

NAUWKEURIGE METHODE VOOR DE AANWASBEPALING VAN HET GRONDVLAK MET BEHULP VAN DE PRESSLER-BOOR

door

R. Goossens

1. Probleemstelling

O.D.C. 561.22

Wanneer de vraag wordt gesteld van een boom op stam de jaarlijkse of periodische aanwas te bepalen, is de Pressler-boor het enig apparaat waarop momenteel kan beroep gedaan worden, als metingen van omtrek of diameter uit voorgaande jaren ontbreken. Uit figuur 1 blijkt echter, dat niet elke richting volgens dewelke kan worden geboord, even gelukkig gekozen is. Deze moeilijkheid spruit nl. voort uit het feit dat de doorsnede van een boom zelden cirkelvormig is en daarbij het eigenlijke boomcentrum of merg meestal excentrisch ligt.

In principe komen een drietal richtingen in aanmerking (cfr figuur 1): een eerste richting valt samen met de maximum diameter d_2 ; een tweede met de richting van de diameter d_1 loodrecht op de eerste, terwijl een derde boorricting (volgens dx) intermediair aan de twee voorgaande gelegen is. Uit hoger vermelde fotomontage blijkt dat enkel boringen volgens de eerstgenoemde richting door het boomcentrum gaan, terwijl boringen volgens andere richtingen dit niet doen en bijgevolg minder geschikt zijn voor de bepaling van de grootte en de aanwas van het grondvlak, in het bijzonder voor groeistudies over lange termijn.

Uit talrijke bepalingen van de maximum diameter aan stamschijven van corsica den, kon het besluit worden getrokken dat het lijnstuk welke de twee raakpunten van de meetklem met de stamschijf verbindt, steeds door of in elk geval zeer dicht langs het boomcentrum ging.

Wordt nu in de praktijk volgens de richting van de maximum diameter geboord dan blijven, zoals in figuur 1 is aangetoond, twee mogelijkheden over: een boring (a) volgens de minimum straal en een boring (b) volgens de maximum straal. In het eerste geval zullen de straal- en aanwasmetingen aan een dergelijke

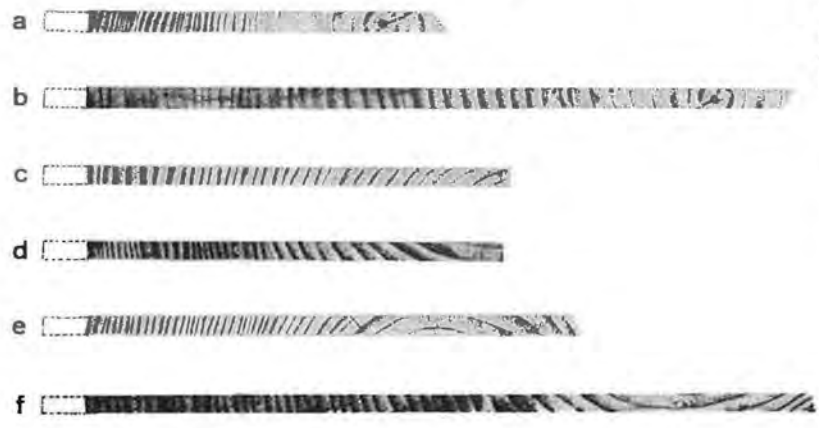
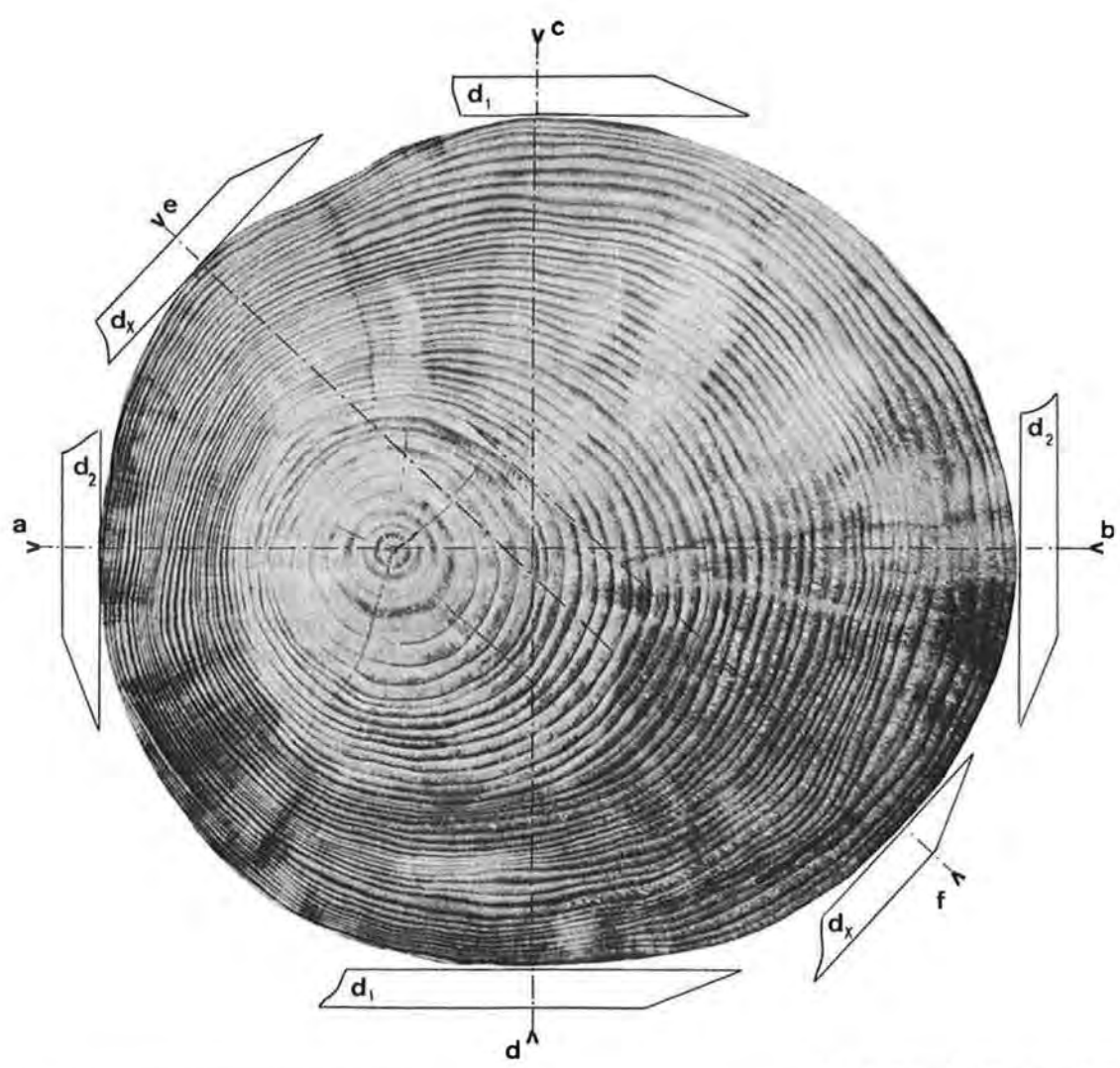


Fig. 1. Voorbeeld van enkele boorrichtingen met links onder de hieruit verkregen boorspanen :

- a — volgens de minimum straal
- b — volgens de maximum straal
- c en d — volgens de richting van d_1
- e en f — tussen d_2 en d_1 of eventueel volgens de richting van de representatieve straal.

boorspaan verricht, waarden opleveren die te klein zijn, terwijl in het andere geval de resultaten te hoog zullen liggen.

Wordt nu de vorm van het grondvlak door een ellips voorgesteld, dan kan worden aangetoond (Goossens [1,2,3]) dat de procentische fout $Er(u;t)$ op de meting van een straal met een willekeurige ligging u en voor een leeftijd t , als volgt wordt berekend :

$$Er(u;t) = \left(\frac{-e_{(t)} \cos \theta + \sqrt{e_{(t)}^2 \cos^2 \theta - (\cos^2 \theta + V_{(t)}^2 \sin^2 \theta) (e_{(t)}^2 - V_{(t)})}}{\cos^2 \theta + V_{(t)}^2 \sin^2 \theta} - 1 \right) 100 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{met } V_t &\geq 1 \\ e_{(t)} &\leq 0 \\ 0^\circ &\leq \theta < 360^\circ \end{aligned}$$

Hierin stellen θ , $e_{(t)}$ en $V_{(t)}$ respectievelijk de ligging van de straal u t.o.v. de maximum straal, de relatieve excentriciteit en de vorm van de ellips voor op een ogenblik t . De laatste twee parameters worden berekend met behulp van onderstaande uitdrukkingen :

$$V_{(t)} = \frac{a_{(t)}}{b_{(t)}}$$

$$\text{en } e_{(t)} = \frac{x_0(t)}{\sqrt{a_{(t)} b_{(t)}}}$$

waarin a en b de assen voorstellen van het ellipsvormig grondvlak en x_0 de excentriciteit of m.a.w. de afstand tussen het snijpunt van hoger vermelde assen en het merg.

In de speciale gevallen waarbij wordt gemeten volgens de minimum ($u = 2$ en $\theta = 180^\circ$) of maximum ($u = 1$ en $\theta = 0^\circ$) straal, neemt bovenstaande formule 1 een zeer eenvoudige vorm aan, nl. :

$$Er_{(2;t)} = (-e_{(t)} + \sqrt{V_{(t)} - 1}) 100 \quad (2)$$

$$\text{en } Er_{(1;t)} = (-e_{(t)} + \sqrt{V_{(t)} - 1}) 100 \quad (2')$$

$$\text{voor } e_{(t)} \leq 0 \quad \text{en } V_{(t)} \geq 1$$

Zijn bijgevolg de parameters V_t en $e_{(t)}$ bekend, dan kunnen de metingen aan boorspanen, genomen volgens de richting van de maximum of minimum diameter, tot hun exakte waarde worden teruggebracht, vermits de procentische fouten hierop, eenvoudig te berekenen zijn met behulp van de formules 2 of 2'.

Om de bruikbaarheid van hoger geschetste principee aan te tonen, en de nauwkeurigheid van de daaruit voortvloeiende werkwijze te kunnen nagaan, werden boringen en metingen ver-

richt aan een vijftigtal boomstammen van *Pinus nigra* var. *calabrica* SCHN. Deze zijn afkomstig uit een 60-jarig bestand van het Domeinbos Arendonk (houtvesterij Turnhout). Onderstaande methode en resultaten zijn strikt genomen alleen geldig voor hoger vermelde boomsoort in dit gebied.

2. Beschrijving en uitwerking van de methode

2.1. Basisschema

De opeenvolgende stappen, welke dienen gevolgd tot het bepalen van de oppervlakte en van de aanwas op het grondvlak, worden schematisch voorgesteld in bijgevoegd schema (fig. 2). Hier is uitgegaan van een boom met leeftijd t , waaraan, in verband met de praktische toepassingen op het terrein, enkel een beperkt aantal metingen dienen verricht.

Vooreerst wordt met behulp van de meetklem, de maximum diameter op 1.30 m opgezocht en gemeten.

Juist boven de plaats waar een van de benen van de meetklem de stam raakt, wordt een staalname gedaan met de Pressler-boor. Door bij het draaien de boor zo goed mogelijk loodrecht op het been van de meetklem te houden, wordt de gewenste boorspaan bekomen, waarin het boomcentrum gelegen is.

Gaat het om zeer juiste metingen, dan verdient het de voorkeur ook de schorsdikte te bepalen. Dit gebeurt juist boven het raakpunt van het andere been van de meetklem met behulp van een schorsboor.

Met de meting van een tweede diameter, loodrecht op de eerste, eindigt het werk op het terrein.

In principie worden alle verdere metingen en berekeningen op het bureel of in het laboratorium uitgevoerd. Wanneer men echter over een middel beschikt om met een voldoende nauwkeurigheid ter plaatse metingen aan boorspanen te verrichten, kunnen ook daàr de oppervlakte bepaling en de aanwasberekeningen uitgevoerd worden.

In hoger vermelde schematische voorstelling kunnen, gescheiden door een streeplijn, twee hoofdrichtingen onderscheiden en bijgevolg gevolgd worden. Een eerste uitgaande van de resultaten afkomstig van beide diameterbepalingen; een tweede uitgaande van de aanwas of straalmetingen, aan de boorspaan zelf.

Uit de beide diametermetingen wordt de oppervlakte met schors van het huidige grondvlak bepaald door toepassing van de desbetreffende formule voor de ellips. Uit een later op te stellen betrekking tussen deze oppervlakte en de oppervlakte zonder

schors, kan naderhand deze laatste uit de kennis van de eerste afgeleid worden.

Een andere betrekking, die eventueel kan opgesteld worden, is deze welke het verband weergeeft tussen de maximum diameter met schors en de maximum diameter zonder schors. Deze betrekking moet eveneens toelaten uit de kennis van de eerste, de tweede terug te vinden. Wanneer echter op het terrein de schorsdikte bepaald werd, zoals hoger aangegeven, kan de diameter zonder schors op twee manieren bepaald worden. Een eerste manier bestaat erin van de waarde van de maximum diameter de dubbele schorsdikte af te trekken. Bij de tweede manier, die trouwens de meest juiste is, wordt de grootte van de maximum diameter verminderd met de som van de schorsdikten aan de boom en aan de boorspaan gemeten.

De kennis van de maximum diameter zonder schors ($d_{2(t)}$) en van de juiste oppervlakte van het grondvlak (0_t) laten toe de parameter V_t te berekenen met behulp van de formule :

$$V_t = \frac{\pi d_{2(t)}^2}{4 0_t} \quad (3)$$

De kennis van deze V_t op de huidige leeftijd van de boom, voert direkt tot de meest waarschijnlijke Vg-klasse waartoe dit grondvlak behoort (*). Hierdoor wordt het mogelijk voor andere (vroegere) leeftijden de waarden van V_t te kennen (zie figuur 2), die nodig zijn voor een juiste korrektie van de waarden voor de stralen op die leeftijden aan de boorspaan gemeten. (zie verder)

Uit de oppervlakte van het grondvlak zonder schors volgt automatisch na deling door π en worteltrekking uit dit quotiënt de waarde van de representatieve straal (**), die noodzakelijk is voor de verdere berekeningen van de relatieve excentriciteit en van de aanwas.

De aanwasmetingen of straalmetingen aan de boorspanen laten toe de maximum of de minimum stralen op de gewenste leeftijden te bepalen, bijgevolg ook deze op de huidige leeftijd. Het verschil tussen deze laatste en de helft van de hoger berekende maximum diameter zonder schors, geeft de excentriciteit $x_{0(t)}$. Naargelang het teken van dit verschil positief of negatief is, werd de boring respectievelijk toevallig volgens de maximum of minimum straal verricht. Dit verschil gedeeld door de reeds gevonden representatieve straal, geeft de relatie excentriciteit e .

(*) Deze betrekkingen werden in voorgaande publikaties reeds uitvoerig besproken en uitgewerkt (Goossens[1,4]).

(**) Straal $r_{(e;t)}$ van een cirkel met dezelfde oppervlakte als het ellipsvormige grondvlak op de leeftijd t .

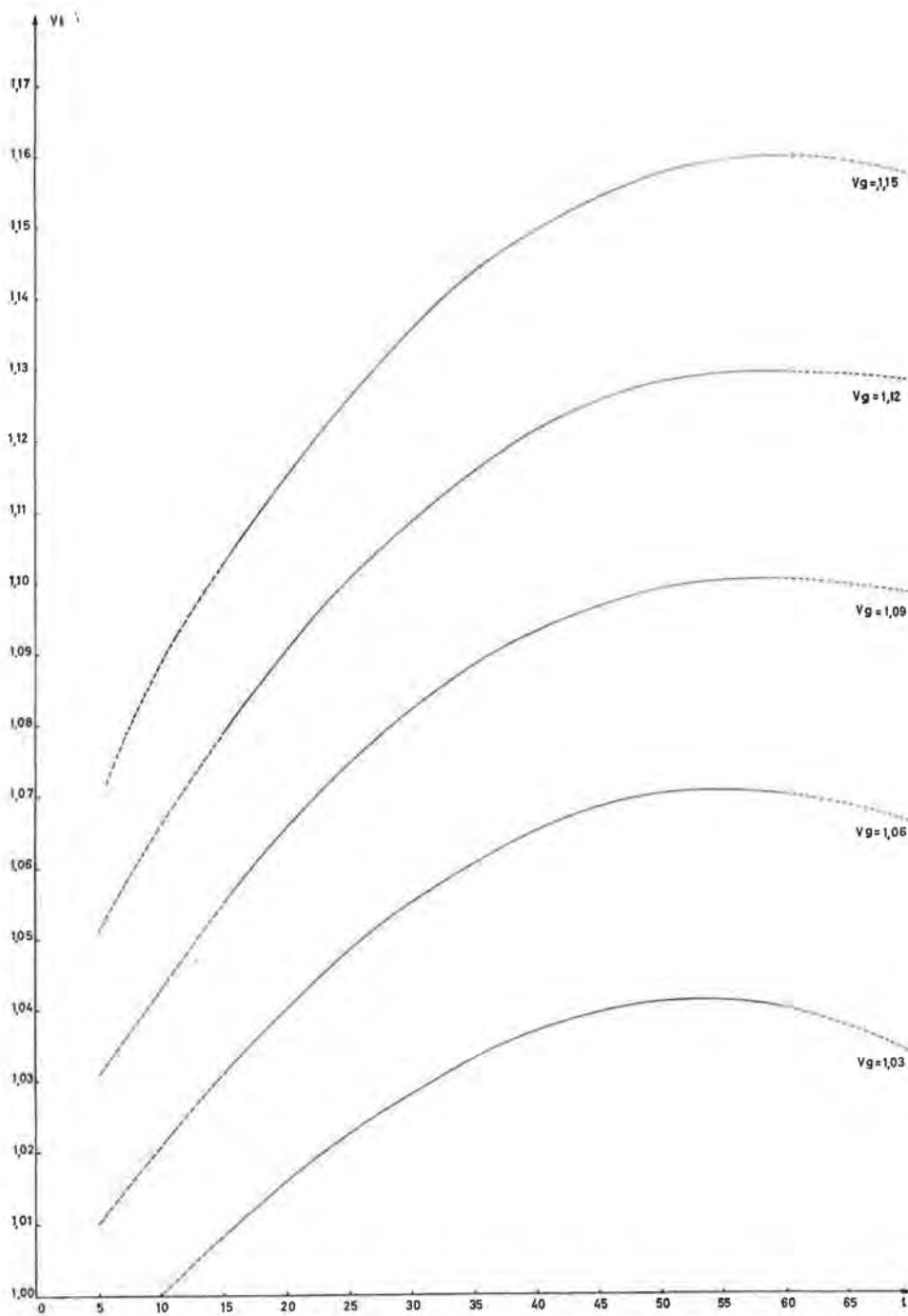


Fig. 3. Grafische voorstelling van het verloop van de vorm van het grondvlak (V_t) in functie van de tijd (t), bij diverse V_g -klassen.

De kennis van V_g en e_t laat toe aan de hand van de formules 2 of 2' de procentische fouten op de minimum of maximum stralen te bepalen voor de betrokken leeftijden. De metingen van deze stralen aan de boorspanen kunnen met de overeenkomstige berekende waarde gekorrigeerd worden.

Eens dat voor bepaalde leeftijden de representatieve stralen gekend zijn, kan hieruit vanzelfsprekend de juiste oppervlakte van het grondvlak, de juiste aanwas van de straal en de aanwas van de oppervlakte van het grondvlak teruggevonden worden.

22. Uitwerking van de diverse bouwstenen van het basis-schema

221. *Oppervlakte zonder schors*

Vermits de uitwendige metingen aan de boomstam uiteindelijk tot doel hebben de oppervlakte en de aangroei van de oppervlakte te bepalen, zonder daarbij rekening te moeten houden met het aandeel van schors, ligt het voor de hand dat het noodzakelijk is vooreerst een relatie op te stellen tussen de oppervlakte met schors en de oppervlakte zonder schors.

Hierbij werd uitgegaan van een vijftigtal boomstammen van diverse leeftijden en behorende tot diverse diameterklassen. Hieraan werden in het laboratorium op 1.30 m van de voet de maximum diameter en de diameter loodrecht hierop gemeten. Vervolgens werden de oppervlakten van de hieruit gezaagde stamschijven geplanimeetreerd.

Het lineair verband tussen de berekende oppervlakte O uit de twee loodrechte diametermetingen en de geplanimeetreerde oppervlakte o zonder schors, werd berekend aan de hand van de gebruikelijke formules voor de berekening van de regressievergelijking.

De algemene vergelijking van de aan te passen rechte is als volgt :

$$y = a + bx$$

met

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{y_1 - b \sum x_i}{n}$$

Hierin zijn x_i en y_i de getallenparen waartussen het lineair verband dient opgesteld en n hun aantal.

Vermits het hier niet enkel gaat om het aantonen van een korrelatie maar evenzeer en vooral om een wiskundige betrekking

op te stellen tussen de waargenomen getallenparen, die achteraf ter berekening van andere waarden dient gebruikt, wordt hier veiligheidshalve de voorkeur gegeven aan het berekenen van de gemiddelde regressievergelijking.

Deze gemiddelde regressievergelijking wordt berekend uit de coëfficiënten b_1 en b_2 van de twee partiële regressievergelijkingen. Een eerste tussen x en y (richtingscoëfficiënt b_1); een tweede tussen y en x (richtingscoëfficiënt b_2).

De gemiddelde regressievergelijking met als richtingscoëfficiënt b_g wordt voorgesteld door de algemene formule

$$y = \bar{y}_1 + b_g (x - \bar{x}_1)$$

waarin
$$b_g = \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}$$

We hebben immers dat :

$$y = a_1 + b_1 x$$

en
$$x = a_2 + b_2 y$$

Wordt de tweede regressievergelijking opgelost naar y , dan wordt dit :

$$y = -\frac{a_2}{b_2} + \frac{1}{b_2} x$$

In het assenstelsel xy hebben dus beide regressievergelijkingen respectievelijk de richtingscoëfficiënten b_1 en $\frac{1}{b_2}$. Het meetkundige gemiddelde van de waarde van deze beide richtingscoëfficiënten is bijgevolg een goede maat voor de richtingscoëfficiënt van de gemiddelde regressievergelijking.

De aldus berekende regressierechte is weergegeven in fig. 4.

Ze bezit volgende regressievergelijking :

$$y = -103,5477 + 0,7190 x \quad (4)$$

Deze laatste stelt de gemiddelde regressievergelijking voor, waarmee verder kan gewerkt worden ter bepaling van de oppervlakte zonder schors (o), wanneer de overeenkomstige oppervlakte met schors (0) gegeven wordt.

Vermits in deze vergelijking x de oppervlakte (uitgedrukt in cm^2) voorstelt, berekend aan de hand van de formule van de ellips en uitgaande van de twee gebruikelijke uitwendige diametermetingen, terwijl y de overeenkomstige oppervlakte zonder schors voorstelt, kan ook geschreven worden dat :

$$o_t = -103,5477 + 0,7190 o_t \quad (5)$$

voor
$$600 \leq o_t \leq 1650$$

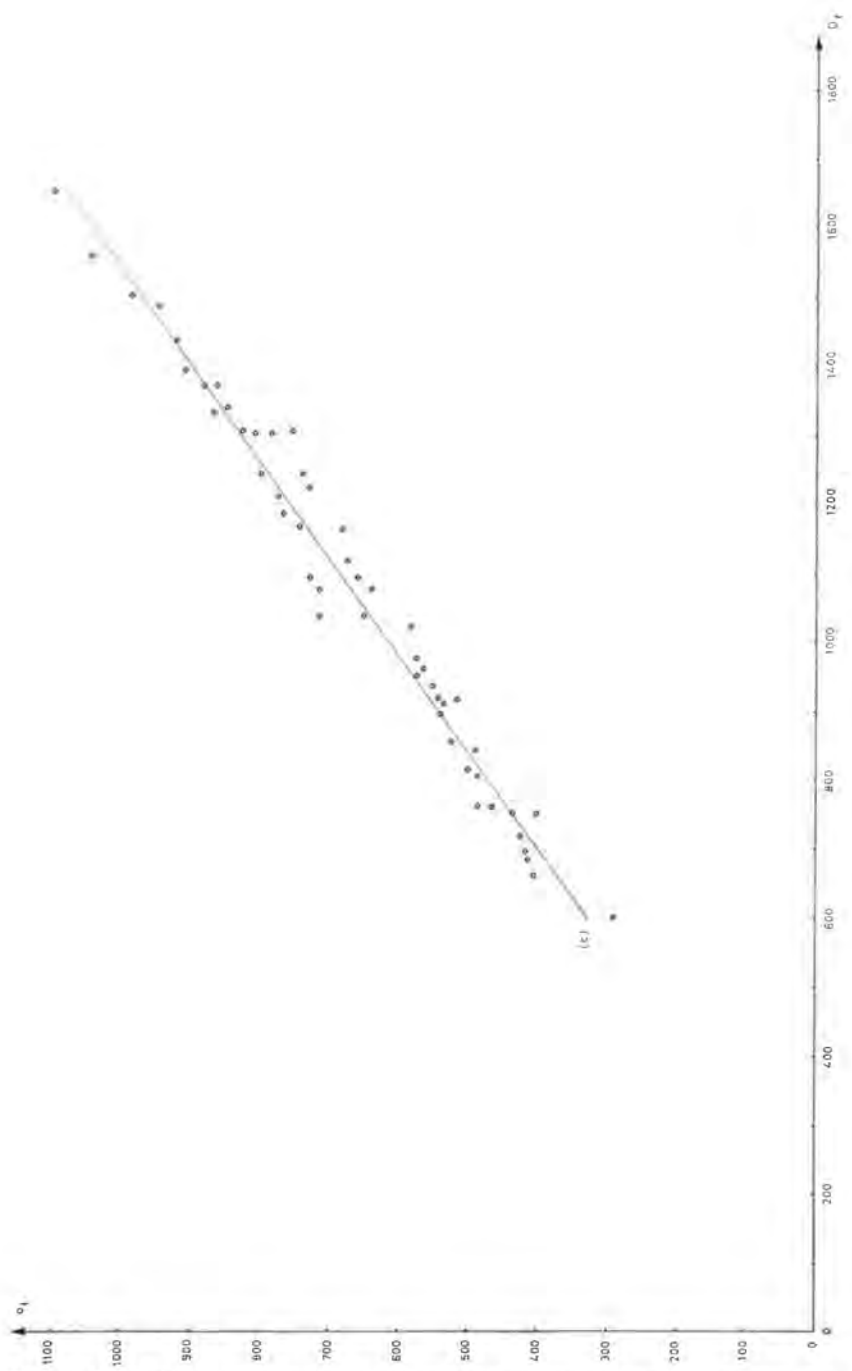


Fig. 4. Grafische voorstelling van het verband tussen de oppervlakte van het grondvlak met schors (O_t) en de oppervlakte van het grondvlak zonder schors (o_t).

De korrelatiecoëfficiënt r heeft een waarde van 0,9780 en is gezekeerd door een P -waarde kleiner dan 0,001.

Vermits de betrekking 5 de mogelijkheid biedt uit de twee loodrechte diametermetingen, via de formule voor de oppervlakte van de ellips de werkelijke oppervlakte van het grondvlak terug te vinden moet in de eerste plaats naar een middel gezocht worden om zulks op een eenvoudige manier te kunnen doorvoeren.

De oppervlakte met schors wordt berekend, uitgaande van de beide diameters D_1 en D_2 .

$$O_t = \frac{\pi}{4} D_1 D_2$$

Door deze waarde voor O_t in de regressievergelijking te substitueren, wordt reeds een betrekking gevonden, die dichter komt te staan bij een eenvoudige oplossing van het hoger aangehaalde praktische probleem.

Deze vergelijking krijgt volgend uitzicht :

$$o_t = - 103,5477 + 0,5647 D_1 D_2$$

met D_1 en D_2 in cm, o_t in cm²

Omdat er nu eigenlijk een zeer groot aantal combinaties mogelijk zijn tussen de maximum en minimum diameters, wat voor een eenvoudige grafische voorstelling van hoger opgestelde betrekking moeilijkheden oplevert, werd D_1 vervangen door $D_2 - \Delta$:

$$o_t = - 103,5477 + 0,5647 (D_2 - \Delta) D_2 \quad (6)$$

Deze uitdrukking geeft bijgevolg het verband aan tussen de maximum diameter met schors en de werkelijke oppervlakte zonder schors, met als parameter Δ . Daar dit verschil zelden groter is dan 5, kan het bij de grafische voorstelling (zie fig. 5) van betrekking 6, volstaan met enkel de kurven te tekenen voor de parameterwaarden 0, 1, ..., 5. Hierbij kunnen nog zeer gemakkelijk aflezingen gedaan worden tussen deze kurven in.

Het gebruik van deze grafiek is zeer eenvoudig. Uitgaande van een gemeten D_2 op de basis, wordt een ophaallijn getrokken tot aan de curve welke het verschil aangeeft tussen D_2 en D_1 . Vanuit dit snijpunt wordt vervolgens een horizontale getrokken tot aan de ordinaat waarop de waarde o_t afgelezen wordt.

Een tweede vraag, welke zich in verband met het gebruik van de hoger berekende regressievergelijking stelt, is te weten hoe groot de procentische fouten op de werkelijke oppervlakten zijn wanneer deze via de regressievergelijking berekend worden. Om deze fouten te bepalen werd terug uitgegaan van vijftig boomstammen waaraan D_1 en D_2 werden gemeten en waarvoor

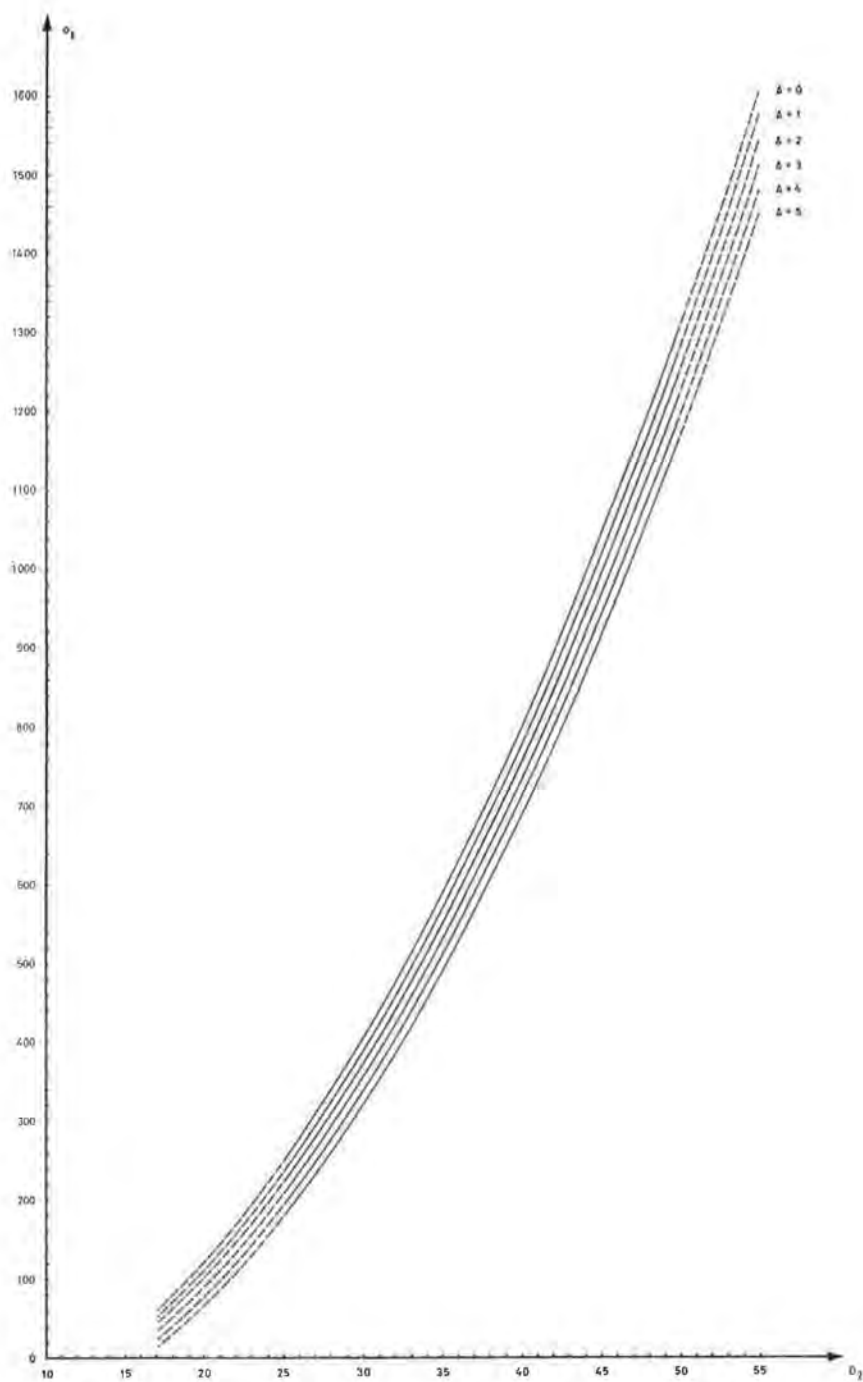


Fig. 5. Verband tussen de maximum diameter met schors D_2 (cm) en de oppervlakte van het grondvlak zonder schors A (cm²) voor diverse waarden van $\Delta = D_2 - D_1$ (cm).

hieruit, via de regressievergelijking 6, de overeenkomstige oppervlakten zonder schors berekend werden. Worden deze resultaten nu vergeleken met de geplanimetreerde oppervlakte van de overeenstemmende stamschijven, dan kunnen hieruit de procentische fouten van de eerste t.o.v. de laatste aangetoond worden.

De verdeling van deze fouten wordt geïllustreerd in figuur 6.

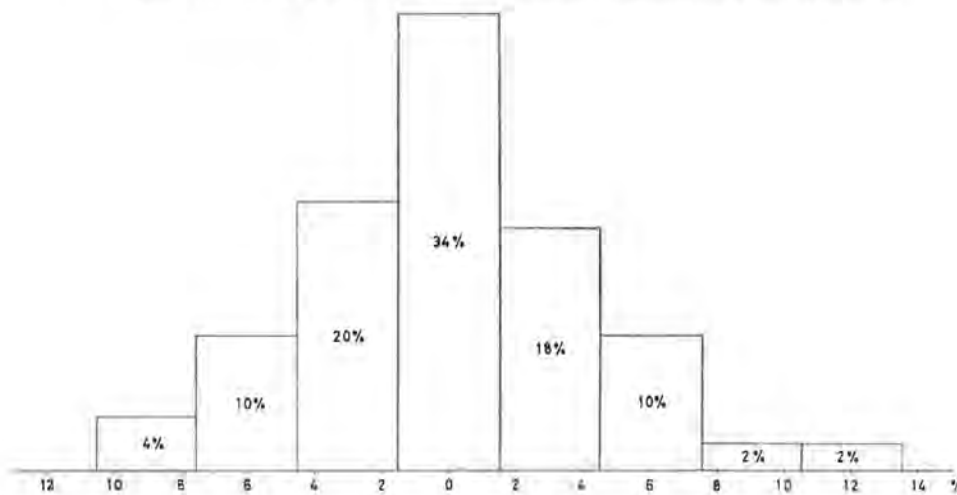


Fig. 6.

Ter verdere illustratie werd ook nog een normale verdeling aangepast. Dit geschiedde aan de hand van de oorspronkelijke 50 fouten en dus niet aan de hand van de procentische waarden vermeld in figuur 6.

De berekening gaf als gemiddelde waarde 0 en als spreiding 4,28. Hieruit volgt dat in 95 % van de gevallen de absolute waarde van de fout de 8,4 % niet zal overschrijden.

222. Maximum diameter zonder schors

Het belang van de kennis van de maximum diameter zonder schors (d_2) is duidelijk geïllustreerd door de hoger opgestelde schematische voorstelling. Hieruit blijkt dat deze diameter nl. aangewend wordt als element ter bepaling van de parameters V_t en $x_0(t)$.

Deze grootte kan nu op twee manieren bepaald worden. Een eerste manier bestaat in het meten van de schorsdikte op de plaats van de maximum diameter. Dit kan op het terrein met behulp van een schorsboor verwezenlijkt worden, door juist boven de punten waar de benen van de meetklem de boom raken, de schorsdikte te bepalen. De som van beide meet esultaten geeft de

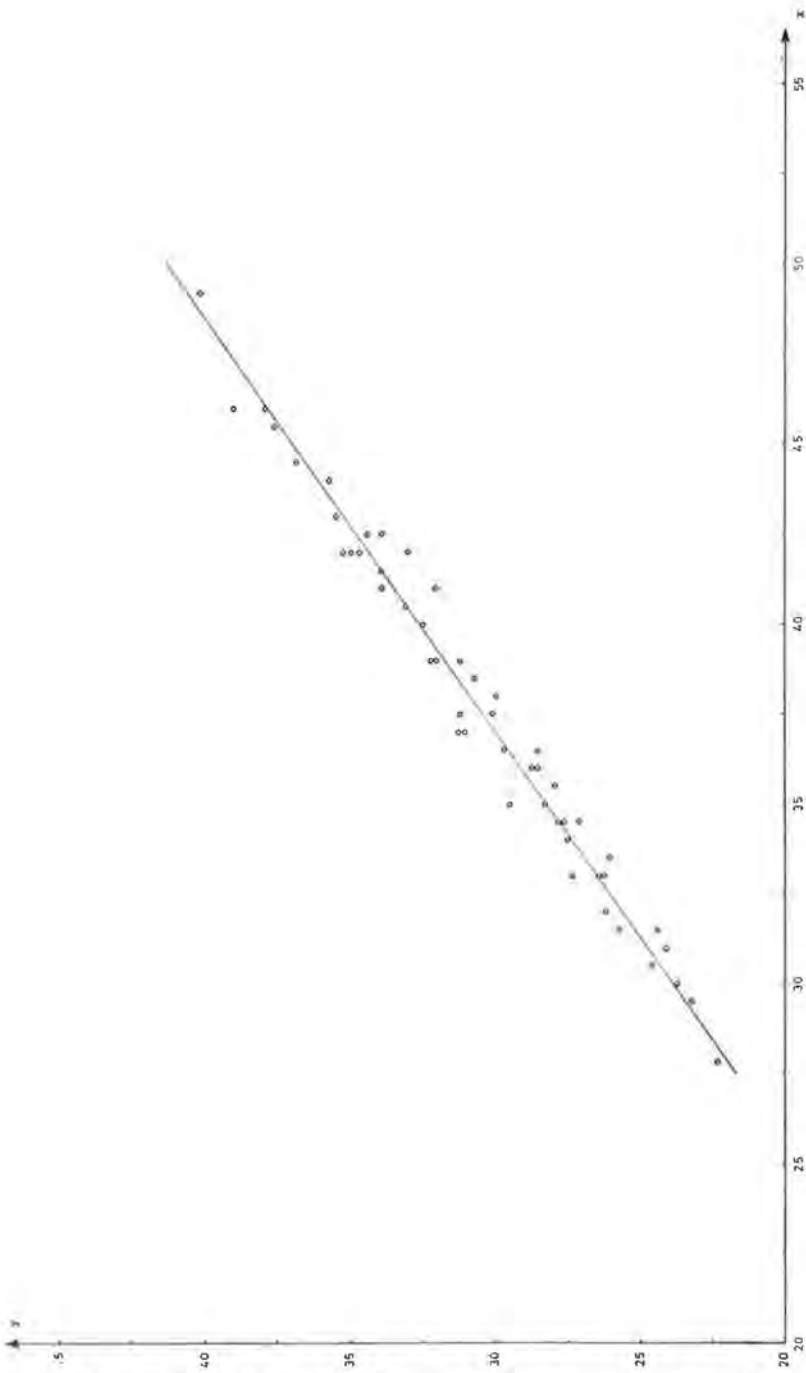


Fig. 7. Voorstelling van de gemiddelde regressievergelijking tussen de maximum diameter met schors x (in cm) en de maximum diameter zonder schors y (in cm).

dubbele schorsdikte aan, die van D_2 dient afgetrokken om de gewenste maximum diameter zonder schors (d_2) te bekomen. Er kan ook op het terrein één schorsdikte bepaald worden, waarna in het laboratorium aan de boorspaan de andere wordt gemeten.

Werden geen metingen aan de schors verricht of kan niet over een schorsboor beschikt worden, dan kan men zijn toevlucht nemen tot een vooraf opgestelde betrekking tussen de maximum diameter met en zonder schors.

Om deze relatie voor de corsica den op te stellen, werden aan een vijftigtal boomstammen de maximum straal D_2 gemeten. Op de hieruit gezaagde stamschijven werden de maximum stralen bij de huidige leeftijd van de boom opgezocht. Volgens de richting van deze laatste werden de diameters d_2 gemeten.

De regressie tussen D_2 en d_2 wordt, zoals in vorige paragraaf, berekend met behulp van de formule voor de gemiddelde regressievergelijking.

De regressievergelijking tussen x ($= D_2$) en y ($= d_2$) neemt, na berekening van a en b , volgende vorm aan :

$$a) \quad y = - 0,4451 + 0,8213 x$$

terwijl omgekeerd de regressievergelijking tussen y en x er als volgt uitziet :

$$b) \quad x = 3,5704 + 1,0914 y$$

De gemiddelde regressievergelijking, berekend uit de richtingscoëfficiënten van de vorige twee, geeft tenslotte als resultaat :

$$c) \quad y = - 2,1635 + 0,8675 x \quad (\text{voor } 25 \leq x \leq 50)$$

waarin x de maximum diameter D_2 en y de maximum diameter d_2 voorstellen, beide uitgedrukt in cm.

De korrelatiecoëfficiënt r bedraagt 0,9467 en is gezekerd voor een P -waarde kleiner dan 0,001. De grafische voorstelling van de regressievergelijking c is gegeven in figuur 7. Deze laatste vergelijking is eventueel zonder verdere transformaties voor de praktijk bruikbaar. Daarbij kan, uitgaande van D_2 , de overeenkomstige waarde van d_2 grafisch teruggevonden worden.

Een belangrijke vraag die terug naar voren treedt is te weten hoe het gesteld is met de fouten die bij gebruik van hoger opgestelde betrekking in het gemiddelde gemaakt worden. Een antwoord hierop wordt gegeven door de aldus bepaalde diameter d_2 te gaan vergelijken met de overeenkomstige, op de stamschijf gemeten maximum diameters.

De verdeling van de hieruit berekende procentische fouten is weergegeven in figuur 8.

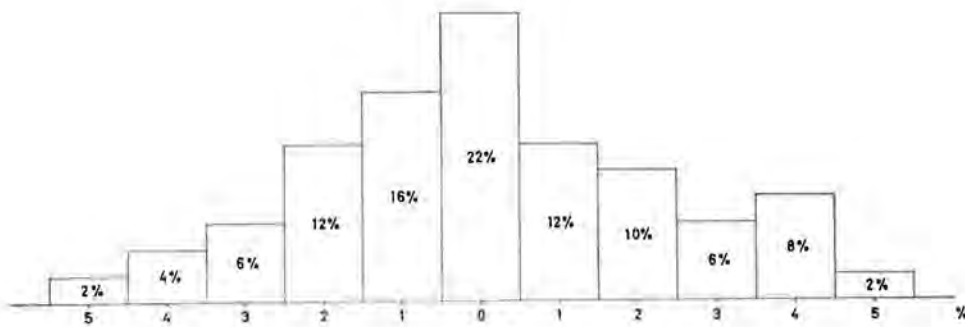


Fig. 8.

Om dit resultaat verder te illustreren werd een normale verdeling aangepast aan de gegeven verdeling van de 50 fouten.

Statistische berekening leverde als resultaat : voor de gemiddelde waarde 0,08 en voor de spreiding 2,27. Dit toont aan dat in 95 % van de gevallen de absolute waarde van de fout de 4,6 % niet zal overtreffen.

223. Bepaling van de parameter V_t

Zoals bij de probleemstelling werd aangetoond, is de kennis van de parameter V_t op een ogenblik t , onmisbaar om de fouten op minimum en/ of maximum stralen te kunnen berekenen. Om de groothedsoorde van deze parameter te kunnen opsporen werd uitgegaan van de metingen en afleidingen gedaan in de twee voorgaande paragrafen. Hierdoor kan beschikt worden over een reeks d_2 -waarden met de hierbijhorende oppervlakten (σ_t) zonder schors welke allen van buitenaf bepaald werden. Dit laat toe met behulp van de formule 3 en gebruik makend van deze elementen, een reeks V_t -waarden onrechtstreeks te berekenen.

Om bij de verdere besprekingen een onderscheid te kunnen maken tussen de aldus uitwendig gevonden V -waarden en deze berekend uit de metingen op de stamschijven zelf (planimetreren van de oppervlakte en meten van de maximum diameter zonder schors), wordt tijdelijk de notatie V_t' ingevoerd. Hierdoor worden verstaan, alle waarden van de parameter V_t die onrechtstreeks via D_1 en D_2 afgeleid en berekend werden.

Op de vijftig V_t/V_t' paren die aldus gevormd worden, kan een statistische test worden uitgevoerd. De maat van gebondenheid tussen deze V_t -paren komt tot uiting bij het berekenen van de correlatiecoëfficiënt r .

Deze is voor die vijftig waarnemingen gelijk aan 0,9924 en is gezekeerd met een P -waarde kleiner dan 0,001.

Deze zeer hoge en betrouwbare korrelatiecoëfficiënt zegt in dit geval echter niet genoeg. Het is voor de verdere praktische toepassingen evenzeer van belang te weten of de uitwendig bepaalde V_t -waarde precies gelijk is aan de V_t' -waarde gevonden voor de stamschijven m.a.w. of de richtingscoëfficiënt van de regressievergelijking gelijk of praktisch gelijk is aan 1 en de onafhankelijke term gelijk of praktisch gelijk aan nul.

De berekening van de gemiddelde regressievergelijking (zie hoger) geeft als resultaat :

$$V_t = 0,0093 + 0,9897V_t'$$

(voor $1,020 \leq V_t' \leq 1,180$)

Substituties van een drietal waarden voor V_t' in bovenstaande uitdrukking, tonen duidelijk aan, dat de meest waarschijnlijke waarde van V_t' nagenoeg deze van de overeenkomstige V_t' -waarde is

V_t	V_t'
1.000	0.999
1.090	1.088
1.180	1.177

Korrelatiecoëfficiënt en gemiddelde regressievergelijking geven een afdoend bewijs, dat, voor de praktische toepassingen, de parameter V_t voldoende kan afgeleid worden uit de metingen van D_1 en D_2 via de betrekkingen opgesteld in de twee voorgaande paragrafen en gebruik makend van de formule 3.

Een grafische voorstelling is in dit geval overbodig en werd dan ook achterwege gelaten, vermits hiervan geen praktisch gebruik dient gemaakt. De uitwendig gevonden V_t -waarden zijn in het vervolg als V_t -waarden te beschouwen zonder dat hierbij correcties van om het even welke aard dienen aangebracht.

224. *Bepaling van de representatieve straal*

De representatieve straal $r_{(c;t)}$ is hoger gedefinieerd als de straal van de cirkel met dezelfde oppervlakte als deze van het beschouwde grondvlak (zonder schors) op het ogenblik t . De oppervlakte van dit grondvlak op het tijdstip t , is eenvoudig te bepalen uit de metingen van D_1 en D_2 wanneer gebruik wordt gemaakt van de betrekking tussen D_2 , ΔD en o_t (formule 6) of de grafische voorstelling in figuur 4 (par. 221).

Vermits op de leeftijd t van de boom, o_t uitwendig kan bepaald worden zullen dus zonder moeilijkheden en met behulp van de betrekking

$$r_{(c;t)} = 0,56419 o_t$$

de overeenkomstige representatieve stralen kunnen berekend worden. Voor de praktische toepassing kunnen sommige tabellen, die het verband aangeven tussen de straal of diameter en de oppervlakte van de cirkel (*) goede diensten bewijzen.

Het is eveneens mogelijk de fouten op de aldus bepaalde representatieve stralen te bepalen. Hiervoor worden $r_{(e;t)}$ -waarden via D_1 en D_2 gevonden, vergeleken met de werkelijke representatieve stralen, welke werden berekend uit de geplanimetreerde oppervlakten van de overeenkomstige stamschijven.

In figuur 9 is de verdeling van de procentische fouten weergegeven voor de aldus bepaalde representatieve stralen.

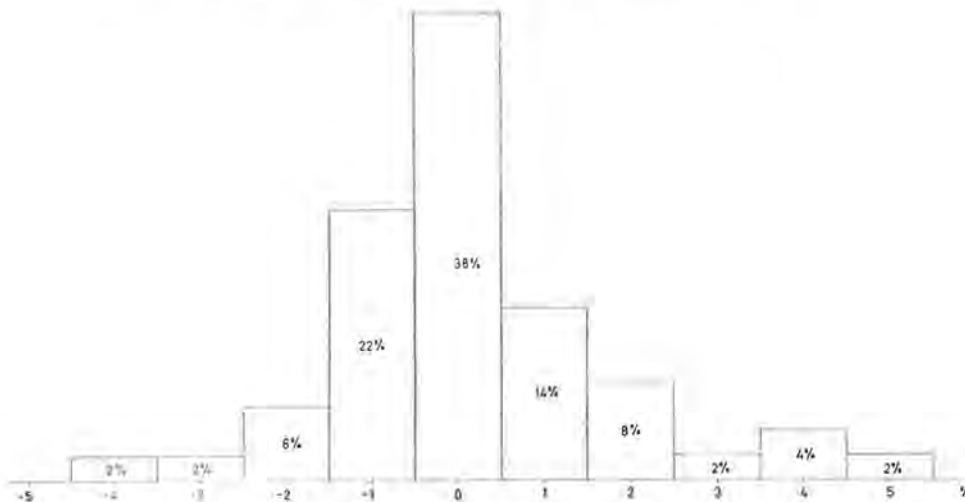


Fig. 9.

Uit de aanpassing van de normale verdeling aan de verdeling van de 50 fouten blijkt dat de gemiddelde waarde gelijk is aan 0,14 en de spreiding 1,65 bedraagt.

In 95 % van de gevallen zal de absolute waarde van de fout de 3,4 % niet overschrijden.

225. Bepaling van e

Zoals uit figuur 1 blijkt zal de excentrische ligging van het boomcentrum volgens de richting van de maximum diameter op een stamschijf kunnen bepaald worden door het halve verschil te maken tussen de maximum straal en de straal welke in het verlengde van de eerste ligt. Door dit resultaat te delen door de repre-

(*) Brichet, L. — Aide mémoire du forestier

sentatieve straal volgt hieruit per definitie (Goossens [1]) de overeenkomstige relatieve excentriciteit.

Het ligt nu voor de hand dat aan de boomstam dezelfde elementen dienen in aanmerking genomen bij het bepalen van de relatieve excentriciteit.

Om, in wat volgen gaat, een onderscheid te kunnen maken tussen de werkelijke relatieve excentriciteit bepaald aan de stam-schijf en deze uitwendig bepaald aan de boomstam, wordt deze laatste voorgesteld door het symbool e' .

De noemer voor deze verhouding is reeds in voorgaande paragraaf bepaald geworden. De waarde van de teller wordt nu berekend door van de straal (afstand van het boomcentrum tot de schors), welke op de boorspaan gemeten werd, de helft van de maximum diameter d_2 af te trekken. De waarde van deze laatste werd reeds eerder gevonden in paragraaf 222.

De aldus berekende waarde $x'_{o(t)}$ kan nu positief of negatief zijn naargelang de boring toevallig volgens de maximum of de minimum straal werd verricht. Na deling van $x'_{o(t)}$ door $r(e;t)$, bekomt men de relatieve excentriciteit e' waarbij het teken van $x'_{o(t)}$ behouden blijft; wat verdere verwerkingen steeds een aanwijzing geeft of men bij de boring met de maximum of minimum straal te maken had en in welke zin de later door te voeren correcties dienen te gebeuren.

Een eerste vraag die bij dergelijke bepalingen van de excentriciteit moet gesteld worden, is te weten in hoever de getallenparen e en e' in relatie staan tot elkaar.

Hierbij werd zoals in paragraaf 223 de korrelatiecoëfficiënt en de gemiddelde regressievergelijking berekend.

De korrelatiecoëfficiënt is voor deze vijftig getallenparen gelijk aan 0,9973 en is gezekeerd voor een P-waarde kleiner dan 0,001. De gemiddelde regressievergelijking vertoont de vorm:

$$e = 0,00031 + 0,9984 e'$$

De berekening van enkele e -waarden, door substitutie in de bovenstaande betrekking van enkele e' -waarden, toont duidelijk aan, dat in het vervolg e' gewoon door e kan vervangen worden.

e'	e
0,0350	0,0352
0,0750	0,0751
0,1150	0,1151

In de tweede plaats kan men zich de vraag stellen, of de richting van de diameter D_2 overeenstemt met deze van d_2 .

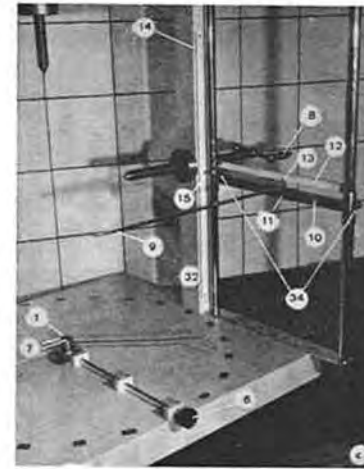
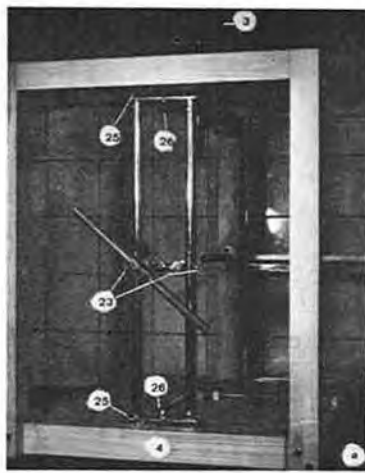


Fig. 10. Prototype van het gebruikte apparaat bij het testen van de nauwkeurigheid van de vooropgestelde methode.

Dit is natuurlijk van het allergrootste belang, vermits de richting van de uitwendige diameter als referentie dient voor het nemen van de boorspanen, een staalname waarvan verondersteld wordt dat ze verricht is volgens de maximum of minimum straal van het grondvlak. Zulks is vanzelfsprekend noodzakelijk wil men achteraf deze gemeten stralen kunnen korrigeren in functie van V_t en e_t .

Om dit na te gaan werden de richtingen van de maximum diameters D_2 (uitwendig aan de stamschijf met behulp van de meetklem bepaald) vergeleken met de richtingen die de d_2 's bezitten (op de stamschijf met meetlat opgezocht). Wordt nu de richting van D_2 voor elk te vergelijken paar D_2/d_2 als referentie genomen en noemt men een richtingsafwijking positief wanneer d_2 rechts van D_2 ligt en negatief in het andere geval, dan kan elk paar richtingen gekarakteriseerd worden door een getal ($\pm 1, 2, 3 \dots$) dat aangeeft in welke klasse (= hoekwaarden $\Delta\theta$) de afwijking gelegen is.

Vermits bij de Rang-tekentoets van Wilcoxon de verschillen tussen de getallenparen gebruikt worden om aan te tonen of twee getallenreeksen tot eenzelfde universum behoren, konden deze getallen (klassegemiddelden) in dit geval aangewend worden om de hypothese te toetsen dat deze richtingen samenvallen. Het aantal te vergelijken paren is hier tamelijk groot (> 30). Het was dus mogelijk de toets door te voeren met behulp van de normale benadering. Een correctie voor de zgn. gelijken werd doorgevoerd. De te toetsen waarde t_0 is gelijk aan 1,516. Daar deze waarde kleiner is dan de kritische waarde bij een drempel $P = 0,05$, is hier de hypothese als zouden de 2 richtingen gelijk zijn, niet te verwerpen.

3. Testen van de methode

31. Beschrijving van de gebruikte apparatuur

311. *Metingen aan boomstammen*

Om het mogelijk te maken metingen aan boomstammen achteraf te vergelijken met resultaten afkomstig van metingen aan stamschijven, moest een apparaat worden gekonstrueerd, dat zulke vergelijkingen zou toelaten.

Dit apparaat, afgebeeld in figuur 10, maakt het mogelijk in het laboratorium met grote nauwkeurigheid metingen aan boomstammen te verrichten en boorspanen te nemen.

De algemene werkwijze, die hierbij wordt gebruikt is niet verschillend van deze welke op het terrein aangewend wordt. Alleen

worden de metingen verricht aan een boomsegment en niet aan de totale boomstam.

In het stamgedeelte, waaraan de metingen dienen verricht, wordt eerst aan beide zijden van het zaagvlak in het boomcentrum een ondiepe holte gemaakt van enkele mm diameter, dit met behulp van een doorslag. Vervolgens wordt het stamsegment vertikaal op een stalen punt gezet, (1), derwijze dat de gemaakte holte aan de onderzijde precies hierop past. Aan de bovenzijde wordt het stamdeel vastgehouden door een vijs, eveneens voorzien van een punt (2), die door middel van een handvat (3) naar beneden wordt gedraaid tot in de andere holte aan de bovenkant van het stamsegment. Vermits de denkbeeldige as welke de punten 1 en 2 verbindt, loodrecht staat op de grondplank, (4), komt bijgevolg ook de lengte-as van de boom loodrecht hierop te staan.

De onderste pin (1) is bevestigd op een stalen cylinder, voorzien van een wijzer (5), die op de grondplank een gradenverdeling aanwijst. Deze cylinder (16) draait op kogellagers en is gemonteerd in een voetstuk dat zich in het midden van de grondplank bevindt. Met de knop (6) kan deze cylinder bij om het even welke stand van de wijzer vastgezet worden.

Alvorens een stamsegment tussen de punten 1 en 2 aan te brengen, wordt de wijzer (5) gewoonlijk bij nul graden vastgezet. Vervolgens wordt de boomstam zoals hoger beschreven tussen deze punten aangebracht, er echter zorg voor dragend, dat bepaalde merktekens (bvb. N-zijde), welke op het terrein werden ingegroefd, bovenop de richting van de wijzer komen te liggen. Vervolgens wordt de bovenste vijs iets vaster aangedraaid, waardoor twee dieper op de centrale cylinder gelegen stalen steunpunten (7) in het onderste zaagvlak binnendringen. Vanaf dit ogenblik kan het stamsegment enkel nog om zijn verticale as draaien, wanneer met behulp van de knop (6) de centrale cylinder wordt vrijgesteld.

De verdeling op de grondplank is uitgevoerd in stappen van $7^{\circ} 30'$. Aan boomstammen kunnen aldus metingen (straal, schorsdikte) worden verricht of boorspanen worden genomen met een gelijkaardig of vast interval.

Het meten van de stralen gebeurt in feite door gebruik te maken van de helft van een meetklem. Het beweegbare been (9) dat door konstruktie loodrecht staat op de verticale as van de ingeklemde boom, kan in het horizontaal vlak verschoven worden over een buisstuk met vierkante doorsnede (10). Aan de drager (11) van het beweegbare been, is een opstaande pijl (13) bevestigd die op een lat met mm-verdeling (12), de grootte van de te meten stralen aanduidt. De horizontale steunbuis is op haar beurt opgehangen tussen twee vertikaal geplaatste ronde buizen; waardoor

het mogelijk wordt deze op en neer te verplaatsen. Straalmetingen kunnen dus op gelijk welke hoogte aan de stam gebeuren. Een meetlat (14), waarvan het nulpunt op dezelfde hoogte is gelegen als het steunvlak van de centrale cylinder, en een pijl (15) laten de gewenste hoogte-instelling toe. Het geheel wordt ter plaatse gehouden door een stel schroeven (34).

Straalmetingen volgens diverse richtingen, gebeuren dus door de boomstam om zijn verticale as te verdraaien, (6) vast te zetten en vervolgens het been van de meetklem tegen de boom-schors te drukken.

De aflezing gebeurt van zelfsprekend op de schaal (12). Wil men voor een bepaalde richting de diameter kennen, dan wordt na de eerste straalmeting, de stam over 180° gedraaid, waarna, op dezelfde manier, de tweede straal, wordt gemeten. De som van beide metingen levert natuurlijk het gewenste resultaat op. Door een juiste keuze van het interval, bij hetwelk de opeenvolgende stralen gemeten worden, is het zonder meer mogelijk de gewenste diameters achteraf te berekenen, door eenvoudige opstelling van de tegenover elkaar liggende stralen.

Voor wat het nemen van boorspanen betreft, worden zeer ruime mogelijkheden hiervoor geboden. De Pressler-boor met handvat is in een vassing (17) gemonteerd. Deze vassing bestaat uit twee halve holle cilindertjes, aan de binnenzijde voorzien van een in olie gedrenkte viltlaag.

Het bovenste cilindertje is aan weerszijden van uitstekende plaatjes voorzien, waardoor het mogelijk is dit op het draagasje van de onderste cylinder vast te schroeven. Het geheel kan draaien om dit horizontale asje, welke aan beide zijden wordt gedragen in de hiervoor aangebrachte holle uitsteeksels die loodrecht staan op de buisstukken (18). Hierdoor kan elke willekeurige stand van de boor in het verticale vlak gefixeerd worden, door het stevig aandraaien van een viertal schroeven (19), waarvan er zich twee aan de voorzijde en twee aan de achterzijde bevinden. Een pijl (20), gemonteerd op de bovenzijde van de vassing, en een gradenboog (21) laten toe de gewenste instelling en aflezing te doen. Hierdoor is het mogelijk, naast de gebruikelijke manier van boren (loodrecht op de verticale as), ook boringen te verrichten volgens een richting met zgn. verticale fouthoek.

Het geheel kan verder ook op en neer geschoven worden tussen twee vertikaal geplaatste buizen (22). De hoogte waarop dient geboord, wordt als bij de straalmetingen, ingesteld met een pijltje (fig. 10/e) op een vertikaal gemonteerd latje (24) met mm-verdeling. Het geheel wordt ter plaatse gehouden door een stel schroeven (23), welke zich aan beide zijden van de verticale geleidingsbuizen bevinden.

Gelijke instellingen op de verticale latten (14) en (24), laten toe straal- of diametermetingen en boringen op dezelfde hoogte aan de boomstam uit te voeren .

De hoger vermelde verticale buizen worden onder en boven door een dwars verbindingsstuk (25) tot een stevig kader verenigd. In beide verbindingsstukken is in het midden een gat geboord, waardoor bij middel van twee bouten en vleugelmoeren (26), het kader tussen de grondplaat (4) en de bovenste horizontale steunbalk (27) blijft opgehangen. In deze grondplaat en de bovenste dwarsbalk is een gleuf aangebracht, waarin de bouten, die over een bepaalde lengte een vierkante doorsnede bezitten, juist heen en weer kunnen schuiven. Hierdoor wordt het mogelijk het kader naar het centrum toe te verplaatsen om bomen te kunnen aanboren met geringe diameter.

Om het geheel bij gelijk welke afstand van het centrum, evenwijdig te kunnen plaatsen met de verticale as van de boom, zijn op grondplank en dwarsbalk respectievelijk de mm-verdelingen (28 en 29) aangebracht. De rand van de dwarsverbindingen (25) dient op dezelfde schaalverdelingen ingesteld te worden om een perfecte verticale opstelling te verkrijgen.

Door de vleugelmoeren lichtjes los te stellen kan het kader om zijn verticale bewogen worden, waardoor het eveneens mogelijk wordt, na terug vaststellen van deze moeren, boringen uit te voeren met een zgn. horizontale fouthoek. De mate, waarin bij een boring van het centrum afgeweken wordt, kan ingesteld of afgelezen worden met behulp van de gradenboog (30), welke vastgemaakt is aan het onderste verbindingsstuk (25). Dit verbindingsstuk heeft als referentiepunt een naaldvormig staafje (31), hetwelk op een kantig blokje is gemonteerd, dat op zijn beurt in de onderste gleuf van de grondplaat kan verschoven worden. Dit laatste is noodzakelijk, wil men dit referentiepunt behouden bij verschuiving van het hoger vernoemd kader naar het centrum toe.

Tenslotte is in een van de opstaande steunbalken (32) een vijs gemonteerd, met aan het ene uiteinde een scherpe punt en aan het andere een handvat. Wanneer nu de boomstam in de juiste positie is geplaatst en de knop vastgezet, is de druk op de centrale cylinder hierdoor uitgeoefend in de meeste gevallen te gering, om bij boringen de boomstam onbeweeglijk te houden. Om die reden wordt de vijs (8) derwijze naar de boom toegedraaid, dat haar punt behoorlijk in de schors doordringt, waardoor vooral bij de inzet van de boor, geen moeilijkheden meer ontstaan.

Dit prototype is, voor wat de steunstukken, de centrale cylinder en de spanvijzen betreft uitgevoerd in staal. De lichtere delen als meetklem, buizen e.a. zijn vervaardigd uit verchroomd koper.

Het frame waarin alles is gemonteerd, bestaat uit massieve essen-houten balkjes; terwijl de grondplank een 10 cm dikke blokplaat is waarop een laagje fineerhout is aangebracht.

In dit apparaat kunnen stamdelen gemeten en aangeboord worden die een maximum hoogte van 55 cm en een diameter van 66 cm bezitten.

312. *Metingen aan boorspanen*

Voor de metingen aan boorspanen is naar een oplossing gezocht, die moet toelaten de nauwkeurigheid zo groot mogelijk te houden, zonder noodzakelijkerwijze tot een apparaat te komen zoals datgene beschreven door Eklund, waarmee metingen, registratie en sommatie simultaan kunnen gedaan worden.

Het principe dat aan de basis ligt voor het door ons gebruikte en geconstrueerde apparaat, wordt geïllustreerd in figuur 11.

Het geheel is eigenlijk opgebouwd rond een precisie meetklok (1) van Mauser (type nr. 662), waarmee het mogelijk is verplaatsingen en bijgevolg ook lengten te meten tot op 0,01 mm (schatting tot op 0,005 mm). Bij middel van een microschoef (2), voorzien van een kleine en grote spoed, wordt het uiteinde van de stift (3) van de meetklok in de lengterichting voortbewogen. Het gebouwde veersysteem van de meetklok en een supplementair veertje (4) aan de andere zijde, verzekert een eng en blijvend contact tussen deze stift en het uiteinde van de microschoef bij heen- en weerdraaien van deze laatste.

Aan de andere kant van de stift, die door de meetklok loopt is een beugel (5) gemonteerd, waaraan een draagtafel (6) is bevestigd. Deze draagtafel glijdt tussen twee opstaande wanden en is enkel naar het einde toe ondersteund door een smal steunblokje (7), dit om de wrijving tot het minimum te beperken.

Een boorspaan (8), welke op de draagtafel wordt bevestigd, schuift bij verdraaien van de microschoef, onder een binoculair (9) met zwakke vergroting door. De positie van de boorspaan is derwijze, dat zijn lengte-as evenwijdig loopt met de horizontale kruisdraad (10) die precies de boorspaan in de lengterichting middendoor snijdt. Het snijpunt van horizontale en verticale kruisdraad wordt bij de metingen als referentiepunt (12) gebruikt.

Hierbij valt nog aan te merken, dat, bij de praktische uitvoering van dit apparaat volgens het principe geïllustreerd in figuur 10, de mogelijkheid is voorzien om zowel bij opvallend als bij doorvallend licht te meten. Het opvallend licht wordt normaal gebruikt voor metingen van de boorspanen die in draagblokjes met gleuf worden gelijmd en vervolgens gladgeschaafd

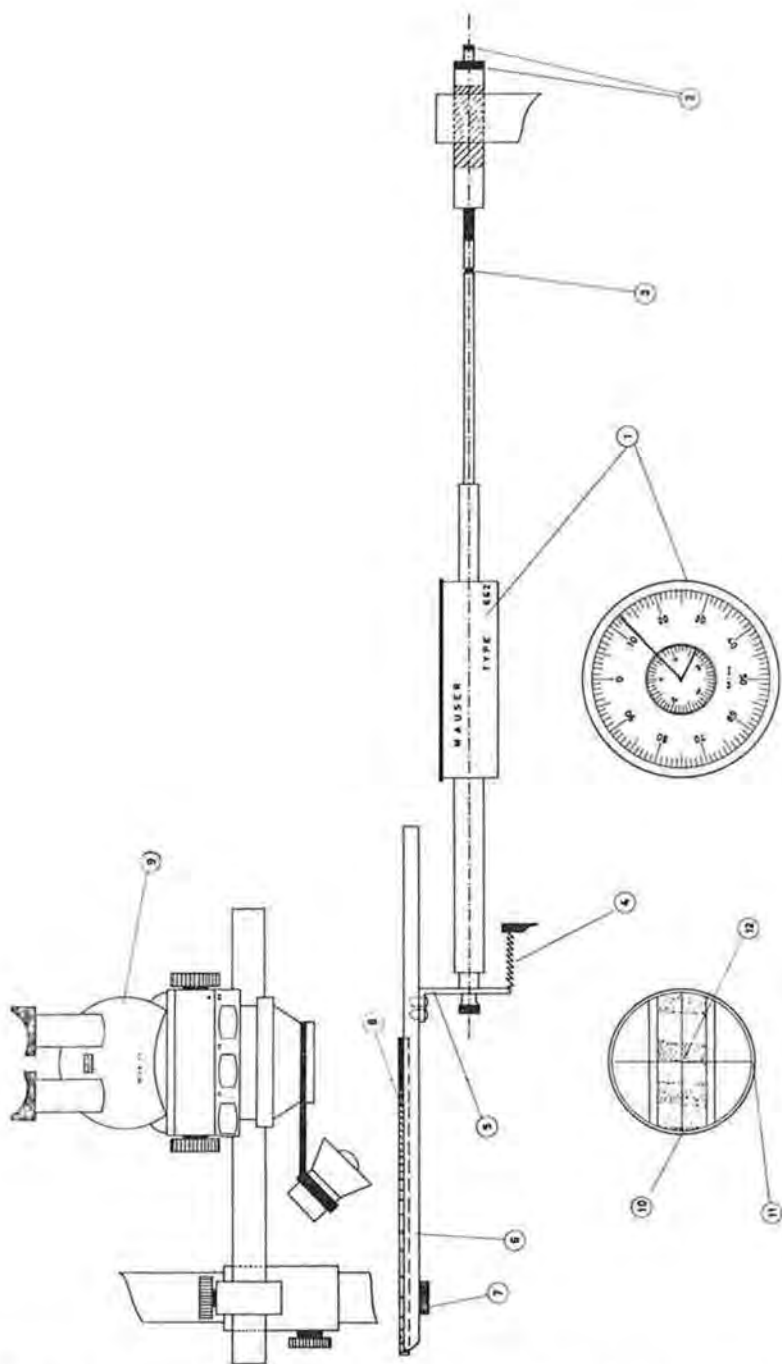
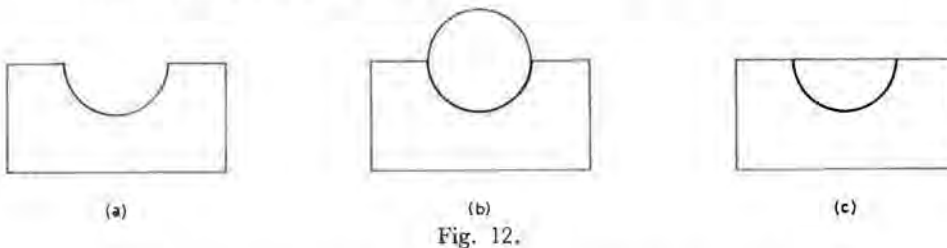


Fig. 11. Schematische voorstelling van een voor dit onderzoek ontworpen apparaat voor straal- en jaarringmetingen aan boorspanen.

(cfr. fig 12). Deze verlichting wordt geleverd door een lampje met kap, dat aan het binoculair bevestigd is en het beeldveld verlicht onder een hoek van 45° .



Het doorvallend licht laat toe metingen te verrichten aan Röntgenfoto's of microscopische preparaten, beiden afkomstig van boorspanen. Dit doorvallend licht welke afkomstig is van een paar laagspanningslampjes, bereikt via een schuin geplaatst wit scherm en een langwerpige spleet in de draagtafel, het door te lichten objekt.

32. Nauwkeurigheid van de methode

Om de methode te kunnen testen werden een uitgebreide reeks metingen uitgevoerd. Aan vijftig stammen van 60-jarige leeftijd werden per stam een tweetal boringen uitgevoerd en de diameters D_1 en D_2 gemeten (zie hoger).

Een eerste boring volgens de richting en op de plaats voorgeschreven door hoger uitgewerkte methode; een tweede welke volkomen toevallig werd genomen, maar waarbij een boring volgens de maximum- of minimumstraal niet uitgesloten is. Dit kan met hoger beschreven apparaat gemakkelijk gebeuren door loting van de hoekwaarde volgens dewelke moest worden geboord. Viel deze toevallig samen met een reeds uitgevoerde boring volgens de maximum- of minimumstraal, dan werd uiteraard geen tweede boring meer verricht.

Aan beide boorspanen werden de grootte van de stralen gemeten voor de leeftijden 60, 55, ... tot en met 30 jaar terug.

De waarde van V_{60} en e werden voor elke boomstam berekend zoals hoger uiteengezet (cfr. basisschema). Van belang hierbij is het feit dat voor de bepaling van d_2 , de schorsdikte werkelijk gemeten is.

Uit de kennis van deze parameters, konden nu aan de eerste soort boorspanen (volgens de richting van D_2) gemeten stralen, met het uit de kennis van e en V_{60} afgeleide bedrag gekorrigeerd worden. De gemeten stralen aan de andere willekeurig genomen boorspanen, werden vanzelfsprekend niet gekorrigeerd.

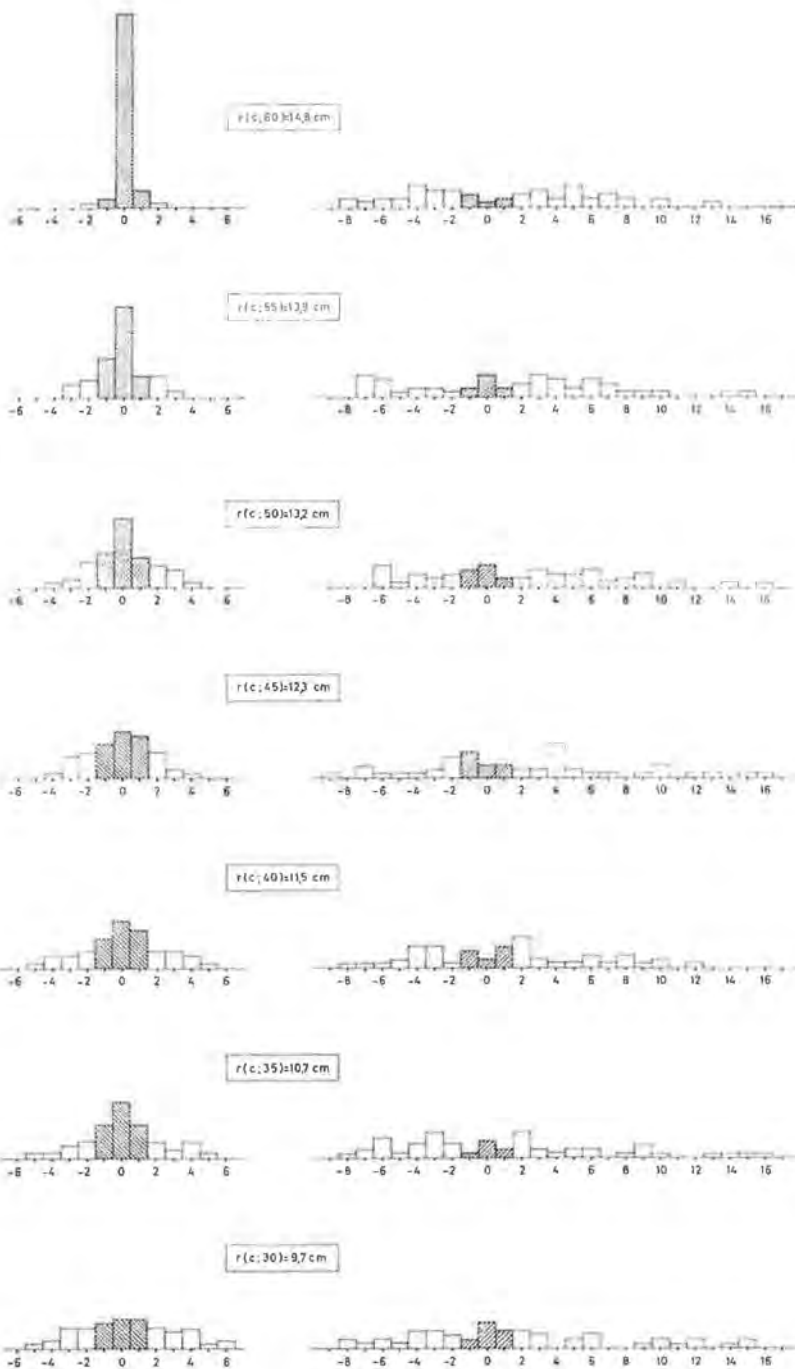


Fig. 13. Verdeling van de procentische fouten per leeftijdsklasse met vermelding van de gemiddelde representatieve straal. Links de verdeling voor de voorgestelde methode, rechts voor een toevallige boring.

Voor de diverse leeftijden werden vervolgens bij de twee methodes de procentische fouten op de stralen berekend. Hiervoor moesten natuurlijk de werkelijke representatieve stralen gekend zijn. Deze zijn zoals steeds bepaald geworden, op de uit de boomstammen gezaagde stamschijven en volgens de gekende werkwijze.

In figuur 13 is de verdeling van deze fouten per leeftijdsklasse voorgesteld. Links wordt de verdeling van de procentische fouten voor de voorgestelde methode weergegeven, terwijl rechts de verdeling is afgebeeld voor een toevallige boring. Om hierbij een idee te hebben over de grootheidsorde van deze stralen voor de diverse leeftijden, worden de gemiddelde waarden van de representatieve stralen voor elke leeftijd eveneens opgegeven. Om het resultaat op 60 jaar met andere leeftijden te kunnen vergelijken, werd met de $r_{(e;60)}$ welke in dit geval normaal uit de oppervlakte O_{60} (via de vergelijking 5) bepaald wordt, nu ook zoals voor de andere leeftijden, uit de straalmetingen op de boorstaan bepaald na korrektie van deze laatste in functie van V_{60} en e . Met de eerste genoemde waarde van r_e die noodzakelijk was ter bepaling van e en V_{60} , is dus voor de foutenberekening niet gebruikt geworden.

Uit de voorstelling in figuur 13 blijkt nu dat voor wat de resultaten betreft, bekomen door toepassing van hoger voorgestelde methode :

1° De nauwkeurigheid op de resultaten voor de huidige leeftijd van de bomen zeer groot is. Dit zou erop wijzen dat de theoretisch berekende fouten zeer goed met de werkelijke overeenstemmen. Dit zou betekenen dat de conceptie over de vorm van het grondvlak als een ellips te beschouwen, waarbij het boomcentrum niet noodzakelijk moet samenvallen met het meetkundig centrum, nogmaals juist bevonden wordt.

De resterende fout welke zowat rond de $\pm 2\%$ ligt, is dus te beschouwen als het resultaat van de absolute meetfout en de fouten ontstaan bij de korrektie, doordat het grondvlak in min of meerdere mate van de ellipsvorm "kan" afwijken.

2° Er tussen de nauwkeurigheid op de resultaten voor de huidige leeftijd van de boom en die bekomen op jongere leeftijden, een plotse overgang valt waar te nemen. Dit zou te verklaren zijn door het feit dat er zich bij hoger vermelde fouten ook nog deze voegen, die veroorzaakt worden door een enigszins verkeerde korrektie van de gemeten minimum- of maximumstraal. Deze foutieve correcties zijn het gevolg van het feit dat de waarden voor e en V_t , afgeleid uit die zelfde parameters op de leeftijd van de boom (zie hoger), niet helemaal met de werkelijke waarden overeenstemmen.

Zo wordt e in het gemiddelde konstant verondersteld, niettegenstaande voor de afzonderlijke gevallen, van jaar tot jaar schommelingen gaan optreden. Hetzelfde geldt voor V_t , waarbij voor elke Vg-klasse werd aangenomen dat V_t volgens een in vroegere publikatie (Goossens [1, 2]) berekende wetmatigheid in de tijd verloopt. Ook bij deze parameter treden vanzelfsprekend van jaar tot jaar schommelingen op rond dit berekend gemiddeld verloop. Deze verklaring wordt gestaafd door het feit dat de resterende fouten nagenoeg normaal verdeeld zijn.

3° Naargelang de leeftijd en bijgevolg ook de grootte van de gemeten straal vermindert, neemt de resterende fout hierop (vanaf 55 jaar) geleidelijk toe en wordt de verdeling ervan vlakker. Praktisch betekent zulks dat tussen de leeftijden 55 en 30 jaar, deze fouten zowat van maximum $\pm 3\%$ tot en met $\pm 5\%$ gaan oplopen. Dit verschijnsel moet het gevolg zijn van de absolute grootte van de meetfout, waarvan de invloed geleidelijk groter wordt bij een relatief kleiner wordende straal.

Voor wat nu de resultaten betreft waarbij voor de diverse leeftijden de stralen gemeten werden aan willekeurig genomen boorspanen, kunnen volgende bemerkingsen worden gemaakt:

1° De verdeling van de fouten op de stralen is duidelijk asymmetrisch en heeft als uiterste waarden -9% en $+16\%$. Zowel de verdeling als de extreme waarden benaderen zeer goed de voorspellingen gedaan aan de hand van de theoretisch berekende grondvlakken in vroegere publikaties. (Goossens [1, 2]) Hierin werden als grenzen -10% en $+20\%$ opgegeven. Deze uitersten kunnen enkel bereikt worden wanneer de extreem hoge waarden voor c en V_t precies bij een zelfde grondvlak voorkomen en daarbij nog toevallig volgens de maximum- of minimumstraal is geboord.

2° Zowel de verdeling als de extreme waarden voor de fouten worden niet merkbaar beïnvloed door de leeftijd van de gemeten straal. Zulks stemt terug volkomen overeen met wat vroeger langs theoretische weg achterhaald werd.

In figuur 14 is een grafische voorstelling gegeven van de verdelingen van de fouten voor beide hoger vermelde methodes, ongeacht de leeftijd en bijgevolg het resultaat van 350 waarnemingen, waarvan de verdelingen van de fouten van de stralen bij diverse leeftijden reeds in detail zijn weergegeven in figuur 13.

Voor de eerste reeks (a) van 350 fouten werd een normale verdeling aangepast. Het berekend gemiddelde lag hier bij $0,063\%$ en de spreiding bedroeg $1,89\%$. Dit heeft voor gevolg dat bij toepassing van de vooropgestelde methode, in 95 gevallen op 100 de procentische fouten op de aldus berekende representatieve stralen, zullen gelegen zijn tussen $-3,65$ en $+3,77\%$.

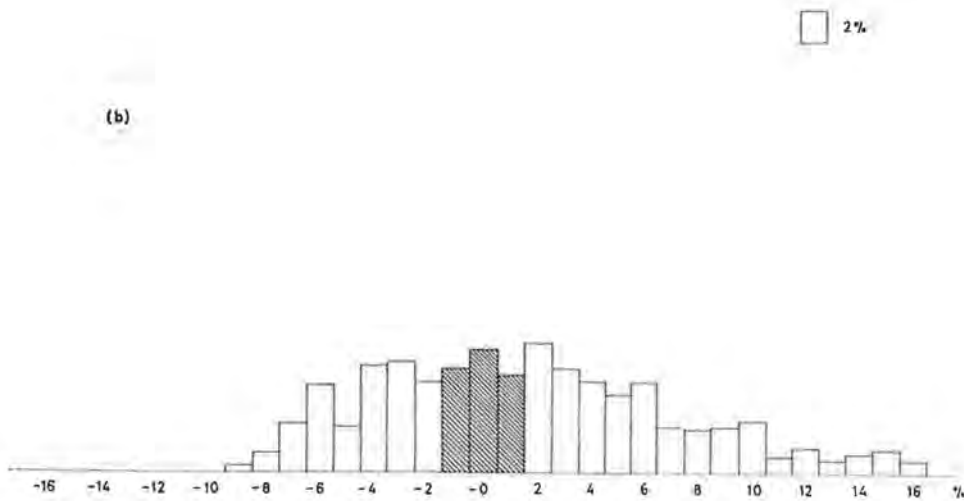
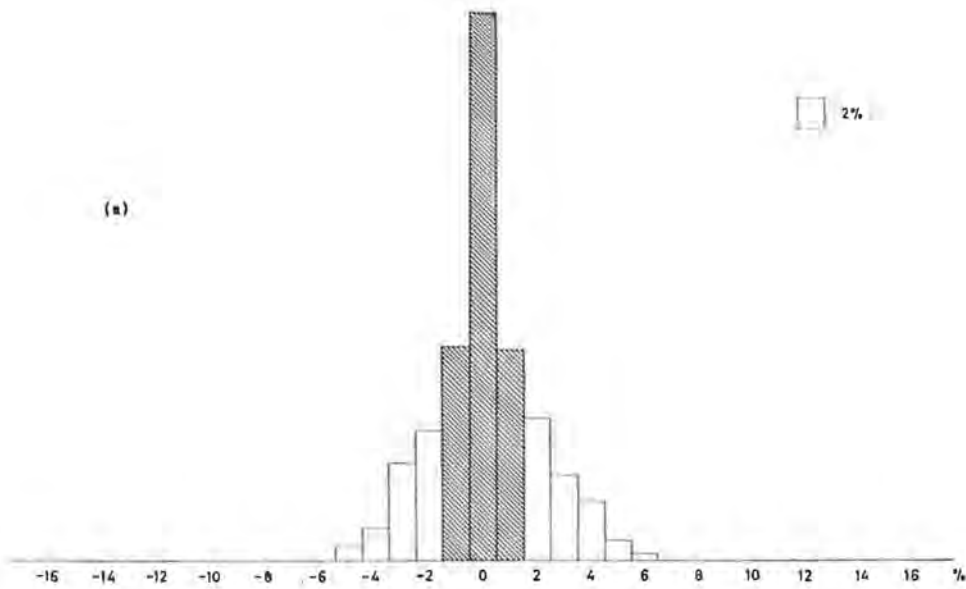


Fig. 14. Verdeling van de procentische fout t.o.v. de representatieve straal voor de uitgewerkte methode (a) enerzijds en de toevallige staalname (b) anderzijds; zonder inachtnaame van de leeftijd.

Vermits het hier enkel ging om het testen van hoger beschreven methode, is niet gepoogd aan de tweede reeks van 350 fouten (cfr. fig. 14 b) een of andere verdeling aan te passen. Het algemeen aspekt van deze asymmetrische verdeling laat echter vermoeden, dat de kansen even groot zijn dat de procentische fouten op de gemeten stralen (t.o.z. van de overeenkomstige representatieve straal) de groothedsorde zouden aannemen van -6% tot en met $+6\%$; dit in tegenstelling tot de eerste reeks waarbij de meest waarschijnlijke waarde voor deze fouten in feite gelijk is aan $0,063\%$. Buiten hoger vermeld interval nemen de kansen voor grotere systematische fouten bij gebruik van de tweede methode geleidelijk af; wat voor deze steekproef praktisch neerkomt op een globaal foutenbereik gelegen tussen -9% en $+16\%$.

Indien nu de relatieve excentriciteit en de waarde V_g zouden toenemen, m.a.w. groter worden dan de uiterste grenzen welke bij de diverse metingen gevonden werden, dan zou het zonder meer mogelijk zijn voor de eerste methode de nodige korrekties aan deze nieuwe toestand aan te passen. Dit zou dan ook voor gevolg hebben dat bij aanwending van vooropgestelde methode, de verdeling en de grootte van de resterende fouten niet noemenswaardig zouden verschillen van wat in figuur 14 a is weergegeven. Bij een toevallige boring daarentegen zou bijvoorbeeld een verdubbeling van de waarde van c , ongeveer een gelijkaardige vergroting van het foutenbereik voor gevolg hebben (-18% tot en met $+32\%$). Daarbij komt nog dat de verdeling van de fouten in fig. 14 b eigenlijk een gevleid beeld weergeeft van de toestand door het feit dat de boringen aan de boomstammen in het laboratorium werden uitgevoerd met hoger beschreven apparatuur. Dit heeft voor gevolg dat ook de toevallige boringen door het boomcentrum gaan, daar waar het in de praktijk en op het terrein, bij een relatief hoge waarde van c en/of V_t , praktisch onmogelijk is zulks te verwezenlijken. (cfr. figuur 1).

LITERATUUR

1. GOOSSENS R. — « Studie van de vorm de oppervlakte en de groei van het grondvlak in het bijzonder bij *Pinus nigra* var. *calabrica* Schn. », Proefschrift tot het bekomen van de graad van Doctor in de Landbouwkundige Wetenschappen aan de Rijkslandbouwhogeschool te Gent — (1965).
2. GOOSSENS R. — « Theoretische berekeningen van systematische fouten bij de bepaling van de oppervlakte van het grondvlak ». *Med. Rijksfac. Landbouwwetenschappen Gent* Bd. XXXI, nr. 4 (1966).
3. GOOSSENS R. — « Calculs théoriques pour une surface terrière elliptique » XIV. I.U.F.R.O. — Kongress München — Bd VI (1967).
4. GOOSSENS R. — « Formule de croissance expérimentale pour la surface terrière de *Pinus nigra* var. *calabrica* Schn. » *Sylva Gandavensis* nr. 8 (1968).
5. MATERN B. — « On the Geometry of the Cross section of a stem » *Medd. fran Statens Skogsforsokanstalt* — Bd. 16 nr. 11 (1956).
6. MATERN, B. — « Spatial Variation » *Medd. fran Statens Skogsforsokanstalt* — Bd. 49 nr. 5 (1960).

7. MÜLLER, G. — « Untersuchungen über Querschnittformen der Baumschäfte » *Forstw. Centrallblatt* — Bd. 76 Nr. 1/2 (1967).
8. SIOSTRZONEK, E. — « Radialzuwachses und Flächenzuwachs » *Forstw. Centrallblatt*. Bd. 77 Nr. 7/8 (1958).

SAMENVATTING

Steunend op vroegere onderzoekingen waarbij werd aangetoond dat het grondvlak van de corsica den door een ellips kon worden gekarakteriseerd, werd in dit artikel een nauwkeurige methode ontworpen om de aanwas van het grondvlak te kunnen bepalen.

Deze bestaat er eigenlijk in de maximum diameter op te sporen en te meten, en vervolgens een boorspaan te nemen in één van de raakpunten van de meetklem aan de boom. Na het bepalen van de diameter loodrecht op de eerste, eindigt het werk op het terrein.

Uit de klassieke metingen aan de boorspaan en uit de kennis van beide diameters, kunnen nu de vorm (V) en de relatieve excentriciteit (e) worden berekend. Uitgaande van beide parameters is het achteraf mogelijk met behulp van de formule 2 of 2' de procentische fout $Er_{(u;t)}$ op de straalmetingen aan de boorspaan te berekenen t.o.v. de representatieve straal op dezelfde leeftijd. De kennis van deze fout laat toe de maximum of minimum straal te corrigeren en bijgevolg tot de juiste waarde te herleiden, waardoor een nauwkeurige aanwasberekening mogelijk wordt.

RÉSUMÉ

Méthode de détermination précise de l'accroissement de la surface terrière à l'aide de la tarière de Pressler

Nous basant sur des recherches antérieures qui ont démontré que la surface terrière du pin de Corse pouvait être caractérisée par une ellipse, nous avons élaboré dans cet article une méthode précise pour déterminer l'accroissement de la surface terrière.

Dans cette méthode nous déterminons la direction du diamètre maximum, nous mesurons ce diamètre et nous prélevons ensuite une carotte de sondage en un des points de tangence du compas forestier et de l'arbre mesuré. La mesure du diamètre perpendiculaire au diamètre maximum termine le travail sur le terrain.

A partir des mesures classiques effectuées sur la carotte de sondage et de la connaissance des deux diamètres, nous pouvons alors déterminer la forme (V) et l'excentricité relative (e). En substituant ces deux paramètres dans la formule 2 ou 2', nous pouvons alors calculer l'erreur en pourcentage $Er_{(u;t)}$ de la mesure d'un rayon sur la carotte de sondage par rapport au rayon représentatif. La connaissance de cette erreur permet alors de corriger la valeur mesurée d'un rayon maximum ou minimum, et de ce fait de faire une détermination précise de l'accroissement.

SUMMARY

A precise method for the determination of the increment of the basal area using the Pressler bore.

Referring to previous research showing that the basal area of the corsica pine could be characterized by an ellipse, we present in this paper a precise method for the determination of the increment of the basal area. In this method we determine the direction of the maximum diameter, we measure this diameter and we take a core in one of the points of tangency of the caliper with the measured tree. The determination of the diameter perpendicular to the maximum diameter finishes the work which is to be done in the forest. From the classical measurements effectuated on the core and from the measured diameters we can then determine the form (V) and the excentricity (e). Substituting these two parameters in the formula 2 or 2', we can also calculate the error of a radius measured on the core with respect to the representative radius. This error with them allow us to correct the measured value of the minimum or the maximum radius and we will be able to do a precise determination of the increment.