

# DE KEGELMETHODE VOOR DE BEPALING VAN DE GEMIDDELDE HOOGTE IN EENSOORTIGE BOSOPSTANDEN

(with a summary in English)

[522.3]

door

F. E. ESSED

In de Staatsboswachterij Ommen pasten wij een nieuwe werkwijze voor de bepaling van de gemiddelde hoogte toe, die wij „kegelmethode” noemen. Deze methode is analoog aan die van Bitterlich voor de bepaling van het grondvlak per ha.

Als men op ooghoogte boven een gekozen standpunt (op gemiddelde terreinhoogte) met een constante hellingshoek rondom viseert en alle bomen telt, waarvan de top boven of op de vizierlijn ligt (dus binnen een — omgekeerde — kegel met bekende tophoek), dan geeft het verkregen aantal bomen ( $n$ ) gedeeld door het stamtal per ha ( $N$ ) een schatting voor de hoogte  $\bar{h}_d$  van de boom met de arithmetisch gemiddelde diameter.

Men kan eenvoudig afleiden, dat het volgende geldt:

$$\text{schatting over } \sqrt{\sum h^2/N} = \bar{h} = 100 \operatorname{tg} \alpha \sqrt{\frac{n}{\pi N}} + q \quad (1)$$

$\alpha$  = de constante hellingshoek.

$n$  = aantal getelde bomen.

$N$  = stamtal per hectare.

$q$  = ooghoogte.

Bij verdere theoretische bewerking blijkt, dat  $\bar{h}$  een systematische afwijking vertoont van  $\bar{h}_d$ , afhankelijk van de houtsoort en de aard van de opstand. Bij de groveden (*Pinus sylvestris*) is uitgerekend, dat deze systematische afwijking tussen  $-0,4\%$  en  $+0,8\%$  ligt en gemiddeld  $-0,3\%$  bedraagt.

De werkwijze bleek bij toepassing in de boswachterij Ommen zeer snel te zijn. Per standpunt bedroeg de tijd 0,5 tot 1 minuut.

Als men hoek  $\alpha$  gunstig kiest, neemt formule (1) een eenvoudige gedaante aan, b.v.:

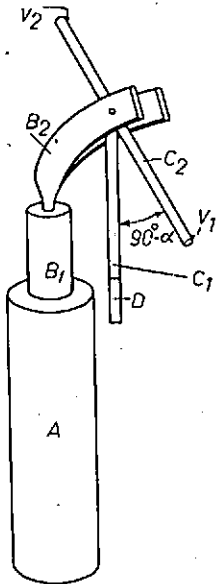
$$\alpha = 45^\circ \quad ; \quad \operatorname{tg} \alpha = 1 \quad ; \quad \bar{h} = \frac{100}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{n}{N}} + q$$

$$\alpha = 41^\circ 30' \quad ; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \quad ; \quad \bar{h} = 100 \cdot \sqrt{\frac{n}{4N}} + q$$

$$\alpha = 51^\circ 30' \quad ; \quad \operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \quad ; \quad \bar{h} = 100 \cdot \sqrt{\frac{n}{2N}} + q$$

Het rekenwerk kan aanmerkelijk worden vergemakkelijkt door deze formules te vervangen door eenvoudige tabellen of grafieken.

Voor de praktijk werd een eenvoudig instrument geconstrueerd, dat door de afdeling Landmeetkunde van de Landbouwhogeschool werd vervaardigd. Figuur 1 laat hiervan een schets zien.



Figuur 1

Het instrument bestaat uit een verticaal op te stellen holle staaf A, waarin een andere staaf B<sub>1</sub> draaibaar is. Aan de staaf B<sub>1</sub> is een beugel B<sub>2</sub> met een zgn. vrijhangende hellingsmeter verbonden. Deze bestaat uit een staaf C<sub>1</sub>, aan de onderkant waarvan een gewicht D is aangebracht, en een tweede staaf C<sub>2</sub> die met C<sub>1</sub> de gewenste hoek maakt. Op C<sub>2</sub> is de vizierlijn V<sub>1</sub>V<sub>2</sub> bevestigd. V<sub>2</sub> kan hoger of lager worden gesteld, waardoor hoek α kan worden gewijzigd, wanneer dit om praktische redenen wenselijk is.

Enige aspecten van de nieuwe werkwijze.

1. Deze hoogtemeting leidt, zoals reeds opgemerkt, tot grote tijdsbesparing.
2. Men behoeft de gemiddelde diameter niet eerst te bepalen.
3. Het rond viseren vermindert de fouten door scheefstaan van bomen aanmerkelijk.
4. Hellend terrein geeft geen noemenswaardige fout.
5. De schatting van de totale massa, ontleend aan schattingen van  $N$ ,  $h_d$  en  $\bar{d}$ , ondervindt bij

deze methode slechts geringe invloed van afwijkingen in  $N$ .

6. In de praktijk vonden wij een treffend goede overeenstemming met de feiten.

Bij sterk geaccidenteerd terrein dient men meer waarnemingen te doen, bij voorkeur op gemiddelde terreinhoogte.

Tabel 1

Boswachterij Ommen

Afwijkingen van hoogtemetingen volgens de kegelmethode ten opzichte van resultaten verkregen met de hoogtemeter „Blume Leiss”

Kegelmethode		afwijking in %	aantal waarn. „Blume Leiss”.
Opstand	aantal standp.		
9 <sup>a</sup>	9	+ 1,9	31
11	4	+ 0,8	23
11	4	+ 2,4	18
12 <sup>a</sup> 0	4	— 1,7	30
12 <sup>a</sup> W	4	+ 1,7	25
13 <sup>b</sup>	4	+ 2,1	20
31 <sup>b</sup>	4	— 1,4	25
40 <sup>d</sup>	4	+ 1,8	39
60 <sup>a</sup>	5	— 2,5	35

In de boswachterij Ommen werden de uit deze wijze van hoogtemeting verkregen uitkomsten vergeleken met de resultaten, verkregen uit een groot aantal, door verschillende personen met de hoogtemeter „Blume-Leiss" verrichte hoogtemetingen. Tabel 1 geeft de resultaten weer.

In een binnenkort te verschijnen uitvoeriger publicatie zullen wij nader ingaan op de mathematische achtergrond van deze methode.

#### Literatuur :

- Bitterlich, W.: Die Winkelzählmessung. Allgemeine Forst- und Holzwirtschaftliche Zeitung. 58 (11/12), 1947 (94—96).  
 Essed, F. E.: A quick, simple and at the same time accurate method for estimating the total volume and the increment percentage of even-aged stands. (Stencil, niet gepubliceerd). Wageningen 1954.

Summary : The "cone method" for estimating mean height in pure stands.

The author — who recently has developed a method by which the volume of a stand is derived from number of stems, arithmetic mean diameter and regression height of that diameter — has applied the Bitterlich principle on height measurements.

For this purpose the instrument of fig. 1 has been constructed. It consists of a metal tube A, in which another tube B can be turned. Tube B<sub>1</sub> has a forked end B<sub>2</sub>. In this fork an adjustable gradient meter is hanging freely.

By swinging around the instrument with a gradient  $\alpha$ , the line of sight describes an upside-down cone and the number of trees, which are touching or penetrating the cone surface, can be counted within a minute. The arithmetic mean height can be calculated by means of equation (1), in which the gradient ( $\alpha$ ), the counted number of trees within the cone ( $n$ ), the number of stems per hectare ( $N$ ) and the height of the instrument above ground level ( $q$ ) should be substituted.

The assessment of the mean height by the cone method was compared with the figures obtained by normal measurements with the Blume-Leiss hypsometer. The deviations, expressed as a percentage, are reproduced in the third column of table 1 and are not of a systematic nature.

An important aspect of this method is, that the computed volume is less sensible for errors in the estimated number of trees ( $N$ ) as  $N$  appears also in the denominator of equation (1).

The mathematical aspects of this method will be dealt with in detail in a separate article.