4}\right)^2 = \frac{49}{16}$
dla paska 1 + 4 paski wąskie	$K = \left(\frac{8}{4}\right)^2 = 4$
dla paska 2	$K = (\sqrt{2})^2 = 2$

Najczęściej do pomiarów używa się paska 1 i paska 2. Paska 1 + 4 paski wąskie należy używać w ostateczności, gdyż używając ich należy się spodziewać wyników

najmniej dokładnych. Szerokość tych pasków powoduje, że wchodzi do określania powierzchni przekroju mała liczba drzew, a wielkość powierzchni próbnej jest mała.

Liczba stanowisk, z których dokonujemy pomiaru w danym drzewostanie, zależy od wymaganej dokładności, zróżnicowania drzewostanu, liczby drzew na 1 ha, jak również od wielkości drzewostanu. Im większa wymagana dokładność, im większe zróżnicowanie drzewostanu, im mniej drzew na 1 ha oraz im większy drzewostan, tym liczba stanowisk powinna być większa. Powierzchnię przekroju przyjmujemy jako średnią z pomiarów.

Pomiar odległości poziomej

Do pomiaru odległości potrzebna jest łąta lub tyczka 2 m długości z zaznaczonym na niej wyraźnie widocznym środkiem. Za pomocą takiej tyczki można zmierzyć odległości 15, 20, 25 lub 30 m. Tyczkę stawiamy pionowo przy drzewie, sami natomiast stajemy w odległości od drzewa około 15, 20, 25 lub 30 m. Trzymamy relaskop pionowo, kierujemy oś celową na środek tyczki i zwalniamy wahadło. Po uspokojeniu się wahadła blokujemy je. Dalej ustawiamy relaskop poziomo w ten sposób, aby dolny brzeg tyczki znalazł się przy pasku 2 na dolnej jego krawędzi. Miejsce to w relaskopie zaznaczone jest wyrazem „unten”. Następnie zbliżając się lub cofając staramy się znaleźć w takim miejscu, aby górny koniec tyczki dochodził do brzegu białego lub ciemnego paska. Jeżeli górny brzeg tyczki będzie dokładnie przy górnym brzegu paska leżącego najwyżej oznaczonego liczbą 15, to odległość od drzewa wyniesie 15 m. Przy górnym brzegu czarnego paska oznaczonego 20 odległość wynosi 20 m, przy górnym brzegu białego paska oznaczonego liczbą 25 odległość wyniesie 25 m i przy górnym brzegu czarnego paska oznaczonego 30 — 30 m. Oczywiście dolny koniec tyczki musi się zawsze znajdować przy dolnym brzegu paska 2. Aby łąta była dobrze widoczna, można na jej końcu nalepić biały karton.

Do pomiaru odległości można posłużyć się paskiem 1 i 4 paskami wąskimi. Sposób postępowania będzie analogiczny jak wyżej opisany. W tym przypadku jedynie dolny koniec tyczki będzie zgrany z dolnym brzegiem paska 1, a górny koniec tyczki z górnym brzegiem wąskiego 4 paska. Odległość od drzewa będzie się równała długości tyczki pomnożonej przez 25.

Pomiar wysokości drzew

Do pomiaru wysokości służą 3 paski z podziałkami podającymi wysokość drzewa w metrach. Podziałka znajdująca się w relaskopie najbardziej na lewo służy do pomiaru wysokości przy odległości 20 m od drzewa. Podziałki znajdujące się w środku służą: lewa do pomiaru wysokości przy odległości 25 m, prawa przy odległości 30 m. A więc do pomiaru wysokości drzewa trzeba najpierw zmierzyć odległość równą 20, 25 lub 30 m i w zależności od odległości użyć odpowiedniej podziałki. Sposób postępowania jest podobny jak przy niektórych innych typach wysokościomierzy. Przy celowej skierowanej na wierzchołek drzewa i zwolnionym wahadle robimy odczyt i drugi odczyt przy zwolnionym wahadle i celowej skierowanej do podstawy drzewa. Jeżeli odczyty wypadną po przeciwnej stronie zera to należy je dodać, jeżeli z tej samej strony zera, to odjąć, a więc postępujemy tak samo, jak przy użyciu niektórych innych typów wysokościomierzy. Wynik będzie wysokością drzewa.

Jeżeli odległość od drzewa nie będzie ściśle równa 20, 25 lub 30 m, ale 1, odczytujemy wówczas wysokość h_1 z podziałki dla odległości l_1 najbardziej zbliżonej do danej odległości, a wysokość drzewa obliczamy ze wzoru:

$$h = h_1 \frac{l}{l_1} \quad (10)$$

Przykład. Z odległości 10 m od drzewa odczyt na podziałce wysokości dla odległości 20 m wynosi $h_1 = 26$.

$$h = 26 \frac{10}{20} = 13 \text{ m.}$$

Przykład. Z odległości 23 m od drzewa odczyt na podziałce wysokości dla odległości 25 m wynosi $h_1 = 30$.

$$h = 30 \frac{23}{25} = 27,6 \text{ m.}$$

Pomiar grubości drzew na dowolnych wysokościach

Do pomiaru grubości służy pasek 1 oraz 4 paski wąskie. Dla paska 1 można napisać wzór:

$$\frac{\text{szerokość obiektu przykrytego przez pasek 1}}{\text{odległość do tego obiektu}} = \frac{1}{50}$$

Dla 2 pasków wąskich stosunek ten wynosi 1/100. Dla 1 paska wąskiego — 1/200. A więc dla 2 pasków wąskich z odległości:

10 m	szerokość	objektu	wysokości	10 cm,
15 m	"	"	"	15 cm,
20 m	"	"	"	20 cm,
25 m	"	"	"	25 cm itd.

Z odległości 20 m 2 paski wąskie będą pokrywały 20 cm grubości, 1 pasek wąski będzie pokrywał 10 cm grubości, pasek 1 lub 4 paski wąskie będą pokrywały 40 cm grubości, pasek 1 + 4 paski wąskie będą pokrywały 80 cm grubości.

Przykład. Grubość drzewa na pewnej wysokości przy odległości 20 m jest przykryta przez: pasek 1 + 2 paski wąskie + 1/2 paska wąskiego — grubość drzewa wyniesie: 40 cm + 20 cm + 5 cm = 65 cm.

Uwaga! Przy pomiarze grubości wahadło należy zwolnić, aby zredukować nachylenie do poziomu.

Za pomocą relaskopu można zmierzyć grubość w zasadzie na dowolnej wysokości. Można się spodziewać wyników dokładniejszych przy małych odległościach od drzewa i za pomocą przyrządu umocowanego na statywie.

Pomiar miąższości, wysokości kształtu i liczby kształtu strzały drzewa stojącego

Miąższość strzały obliczamy według wzoru:

$$v = g h f \quad (11)$$

w którym:

v — miąższość strzały,

g — powierzchnia przekroju na wysokości piersi,

f — pierścicowa liczba kształtu strzały.

Relaskopem możemy określić elementy miąższości stosując wzór Presslera:

$$v = \frac{2}{3} g \left(h' + \frac{m}{2} \right) \quad (12)$$

w którym:

g — powierzchnia przekroju na wysokości piersi,

h' — wysokość prawidłowa,

m — odległość od podstawy drzewa do pierśnicy.

Porównując wzór (11) z (12) otrzymamy:

$$ghf = \frac{2}{3} g \left(h' + \frac{m}{2} \right)$$

stąd

$$hf = \frac{2}{3} \left(h' + \frac{m}{2} \right) \quad (13)$$

Pomijając we wzorze (13) stosunkowo małą wartość $\frac{m}{3}$ otrzymamy uproszczony wzór na wysokość kształtu:

$$hf = \frac{2}{3} h' \quad (14)$$

Aby określić wysokość kształtu, wystarczy znaleźć wysokość prawidłową, a więc wysokość nad podstawą drzewa punktu, w którym grubość jest równa połowie pierśnicy.

Do znalezienia punktu prawidłowego służy pasek 1 i 4 paski wąskie. Kierujemy oś celową relaskopu na pierśnicę i zwalniamy wahadło. Następnie cofając się lub zbliżając do drzewa ustawiamy się w takiej odległości, aby pasek 1 i 4 paski wąskie pokryły pierśnicę. Z tego stanowiska przy zwolnionym wahadle szukamy takiego punktu na strzale, w którym grubość będzie dokładnie przykryta przez pasek 1 lub 4 paski wąskie. W tym miejscu robimy odczyt na skali wysokości dla odległości 25 m. Kierujemy następnie relaskop na podstawę drzewa i na tej samej skali robimy odczyt.

Suma lub różnica odczytów da nam wielkość równą $\frac{h'}{d}$, a więc stosunek wysokości prawidłowej do pierśnicy.

Mnożąc $\frac{h'}{d}$ przez $\frac{2}{3}$ otrzymamy $\frac{hf}{d}$.

Mięszość strzały obliczamy mnożąc otrzymany wynik przez $\frac{\pi}{4} d^3$, ponieważ

$$v = \frac{\pi d^2}{4} hf = \frac{\pi d^3}{4} \frac{hf}{d} \quad (15)$$

W celu określenia mięszości strzały należy oprócz wielkości odczytanej z relaskopu $\frac{h'}{d}$ zmierzyć pierśnicę drzewa.

Wysokość kształtu określamy ze wzoru:

$$hf = \frac{hf}{d} \cdot d = \frac{2}{3} d \frac{h'}{d} \quad (16)$$

Wielkość otrzymaną na podstawie pomiarów z relaskopu trzeba pomnożyć przez $\frac{2}{3}$ pierśnicy.

Przykład. Pierśnicę z pewnej odległości pokrył pasek 1 i 4 paski wąskie. Odczyt na podziałce wysokości dla odległości 25 m do punktu prawidłowego wynosi +51, do podstawy —4.

$$\frac{h'}{d} = 51 - (-4) = 55$$

$$\frac{h f}{d} = \frac{2 h'}{3 d} = \frac{2}{3} \cdot 55 = 36,67$$

Pierśnica drzewa wynosi 35,4 cm, a miąższość i wysokość kształtu:

$$v = \frac{\pi d^3}{4} \frac{h f}{d} = 0,0348 \cdot 36,67 = 1,28 \text{ m}^3$$

$$h f = \frac{h f}{d} d = 36,67 \cdot 0,354 = 12,98$$

Liczbę kształtu określamy ze wzoru:

$$\frac{h f}{d} = \frac{2 h'}{3 d} \quad \text{stad} \quad f = \frac{2 h'}{3 h} \quad (17)$$

Wielkość h/d znajdujemy podobnie jak wielkość h'/d z tym, że robimy tu odczyt na skali wysokości dla odległości 25 m przy celowej skierowanej na wierzchołek drzewa. Dodając lub odejmując wynik odczytany w relaskopie przy skierowaniu go do podstawy drzewa otrzymamy h/d .

Przykład. Stajemy w takiej odległości od drzewa, aby pasek 1 i 4 paski wąskie pokryły pierśnicę. Znajdujemy punkt prawidłowy i na podziałce wysokości dla odległości 25 m robimy odczyt, np. +51. Kierujemy celową na wierzchołek i robimy odczyt +71. Kierujemy celową do podstawy, odczyt wynosi -4.

Obliczamy:

$$\frac{h'}{d} = 51 - (-4) = 55$$

$$\frac{h}{d} = 71 - (-4) = 75$$

$$f = \frac{2}{3} \frac{55}{75} = 0,49$$

Wyjaśnienia wymaga dlaczego odczytywaliśmy wartości h/d , a nie h , lub h'/d , a nie h' .

Przeanalizujemy wszystkie czynności jakie robimy przy pomiarze wysokości prawidłowej.

Założmy, że przy odległości l od drzewa pasek 1 i 4 paski wąskie pokryją pierśnicę. Kierujemy oś celową relaskopu do pewnego punktu na drzewie, np. do punktu prawidłowego i robimy odczyt na skali wysokości dla odległości 25 m. Następnie robimy odczyt przy celowej skierowanej do podstawy drzewa. Niech suma lub różnica tych odczytów wynosi x . Możemy znaleźć wysokość danego punktu nad podstawą drzewa ze wzoru (10):

$$h' = x \frac{l}{l_1} \quad (18)$$

Zastosowano podziałkę wysokości dla odległości 25 m, wobec tego $l_1 = 25$. Aby znaleźć wysokość prawidłową, trzeba by zmierzyć odległość od drzewa l . Jednakże tej czynności nie trzeba robić, jak to wynika z następujących wywodów. Wykorzystana została tu proporcja:

$$\frac{d}{l} = \frac{d_1}{l_1} \quad \text{lub} \quad \frac{d}{d_1} = \frac{l}{l_1} \quad \text{stad} \\ d = \frac{l}{l_1} d_1 \quad (19)$$

w którym:

d — pierśnica drzewa,

l — odległość od drzewa,

l_1 — odległość dla zastosowanej podziałki wysokości, tj. 25 m,

d_1 — pierśnica, jaką z odległości 25 m pokryją odpowiednie paski, w tym przypadku pasek 1 i 4 paski wąskie.

Gdybyśmy stali w odległości od drzewa równej 25 m i gdyby pasek 1 i 4 paski wąskie pokryły pierśnicę, wtedy pierśnica wyniosłaby 1 m. Podstawiając wartość 1

zamiast d_1 do wzoru (19) otrzymamy: $d = \frac{l}{l_1}$, a więc h' ze wzoru (18) wyniesie:

$$h' = xd, \text{ stąd } x = \frac{h'}{d} \quad (20)$$

Widzimy więc, że nie odczytywaliśmy bezpośrednio wysokości prawidłowej, ale wielkość h'/d . Tak samo odczytujemy nie wysokość, ale h/d .

Jeżeli h' odpowiada punktowi prawidłowemu, wtedy na podstawie wzoru (14) otrzymamy:

$$\frac{hf}{d} = \frac{2}{3} x = \frac{2h'}{3d}$$

Aby otrzymać hf/d trzeba sumę lub różnicę odczytów do punktu prawidłowego i do podstawy drzewa pomnożyć przez $2/3$.

Położenie punktu prawidłowego możemy określić także za pomocą 3 wąskich pasków. W tym przypadku ustawiamy się w takiej odległości od drzewa, aby pasek 1 i 2 paski wąskie pokryły pierśnicę. Z tego stanowiska szukamy punktu prawidłowego za pomocą 3 pasków wąskich. Odczyty robimy na skali wysokości dla odległości 25 m, dlatego $l_1 = 25$. Z odległości 25 m pasek 1 i 2 paski wąskie pokryją pierśnicę równą 0,75 m, a więc $d_1 = 0,75$. Podstawmy te wartości do wzoru (19):

$$d = \frac{l}{l_1} d_1 = \frac{1}{25} \cdot 0,75, \text{ a na podstawie wzorów (18) i (19):}$$

$$h' = x \frac{l}{l_1} = x \frac{d}{d_1} = x \frac{d}{0,75}, \text{ stąd}$$
$$x = \frac{h'}{d} \cdot 0,75 \quad (21)$$

Używając więc paska 1 i 2 pasków wąskich odczytujemy $0,75 \frac{h'}{d}$

Na podstawie wzoru (14):

$$\frac{hf}{d} = \frac{2h'}{3d} = \frac{2x}{3 \cdot 0,75} = \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} x = \frac{8}{9} x \quad (22)$$

Aby otrzymać stosunek wysokości kształtu do pierśnicy, trzeba sumę lub różnicę odczytów do punktu prawidłowego i do podstawy drzewa pomnożyć przez $8/9$.

Można użyć do znalezienia punktu prawidłowego 2 pasków wąskich. Musimy stanąć wówczas w takiej odległości od drzewa, aby pasek 1 pokrył pierśnicę. Po znalezieniu punktu prawidłowego robimy odczyt na podziałce wysokości dla odległości 25 m. Pasek 1 będzie z odległości 25 m pokrywał grubość równą 0,50 m. Analogicznie jak wyżej odczyt wyniesie:

$$x = \frac{h'}{d} 0,50 \quad (23)$$

$$\text{natomiast } \frac{hf}{d} = \frac{2h'}{3d} = \frac{2x}{3 \cdot 0,50} = \frac{2}{3} 2x = \frac{4}{3} x \quad (24)$$

Aby otrzymać stosunek wysokości kształtu do pierśnicy przy użyciu 2 pasków wąskich do znalezienia punktu prawidłowego, trzeba sumę lub różnicę odczytów do punktu prawidłowego i podstawy drzewa pomnożyć przez $\frac{4}{3}$.

Można by używać skal wysokości dla innych odległości niż 25 m. Należałoby wówczas wyliczyć odpowiedni współczynnik przez który trzeba byłoby mnożyć odczyt.

Pomiar nachylenia terenu i inne pomiary

Do pomiaru nachylenia terenu służą wszystkie podziałki wysokości. Odczyt dla danej skali nie wyraża się jednak w procentach, tj. nie określa ile jednostek wysokości przypada na 100 jednostek odległości, ale na 20, 25 lub 30 jednostek odległości. Robiąc odczyt na podziałce wysokości dla odległości 20 m otrzymamy wynik w procentach, jeżeli odczyt pomnożymy przez 5; dla odległości 25 m, jeżeli pomnożymy przez 4.

Po wynalezieniu relaskopu zaczęto odkrywać nowe zastosowania tego przyrządu. Japończyk Hirata zastosował relaskop do określania średniej wysokości drzewostanu. Kanadyjczycy Kendall i Sayn-Wittgenstein zastosowali przyrząd do określania obwodów drzew.

Relaskop Bitterlicha służy głównie do określania powierzchni przekroju drzewostanu i do określania miąższości drzewostanu. Prosty i szybki pomiar tym przyrządem wzbudza zainteresowanie. Wyniki badań nad dokładnością określania powierzchni przekroju drzewostanu metodą Bitterlicha podawane w literaturze zagranicznej zachęcają do podjęcia u nas badań nad dokładnością otrzymywanych wyników.

Z Katedry Dendrometrii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego

LITERATURA

1. Anuczyn N. P. — Lesnaja taksacja. Moskwa—Leningrad, 1960.
2. Bitterlich W. — Die Winkelzählmessung. „Allgemeine Forst- und Holzwirtschaftliche Zeitung”. Wien 1947, Folge 12/13.
3. Bitterlich W. — Die Winkelzählprobe, „Allgemeine Forst- und Holzwirtschaftliche Zeitung”. Wien 1948, F. 1/2.
4. Bitterlich W. — Was ist die „Hirata-Höhe”? „Allgemeine Forstzeitung”. Wien 1956, F. 21/22.
5. Bitterlich W. — Das neue Relaskop. „Allgemeine Forstzeitung”. Wien, 1958, F. 23/24.
6. Bitterlich W. — Relaskop mit Breitskala. „Allgemeine Forstzeitung”. Wien 1962, F. 5/6.
7. Blutel Y. — Les application très pratiques du relaskope de Bitterlich. „Revue Forestière Française”, Nancy 1962, N. 1.
8. Gecow R. — Powierzchnie próbne kołowe. „Las Polski”, 1950, nr 8.
9. Gieruszyński T. — Pomiar drzew i drzewostanów. PWRiL, Warszawa, 1959.
10. Pardé J. — Un appareil révolutionnaire: le relascope à miror de Bitterlich „Revue Forestière Française”, Nancy 1956, N. 3.
11. Pardé J. — Dendrométrie. Nancy 1961.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 12 marca 1964 r.