

Nederlandsch Boschbouw-Tijdschrift

Orgaan van de
Nederlandsche Boschbouwvereniging
Oprichter Dr. J. R. Beversluis

3e Jaargang

No. 10

October 1930

Oorspronkelijke Bijdragen

ENKELE OPMERKINGEN OVER DE BETEKENIS VAN HOUTMEETKUNDIGE GEGEVENS

door L. C. GEERLING.
Boschbouwkundige bij het Rijksboschbouwproefstation.

Hoewel men zich tegenwoordig ook in de praktijk er wel degelijk van bewust is, dat het door middel van een eenvoudige opname verkregen houtmassacijfer niet als een geheel juist getal beschouwd mag worden, gelooft men over het algemeen toch nog te vast in de nauwkeurigheid van zulk een cijfer. Gewoonlijk aanvaardt men het, zonder zich verder van de nauwkeurigheid rekenschap te geven. Maar al kan men in verschillende gevallen ook volstaan met een vrij goeden indruk van de houtmassa van een afzonderlijken opstand, bij vergelijking van twee verschillende opstanden kan het niet onverschillig zijn, tot op welken graad van nauwkeurigheid de massa van beide is berekend. Wel niemand zal er toe komen om de resultaten van een zeer zorgvuldige en een grove bepaling naast elkaar te vergelijken, maar vrij algemeen is ook, dat bij het beoordeelen van opbrengstverschillen, waarvan de waarden op overeenkomstige manier zijn verkregen, eenvoudig volstaan wordt met het aftrekken van de twee getallen.

Wij hebben allengs geleerd, dat bij een houtmassabepaling meer of minder groote fouten worden gemaakt. Het is de bedoeling van dit artikel eens te laten zien langs welken weg men eenigszins kan komen tot een beoordeeling van de gemaakte fouten. Ik meen dit het beste te kunnen doen aan de hand van concrete gegevens, waarvoor ik gebruik maak van het in het Februari-nummer van het Tijdschrift der Ned. Heide My. voorkomende artikel „*De invloed van kunstmest op den groei en de houtmassa van dennenbosch*”.

In dat artikel behandelt *De Koning* de resultaten zijner opname van bemestingsproeven op het landgoed „De Stippelberg” in Noord-Brabant. Het naar voren brengen van onderstaande, geenszins volledige opmerkingen geschiedt uitsluitend om den minder op dit gebied thuis zijnden practicus een denkbeeld te geven van de overwegingen die zich bij het beoordeelen van houtmassaverschillen kunnen doen gelden.

De groote verschillen in houtmassa, die de schrijver bij de verschillende proefvelden vond, en de zekerheid, dat men hier met een voor de praktijk althans, nauwkeurige opname te doen heeft, geven mij aanleiding juist dit artikel voor m'n doel te gebruiken.

Ik vestig er echter nadrukkelijk de aandacht op, dat de hier bedoelde opname veel minutieuser werd verricht dan men uit het artikel, dat, zooals mij later ter kennis kwam, slechts een resumé voorstelt van een niet gepubliceerd rapport, dat door De Koning aan de Commissie voor Bestings- en Grondverbeteringsproeven in den Boschbouw is uitgebracht, zou kunnen opmaken. Daardoor ben ik in vele gevallen tot opmerkingen gekomen, die in werkelijkheid voor deze opname niet gelden.

Het is m'n voornemen aan de hand van dit voorbeeld op een aantal foutmogelijkheden te wijzen, welke zich bij iedere opname, hoe nauwkeurig die ook wordt uitgevoerd, kunnen voordoen, en den weg aan te geven, waarop men ongeveer tot een begrip van de bereikte nauwkeurigheid kan geraken. Vervolgens zal ik een poging doen om aan te geven hoe groot de massaverschillen in het algemeen moeten zijn, alvorens met zekerheid tot verschil geconcludeerd mag worden.

Indien we, rekening houdend met de boven uiteengezette doelstelling, in onderstaande overgenomen tabel de verschillende kolommen achtereenvolgens nagaan, valt wel het eerste op, dat we hier te doen hebben met een zeer groot proefterrein, terwijl geen enkele beperking gemaakt wordt ten opzichte van de homogeniteit, d.w.z. het daarbinnen voorkomen van kleinere of grotere afwijkende gedeelten.

No. v. h. proefveld	Grootte in m ²	Bemesting s = slakkenmelk k = kaainet in kg per ha	Aantal stammen		Gemiddelde		Grondvlak in m ² per ha op 1.30 m	Vormgetal	m ³ per ha	Waarvan schors %
			Tot.	per ha	dikte cm	hoogte m				
1	2370	geen	664	2802	7.7	5.35	13.0	0.570	39.6	32
2	2440	600 s	706	2893	9.55	7.40	20.8	0.530	86.6	29
3	2190	geen	548	2502	8.4	6.50	13.8	0.550	49.3	24
4	2220	200 s + 400 k	570	2567	9.55	7.10	18.2	0.530	68.5	28
5	2340	geen	657	2808	8.9	6.95	17.4	0.540	65.3	33
6	2420	300 s + 300 k	646	2669	19.0	8.10	21.1	0.525	88.7	21
7	2440	geen	665	2725	8.95	6.75	16.9	0.54	61.6	36
8	2420	400 s + 200 k	638	2636	10.2	7.90	21.5	0.520	88.3	24
9	2410	geen	618	2564	9.15	6.70	16.7	0.540	60.4	30
10	2535	600 k	629	2481	9.2	6.85	16.5	0.535	60.5	32
	23785		6341	2666						

Hoewel het aanwezig zijn van een dergelijk homogeen boschgedeelte niet is uitgesloten, brengen de ervaringen, opgedaan bij het dunningsonderzoek mij er toe, om aan het bestaan van een dergelijk groot homogeen terrein te twijfelen. Ook voor de op zich zelf ongeveer een kwart ha groote proefvelden wordt in dat opzicht geen beperking gemaakt.

Zeer prijzenswaardig is wel, dat de bemeste en onbemeste gelaten proefvelden elkaar afwisselen, waardoor steeds een controle naast het eigenlijke bemestingsproefveld aanwezig is. Uit het oogpunt van methodisch onderzoek staan deze proeven dan ook boven die in andere deelen van ons land.

Het aanwezig zijn van een systematische afwijking in het proefterrein zou een vergelijking van de gemiddelde opstandshoogte van de onbemeste proefvelden kunnen leeren.

Proefveld No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opstandshoogte in meters	5.35	—	6.50	—	6.95	—	6.75	—	6.70	—

Inderdaad wekken deze cijfers den indruk, dat het proefterrein van af het eerste proefveld een toenemend gunstige ontwikkeling vertoont, welke na een geringe afname van 5—7 verder constant blijft. Dit moet er ons van terughouden de beginproefvelden zonder voorbehoud met de overige te vergelijken.

Hoe staat het echter met de homogeniteit binnen één proefveld?

In vele gevallen zal de minder deskundige lezer, indien het tegenovergestelde niet wordt aangevoerd, zonder meer aannemen, dat een proefveld voldoende homogeen is. Toch hapert het daaraan dikwijls. Juist de homogeniteit der proefvelden vormt wel een der moeilijkste punten van het boschonderzoek. Persoonlijk is mij elders geen enkel proefveld bekend zonder afwijkende gedeelten. Zoolang zulke plekken slechts in geringe mate en verspreid voorkomen is het ook niet van zoo groot belang, vooral niet, wanneer ze in dezelfde mate over alle proefvelden worden aangetroffen.

We nemen aan, dat de proefvelden in dit geval twee aan twee inderdaad voldoende homogeen zijn, of wel, dat bij de opname alleen de werkelijk vergelijkbare gedeelten in aanmerking zijn gekomen (zelfs bij wetenschappelijke opnamen wordt nog tegenwoordig onvoldoende aandacht aan deze kwestie geschonken!), en kunnen er dus toe overgaan, de kolom van het „stamaantal” aan een nader onderzoek te onderwerpen.

Het over het algemeen lage stamaantal wekt den indruk ¹⁾

¹⁾ Blijkens welwillende mededeeling van den schrijver zijn de boomen op de proefvelden echter afkomstig van niet-inlandsch zaad, zoodat de sterfte groot is geweest.

van in tegenspraak te zijn met de mededeeling, dat in deze 26-jarige opstanden slechts één keer gedund werd, en dat daarbij dan evenals vlak voor de opname in Augustus 1929 eigenlijk alleen doode en bijna doode stammetjes werden weggenomen. De cijfers rechtvaardigen het vermoeden, dat de praktijk aan het begrip „bijna dood” een vrij ruime betekenis heeft toegekend. Wanneer inderdaad een dunning heeft plaats gehad, zou dit in de bemeste proefvelden wel eens gepaard kunnen zijn gegaan met een anderen sterktegraad van dunning dan bij de onbemest gelaten proefvelden. Bij een andere wijze van opstandsontwikkeling (zie de tweede tabel in bovengenoemd artikel) zou dat werkelijk niet zoo ondenkbaar zijn. Als dit inderdaad het geval is, dan zijn de verggingsobjecten door dezen maatregel niet meer geheel te vergelijken en zou het beter geweest zijn, wanneer de opname nog vóór de eerste dunning was geschied.

Een opvallend cijfer in de kolom van de „gemiddelde dikte” is wel 19.0 voor proefveld 6. De bijbehorende cirkelvlakte van 21.1 m² per ha doet echter zien, dat hier een vergissing heeft plaats gehad en dit cijfer 10.0 moet bedragen. Opmerking verdient verder, dat de gemiddelde dikte in cm wordt aangegeven, maar in den tekst niet wordt vermeld of tot in cm of mm werd geklemd. Dit is voor de gemiddelde opstandsdikte niet zoo van belang, omdat, wanneer zooals hier alle boomen per proefveld gemeten worden, de afrondingsfouten zich gedeeltelijk wederzijds opheffen.

De gemiddelde opstandshoogte werd gevonden uit lengtemetingen aan ongeveer 45 boomen per proefveld. De lengte dezer staande boomen werd gedeeltelijk met een lat en gedeeltelijk met den hoogtemeter van *Weise* bepaald. Ofschoon de hoogtemetingen met een lat vrij nauwkeurig zijn, kunnen toch aanzienlijke fouten gemaakt worden als de opnemer bij het viseeren zich niet steeds in een richting loodrecht op de verbindinglijn van boomas en lat bevindt. We nemen echter aan dat dit hier geen bron van onnauwkeurigheid kan zijn. Bij het instrument van *Weise* zijn voor den afstand der tanden naar verhouding groote fouten onvermijdelijk. Ook wanneer hier, zooals bij de geringe lengte der boomen wel aangenomen mag worden, het staafje tot de dubbele lengte werd uitgetrokken, moet men volgens *Tischendorf*¹⁾ op een middelbare fout van 2 % rekenen. Dit is echter de middelbare fout; wanneer, zooals aangegeven wordt, slechts enkele boomen daarmede gemeten zijn, kan de fout belangrijk grooter zijn en het komt mij

¹⁾ Lehrbuch der Holzmassenermittlung. 1927.

daarom niet zoo heel gewaagd voor, daardoor in dit geval een mogelijke fout van 4 % in de gemiddelde opstandshoogte te onderstellen.

In het bijzonder bij jonge proefperken is bij het kiezen van de te meten boomen een subjectieve factor aanwezig. Aannemende, dat voor elken diametertrap van 1 cm een ongeveer gelijk aantal is gezocht, blijkt het, dat er voor elken diametertrap slechts 2 à 3 boomen beschikbaar kunnen geweest zijn. Volgens mijne persoonlijke ervaring treft men in jonge opstanden van grove-den bij eene diametertrap steeds zeer sterk uiteenlopende hoogtecijfers aan. Dit beteekent, dat wanneer men de hoogtemetingen nog eens aan 45 andere boomen zou verrichten en de gemiddelde hoogte per diametertrap berekende, deze cijfers sterk zouden kunnen afwijken van de gemiddelde hoogten per diametertrap, zooals die zich uit het nu gevonden cijfermateriaal laten berekenen. Hoewel dit uit den aard der zaak minder sterk tot uiting komt bij de meer centraal gelegen diametertrappen, meen ik toch goed te doen, door voor deze foutbron van het opstandsgemiddelde een mogelijke afwijking van $\pm 4\%$ te onderstellen. Men begripe me goed, ik bedoel hiermee niet, dat er een fout van $\pm 4\%$ in het opstandsgemiddelde *gemaakt* is, maar wel, dat zulk een fout *niet als uitgesloten* geacht moet worden.

Een ander punt, dat ik nog naar voren moet brengen is, dat de hoogtekromme hoogstwaarschijnlijk „op het oog” is ingetrokken. Beter doet men door in plaats van alle punten, slechts de per diametertrap of diameterklasse berekende gemiddelde hoogten te gebruiken en door deze punten een kromme te leggen. Natuurlijk is deze kromme op zijn beurt weer meer of minder subjectief, maar in elk geval minder dan in het eerste geval.

Voor de eerste werkwijze een mogelijke fout van 2 % aan te nemen, lijkt me niet overdreven.

Aannemende, dat de middelbare fout $\frac{1}{3}$ van de mogelijke fout bedraagt, kom ik volgens de foutenvoortplantingswet in de opstandshoogte tot een middelbare fout van

$$m_h = \sqrt{\left(\frac{4}{3}\right)^2 + \left(\frac{4}{3}\right)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2} = \sqrt{\frac{36}{9}} = 2$$

dus 2 %.

De getallen in de kolom „met vormgetal” berusten op een kromme, welke is samengesteld uit de massagegevens van een 40-tal boomen. Indien die cijfers door middel van sectiemeting verkregen zijn, zouden ze misschien nog een vrij groote fout kunnen bezitten, wanneer de dikte tot in cm is gemeten.

Bij diktemeting, en dus tevens de bepaling van de cirkelvlakke, zijn als bronnen van onnauwkeurigheid te noemen :

1. de afwijking van den werkelijken boomomtrek van den door ons als aanwezig onderstelden cirkelomtrek ;
2. de afrondingsfout ;
3. de fouten tengevolge van het niet op het juiste meetpunt klemmen ;
4. fouten door het scheef aanleggen van de klem ;
5. aflezingsfouten.

We nemen aan, dat in dit geval slechts de onder 1 en 2 genoemde foutbronnen kunnen optreden. Het laat zich echter bewijzen, dat, wanneer zoals hier is geschied, „over kruis” wordt geklemd, de cirkelvlakte-afwijking praktisch = 0 gesteld kan worden. Met de afrondingsfout is het echter anders gesteld. Ze is afhankelijk van de eenheid, waarin de diktemeting is verricht. Al moet ik onderstellen, dat de diktemeting tot in centimeters heeft plaats gehad, ben ik er zeker van, dat geen eenzijdige afronding naar boven of naar beneden is toegepast, maar deelen, kleiner dan een halven centimeter verwaarloosd werden en deelen, grooter dan een halve eenheid, als een volle werden geteld. Men kan afleiden, dat de afrondingsfout voor de afzonderlijke waarneming ongeveer $\frac{1}{3}$ van de gebruikte eenheid, dus hier vermoedelijk 3 mm bedraagt. Ze kan echter door het „over kruis” klemmen nog door $\sqrt{2}$ worden gedeeld, zoodat ze op 2 mm is te stellen.

Deze afrondingsfout zal onvermijdelijk in de cirkelvlakte overgaan en het eindcijfer beïnvloeden.

Als onze veronderstelling ¹⁾ juist is, dat ook bij de modelboomen de dikte tot in cm is gemeten, dan zijn ze met inachtneming van reeds boven gemaakte veronderstellingen in staat de door het afronden gemaakte fout te benaderen.

Noemen we deze afrondingsfout gemakshalve $\pm m$, dan komt deze in de cirkelvlakte tot uiting ter grootte van

$$-\Delta g = \frac{1}{4}\pi d^2 - \frac{1}{4}\pi (d - m_d)^2 \text{ en } +\Delta g = \frac{1}{4}\pi d^2 - \frac{1}{4}\pi (d + m_d)^2$$

waarin Δg de fout in de cirkelvlakte voorstelt en $d =$ dikte

$$-\Delta g = \frac{1}{4}\pi (-2 dm_d - m_d^2) \text{ en } +\Delta g = \frac{1}{4}\pi (2 dm_d - m_d^2)$$

of doordat m_d^2 practisch buiten beschouwing gelaten kan worden

$$\Delta g = \pm \frac{\pi d}{2} m_d$$

In procenten uitgedrukt, wordt dit, wanneer $pg =$ procentische fout in de cirkelvlakte

$$pg = \frac{100 \Delta g}{G} = \frac{100 \times 2 m_d}{G} = \frac{200 m_d}{d}$$

¹⁾ In werkelijkheid zijn echter alle modelboomen, zooals schrijver mij meedeelde, tot in mm geklemd.

Hieruit kunnen we afleiden, dat de procentische fout groter wordt naar mate de dikte geringer is. Vooral voor onze jonge opstanden kan deze afrondingsfout dus van belang zijn.

Aangezien we hier te maken hebben met modelboomen, waarvan de dikte op borsthoogte vermoedelijk 7.7 tot 10.2 cm bedraagt, kan zonder te groote fouten te moeten vreezen, wel aangenomen worden, dat de gemiddelde dikte van alle secties van een boom 8 cm bedraagt.

De gemiddelde afrondingsfout per sectie laat zich dan overeenkomstig bovenstaande formule berekenen op

$$pg = \frac{200 \times 0.2}{8} = 5\%$$

De gemiddelde afrondingsfout per boom bedraagt dan, omdat op 7 secties van een meter gerekend kan worden, $\frac{5}{\sqrt{7}}$ dus ongeveer $\pm 1.8\%$. Dit geldt voor de spilhoutmassa. Voor de dikhoutmassa is het aantal secties vermoedelijk 3 en de fout daardoor $\frac{5}{\sqrt{3}}$ of naar beneden afgerond ongeveer 3%.

Deze fout gelijkstellend aan de middelbare fout, zullen mogelijke afwijkingen van 5.5% voor de spilhoutmassa en van 9% voor de dikhoutmassa toch niet onwaarschijnlijk geacht moeten worden.

Om na te gaan in hoeverre nu bovenstaande beschouwing met de werkelijkheid overeenstemt, werd een viertal boomen, welke afmetingen ongeveer overeenkwamen met die van de hierbedeelde modelboomen, uiterst zorgvuldig opgemeten met een klem, welke schatting tot in halve mm toeliet, en tevens de cijfers bij afronding op cm genoteerd. In de onderstelling, dat de opname tot in mm ook inderdaad de juiste massa doet kennen, werd voor de houtmassa bij afronding tot op cm een procentische afwijking gevonden van

Boomnummer	1	2	3	4
Spilhoutmassa	- 0.8	- 1.3	- 2.9	+ 0.2
Dikhoutmassa	- 0.3	- 5.3	- 4.1	- 12.8

De door mij veronderstelde mogelijke afwijkingen van resp. 5.5% en 9% zijn dus geenszins uit de lucht gegrepen.

Wanneer bij de sectiemeting tot in mm geklemd was, zouden de mogelijke afwijkingen veel geringer zijn en nauwelijks 1% kunnen overschrijden. Hoewel het misschien meer van theoretisch dan van practisch belang is, moet ik er hier toch op wijzen, dat de gebruikelijke methode van diktemeting op het midden alleen de juiste massa zal aangeven, wanneer de

vorm van den boom ook werkelijk overeenkomt met een paraboloid of cylinder. Uit den aard der zaak zullen voor het bovendee! van de spil, waar de takaanzetting een aanmerkelijken invloed heeft op de stamdikte, groote afwijkingen van dezen idealen boomvorm te verwachten zijn. ¹⁾ Ieder die wel eens te maken heeft gehad met sectiemeting aan boomen van deze relatief geringe afmetingen, zal zich afgevraagd hebben, of men niet beter zou doen door iederen jaarscheut op het midden te klemmen. Houdt men de meterlengte aan, dan zal men bij die secties m.i. ook genoeg moeten nemen met eene afwijking van $\pm 30\%$. Wanneer het beperkt is tot de laatste twee secties en de genoemde mogelijke afwijking overeenkomt met eene middelbare afwijking van $\pm 10\%$, dan heeft dit, zooals de vier contrôleboomen lieten berekenen, eene middelbare afwijking van ongeveer 0.5% in de spilhoutmassa van den totalen boom ten gevolge. Hoewel deze foutbron een enkele keer wel degelijk merkbaar kan zijn, is ze toch over het geheel genomen te gering om daarmede rekening te houden.

Ik hoop het voldoende aannemelijk te hebben gemaakt, dat door de afronding bij de diktemeting in de massagegevens, die den grondslag vormen van de vormgetalkromme, een middelbare fout van bijna 2% verwacht mag worden. Het vormgetal laat zich berekenen volgens de formule

$$f = \frac{i}{g \times h}$$

waarbij zoowel aan (i) als aan (g) een zekere fout kleeft. Een middelbare fout van 4% in de cirkelvlakke en 2% in de massa zal tot gevolg hebben, dat het berekende vormgetal tot ongeveer $\pm 5\%$ van het juiste kan afwijken. De omstandigheid, dat het later aan de vormgetalkromme te ontleenen cijfer op gegevens van meerdere boomen berust, is oorzaak, dat de als gevolg der afronding ontstane fout niet hooger dan ongeveer $\pm 1\%$ behoeft gesteld te worden.

Van meer belang dan laatstbedoelde fout acht ik echter de volgende bronnen van onnauwkeurigheid. Ik meen namelijk te mogen aannemen, dat het vereffenen tot een vormgetalkromme zuiver op het oog is geschied. Bovendien werden de modelboomen niet voor ieder proefveld afzonderlijk, maar over het geheele terrein verspreid gezocht. Ook is uit het meegedeelde niet na te gaan of modelboomen van op grond der berekeningen voorgeschreven afmetingen omtrent dikte en hoogte gezocht zijn. Het is toch heel goed mogelijk, dat alleen de dikte aan bepaalde eischen had te voldoen, b.v. niet kleiner dan 7 cm en niet grooter dan 11 cm mocht zijn. Waarom zou het zoo onlogisch zijn te onderstellen, dat ze

¹⁾ In de praktijk wordt echter gewoonlijk niet de geheele spil gekubeerd.

geheel willekeurig aan de verschillende dikteklassen zijn ontleend?

Onverschillig of het opstandsvormgetal van een bemest of niet bemest proefveld noodig was, werd dit ontleend aan één vormgetalkromme. Dit juist moet ik als een bron van vrij grote fouten beschouwen. Indien de bemeste proefvelden, zoals De Koning ook zelf aangeeft, een neiging tot geringe variatie in de dikte bezitten, of m.a.w. een meer gelijkmatigen groei vertoonen, mag men voor de bemeste proefvelden een ander vormgetal verwachten. Beter ware het geweest, wanneer twee vormgetalkrommen waren samengesteld, een voor de gezamenlijke bemeste proefvelden en een voor alle onbemeste te zamen.

Voor een zeer nauwkeurige opname zou het noodzakelijk geweest zijn, dat voor ieder proefveld een sectiemeting aan modelboomen uit dat proefveld was verricht, terwijl men ook dan nog liefst niet met één klasse per proefveld had moeten volstaan. Omdat men nooit van te voren kan weten in hoeverre het opstandsvormgetal werkelijk kenmerkend is, zou men b.v. volgens de methode U r i c h alle boomen van een proefveld in meerdere diameterklassen van gelijk stamtal moeten brengen en dan voor iedere klasse een bepaald aantal modelboomen met de gemiddelde klassedikte en -hoogte moeten kubeeren.

Hoewel het door gebrek aan de noodige gegevens in het artikel van De K o n i n g niet mogelijk is om een goed inzicht in de door hem gevolgde werkwijze te verkrijgen, terwijl uitgewerkte gegevens van andere opnamen niet ter beschikking staan, en ik me dus zuiver op speculatief terrein begeef, meen ik op grond van mijne, zij het ook nog geringe ervaring op dit gebied, toch minstens een middelbare afwijking van 3 % te moeten aannemen, hetgeen hierop neerkomt, dat in het ergste geval een fout van 10 % in het vormgetal kan optreden.

De afronding der diktemeting zou in de totale cirkelvlakte, wanneer de gemiddelde totale cirkelvlakte en perkgrootte dezer 10 proefvelden als grondslag worden aangenomen, volgens de formule

$$P_G = 100 m_d \sqrt{\frac{\pi}{G}}$$

een procentische fout van $P_G = \pm 0.17$ in de totale cirkelvlakte ten gevolge hebben. Deze fout is dus practisch van geen beteekenis. In bovenstaande formule beteekent m_d = de afrondingsfout in de dikte, welke volgens bl. 322 op 0.2 cm gesteld kan worden; $\pi = 3.14$ en G = de totale cirkelvlakte.

Een kleine onvolledigheid, welke bij door de praktijk verstrekte gegevens maar al te vaak voorkomt, noopt me te gissen, dat in de kolom "m³ per ha" de spilhoutmassa wordt bedoeld. De grootte der vermelde vormgetallen maakt deze onderstelling bij den gegeven opstandsteeftijd trouwens niet moeilijk.

Maar wat is nu de beteekenis van de daar gegeven cijfers? Mag men lezen, dat proefveld 1 b.v. een massa heeft van 39 m³, tegenover proefveld 2 86.6 m³? Neen!

Hoewel ik geen vaststaande cijfers kan verstrekken, geloof ik toch wel in het bovenstaande duidelijk gemaakt te hebben, dat bij een opname door de praktijk betrekkelijk groote fouten kunnen voorkomen.

Voor de inderdaad nauwkeurige opname van De Koning kan de middelbare fout in de cirkelvlakke, omdat alle stammen geklemd zijn, practisch = 0 gesteld worden. De middelbare fout voor de hoogte werd op $\pm 2\%$ gesteld, terwijl deze voor het vormgetal $\pm 3\%$ bedraagt, wanneer alleen de het laatst genoemde foutenbron in aanmerking genomen wordt. Volgens de foutenvoortplantingswet kom ik tot een middelbare fout van

$$\sqrt{3^2 + 2^2} = \sqrt{13}, \text{ dus } 3 \text{ á } 4\%$$

in het massacijfer.

Maar nu zijn we ook in staat na te gaan in hoeverre de massacijfers moeten uiteenloopen, vóór met zekerheid tot verschil geconcludeerd kan worden. Hoewel ik eenvoudig met de berekening van de middelbare fout van het verschil zou kunnen volstaan, geef ik hier toch de voorkeur aan onderstaande uiteenzetting.

Voor ieder perk is namelijk het massacijfer slechts door eenmalige opname verkregen en juist daarom is het niet uitgesloten, dat in de verschillende massafactoren bij toeval wel eens de grootst mogelijke afwijkingen zouden kunnen zijn opgetreden. In ieder geval bezitten we geen zekerheid, dat het niet zoo is. Zooals boven werd aangenomen, bedraagt deze mogelijke afwijking voor de hoogte $\pm 6\%$ en voor het vormgetal $\pm 10\%$.

Om te zien in welke mate dit de massa beïnvloedt, maken we wederom gebruik van de formule

$$I' = G' \times H' \times F'$$

waarin als symbolen hoofdletters zijn gekozen, om aan te duiden, dat resp. massa, cirkelvlakke, hoogte en vormgetal van den opstand zijn bedoeld, en de accenten aangeven, dat hiervoor slechts de juiste waarden mogen worden ingevuld.

Nemen we voorloopig aan, dat behalve de cirkelvlakke ook de opstandshoogte precies bekend is, dan laten zich de uiterste waarden voor de opstandsmassa als

$$F = \frac{100 \pm 10}{100} F' \text{ is, berekenen op}$$

$$I_{\min} = G' \times 0.90 F' \text{ en } I_{\max} = G' \times H' \times 1.10 F'$$

Hieruit zien we, dat voor een opstand met een massa van 100 m³ onder ongunstige omstandigheden weleens 90 m³ in plaats van 100 m³ gevonden zou kunnen worden, terwijl ook 110 m³ als zoodanig niet is uitgesloten.

Laten we ook nog de onderstelling vallen, dat de opstandhoogte juist is, en $H = \frac{100 \pm 6}{100} H'$. dan krijgen we

$$I = G' \times 0.94 H' \times 0.90 F'$$

$$I = G' \times 0.94 H' \times 1.10 F'$$

$$I = G' \times 1.06 H' \times 0.90 F'$$

$$I = G' \times 1.06 H' \times 1.10 F'$$

De twee uiterste waarden zijn dan

$$I_{\min.} = 0.85 G' H' F' \text{ en } I_{\max.} = 1.17 G' H' F'$$

Nagenoeg altijd zal de berekende waarde in meerdere of mindere mate van de werkelijke afwijken. Het is volstrekt niet uitgesloten, dat we misschien wel eens de juiste massa zullen vinden, evenmin echter, dat we bij twee opeenvolgende opnamen van een opstand door een bijzonder ongelukkige samenloop van omstandigheden ook de twee uiterste waarden zouden kunnen vinden. Voor den boven onderstelden opstand van 100 m³ zouden in het laatstgenoemde geval dan 85 en 117 m³ gevonden kunnen worden.

Ik kom dus m.a.w. tot het resultaat, dat bij een door de praktijk uitgevoerde houtmassabepaling in dergelijke jonge opstanden gewoonlijk met een mogelijke fout van minstens 15 % gerekend zal moeten worden.

Wanneer men de zekerheid had, dat de gemaakte fouten voor twee te vergelijken opstanden gelijk en in dezelfde richting waren uitgevallen, zou men desondanks reeds door eenvoudige aftrekking tot verschil kunnen concluderen, met dien verstande, dat in dit verschil een gelijke procentische fout schuilt. Het cijfer van 39.6 kan echter toevallig de minimumwaarde voor proefveld 1 zijn, terwijl ook niets belet aan te nemen, dat de waarde van 86.6 voor proefveld 2 bij toeval eens op z'n hoogst is uitgevallen.

In dat geval zouden de juiste cijfers resp. 43.8 en 77.5 bedragen en zou het verschil, hoewel geringer dan het zich oogenschijnlijk liet aanzien, toch bestaan. Alleen wanneer het mogelijk was telkenmale de absolute juiste waarde achteraf vast te stellen, zouden we weten in welke richting de afwijking in ieder cijfer optreedt; daarom zullen we moeten volstaan met naast het gevonden cijfer ook de mogelijke fout aan te geven.

Dezelfde overwegingen dwingen ons ook *aanwascijfers*, afgeleid uit achtereenvolgende opnamen slechts met groote voorzichtigheid te aanvaarden.

Voor een goed inzicht in de mate, waarin de massacijfers van twee proefvelden moeten uiteenloopen, alvorens met *groote* zekerheid tot verschil kan worden geconcludeerd, zijn de op grond van een mogelijke fout van 15 % berekende uiterste waarden voor de opname van De Koning hieronder aangegeven.

1. 33.7 — 45.5
2. 73.6 — 99.6
3. 41.9 — 56.7
4. 58.2 — 78.8
5. 55.5 — 75.5
6. 74.3 — 102.0
7. 52.4 — 70.8
8. 75.1 — 101.5
9. 51.3 — 69.5
10. 51.4 — 69.6

Er zou dus wel tot verschil geconcludeerd kunnen worden tusschen de proefvelden 1 en 2; 3 en 4; 5 en 6; 7 en 8. *De te dien opzichte door De Koning getrokken conclusies blijven dus onaangetast.*

De verschillen zijn echter slechts dan aanwezig wanneer de proefvelden twee aan twee werkelijk *vergelijkbaar* zijn. Dat de resultaten van de eerste twee proefvelden niet vergeleken kunnen worden met de overige, moge ook daaruit blijken, dat er tusschen het onbemeste proefveld 1 en de proefvelden 5, 7 en 9 een werkelijk verschil aanwezig is.