Dit proefschrift met stellingen van:

HERMANN ERNST WOLFF VON WÜLFING,

landbouwkundige (met den titel: Indisch boschbouwkundige), geboren te Mr. Cornelis (Nederlandsch Oost-Indië) den 9 Juli 1891, is goedgekeurd door de promotoren Dr. H. A. J. M. Beekman, Hoogleeraar in de houtmeetkunde, boschrentereekening en boschbedrijfsregeling en Dr. M. J. van Uven, Hoogleeraar in de wiskunde.

De Rector-Magnificus der Landbouwhoogeschool,

J. A. HONING.

Wageningen, 14 November 1933.

STAMVORM EN INHOUD VAN DEN DJATI IN PLANTSOENEN.

(TECTONA GRANDIS L.F.; VERBENACEAE)

[STEM FORM AND VOLUME OF PLANTATION-GROWN TEAK.]

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS
Dr J. A. HONING, HOOGLEERAAR IN DE
ALGEMEENE ERFELIJKHEIDSLEER VAN
PLANT EN DIER, TE VERDEDIGEN VOOR EEN
DAARTOE BENOEMDE COMMISSIE UIT DEN
SENAAT DER LANDBOUWHOOGESCHOOL
OP VRIJDAG 15 DECEMBER, 1933, TE 15 UUR

DOOR

H. E. WOLFF VON WÜLFING.

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN — 1933

Aan mijn vrouw.

VOORWOORD.

Bij het gereedkomen van dit proefschrift gevoel ik mij gedrongen allen, die op eenigerlei wijze aan de tot standkoming ervan hebben medegewerkt, mijn dank te betuigen. In de eerste plaats denk ik hierbij aan mijne oud-leeraren, die veel tot mijne vorming hebben bijgedragen, wijlen A. J. VAN SCHERMBEEK, Prof. Dr. E. GILTAY en Prof. Dr. A. H. BERKHOUT.

De Heer A. J. VAN SCHERMBEEK bezat de bijzondere gave om zijnen leerlingen de liefde voor het bosch bij te brengen.

U, Hooggeleerde GILTAY, ben ik dank verschuldigd voor de wijze, waarop U bij Uw onderwijs den critischen zin bij Uwe leerlingen wist aan te wakkeren en het opmerkingsvermogen wist te ontwikkelen, terwijl U tevens door Uw voorbeeld aantoonde, dat voor onderzoek veel, doch niet velerlei kennis noodig is.

Dat men bij zijne onderzoekingen nooit de eischen, welke het boschbedrijf stelt, benevens de practische waarde ervan geheel uit het oog mag verliezen, hebt U, Hooggeleerde BERKHOUT, ons steeds op pakkende wijze voorgehouden.

Hooggeleerde BEEKMAN en VAN UVEN, Hooggeachte Promotoren, zeer erkentelijk ben ik U voor de belangstelling, die gij voor dit proefschrift hebt gehad, en die ook o.a. tot uiting kwam bij de met U gehouden besprekingen, welke tot eenige aanvullingen aanleiding hebben gegeven.

Hooggeleerde BEEKMAN, ik acht het een voorrecht aan het Boschbouwproefstation te Buitenzorg, het Instituut dat door U werd opgericht en waarvan ik thans als een Uwer ambtsopvolgers de leiding heb, door U in de eigenaardigheden van het boschonderzoek te zijn ingewijd. De grondslagen van het onderzoek, waarvan in dit proefschrift de vruchten geplukt worden, zijn indertijd door U gelegd. Ook na Uw vertrek uit Indië hebt gij in de met mij gevoerde correspondentie van groote belangstelling in de werkzaamheden van genoemd Instituut blijk gegeven en mij — wanneer noodig — van raad gediend.

Hooggeleerde VAN UVEN, toen ik bij mijne onderzoekingen behoefte gevoelde mij beter op de hoogte te stellen van verschillende vraagstukken der hoogere wiskunde en der mathematische statistiek, waart gij zoo bereidwillig voorlichting te geven op den daarbij te volgen weg. Gedurende mijn

vorig verlof in Europa had ik het voorrecht verschillende Uwer colleges over mathematische statistiek en bijzondere onderwerpen uit de hoogere wiskunde bij te wonen, en hebt gij mij bij de gehouden besprekingen — en later ook in de gevoerde briefwisseling — over onderwerpen van statistischen aard steeds Uw hulp verstrekt, o.a. ook door regelmatige toezending der verschillende, door U geschreven verhandelingen.

Den Oud-Hoofdinspecteur van den Dienst van het Boschwezen in Nederlandsch Indië, den Heer Dr. H. TEN OEVER, ben ik zeer erkentelijk voor de toestemming, welke mij verleend werd om deze studie voor een proefschrift te bezigen, en voor de groote belangstelling, die hij steeds in de onderzoekswerkzaamheden van het Proefstation heeft gesteld. Mijn ambtsvoorganger, den tegenwoordigen Hoofdinspecteur van den Dienst van het Boschwezen, den Heer Dr. R. WIND, wil ik speciaal dank zeggen voor de sympathie en belangstelling, in mijn werk betoond, en voor de mij geboden gelegenheid tot het verzamelen van eenig aanvullend materiaal.

Een bijzonder woord van dank wil ik richten tot mijne trouwe medewerkers bij het Boschbouwproefstation, de Opzichters O. NOERHADI, OEDIN GELAR SOETAN MOEHAMAD ARIEF en P. S. P. OERSIPUNY, evenals tot de rekenaars der Afdeeling: Dunnings- en Opbrengstonderzoek. Vooral den Heer O. NOERHADI ben ik voor het verrichten der vele berekeningen en voor de nauwgezette contrôle op het rekenwerk, met name in den tijd toen ik door verandering van werkzaamheden niet meer in de gelegenheid was zelf daarop voortdurend toezicht uit te oefenen, zeer erkentelijk.

Ten slotte rest mij nog een woord van dank aan de verschillende ambtenaren van het Boschwezen, die mij gegevens van wildhoutsoorten hebben verstrekt, zoodat ik ook in staat was voor deze houtsoorten het stamvormonderzoek te verrichten. In het bijzonder geldt dit woord van dank voor mijne collega's Dr. F. H. ENDERT, Ir. J. H. DE HAAN en Ir. G. J. G. JELLES.

Voor de wijze, waarop door de Drukkerij H. VEENMAN & ZONEN te Wageningen het boek is verzorgd, en ook voor de aangename en vlotte samenwerking bij het drukken — ondanks het voorkomen van verscheidene formules en tabellen —, ben ik zeer erkentelijk.

INHOUD.

Blz.

HOOFDSTUK I.

CONSTRUCTIEMETHODEN VOOR BOOM- OF STAMTAFELS EN STAMVORMONDERZOEKINGEN; EEN SAMENVATTENDE, CRITISCHE BESCHOUWING 1

§ 1. Inleiding 1
§ 2. Gebezigde kenmerken 5
a. Hoogtekenmerken 5
b. Dikte- en vormkenmerken 7
c. Volumekenmerken 15
d. Vormgetallen en andere kenmerken 19
§ 3. Algemeene en locale tafels 25
§ 4. Constructiemethoden; boom- tegenover opstandsonderzoek 27
§ 5. Volume-, vormgetal- en stamvormprincipe 32
§ 6. Verschenen djatitafels 50
§ 7. Conclusies 52

HOOFDSTUK II.

DE OPSTELLINGSWERKZAAMHEDEN VOOR DE ALGEMEENE DJATITAFEL 55

§ 1. Het onderzoekmateriaal 55
§ 2. De gebezigde stamvormvergelijking en de daarop gebaseerde tabellen 62
§ 3. Het aanpassingsvermogen van de gebezigde stamvormvergelijking 81
§ 4. De gebezigde boomgegevens 115
§ 5. De mate van afhankelijkheid der vormklasse van verschillende boomkenmerken 119
§ 6. Onderzoek van den kroonfactor, het dikhoutpercentage voor de kroon, de bastdikte en het verband tusschen den omtrek en den stamvlakdiameter 140
a. De kroonfactor (*krf*) 140
b. Het dikhoutpercentage van de kroon (*krdk*%) 144

Blz.

c. De dubbele bastdikte 148
d. Het verband tusschen den omtrek en den stamvlakdiameter 151

HOOFDSTUK III.

DE INRICHTING EN CONTRÔLE DER TAFELS 158

§ 1. De inrichting der algemeene tafels 158
a. Diktekenmerken 165
b. Volumekenmerken 167
§ 2. Contrôle der tafels 175

AANTEEKENINGEN EN OPMERKINGEN 187

Hoofdstuk I. (Noot no. 1 tot en met no. 135) 187
„ II. („ „ 1 „ „ „ „ 78) 199
„ III.) („ „ 1 „ „ „ „ 13) 210

STEMFORM AND VOLUME OF PLANTATION-GROWN TEAK 212

Synopsis chapter I 212
Synopsis chapter II 214
Synopsis chapter III 229

Aangehaalde literatuur (*Literature cited*) 235
Gebezigde afkortingen (*Abbreviations used*) 235
Genoemde houtsoorten (*Woodspecies mentioned*) 251

HOOFDSTUK I.

CONSTRUCTIEMETHODEN VOOR BOOM- OF STAMTAFELS EN STAMVORMONDERZOEKINGEN; EEN SAMENVATTENDE, CRITISCHE BESCHOUWING.

„Un tarif doit être bête; il peut être ingénieux, mais avant tout on ne doit pas avoir à se creuser la tête chaque fois qu'on en ouvre un; ..." ROULLEAU (1905).

§ 1. Inleiding.

Bovenstaande uitspraak, welke op het eerste gezicht voor de practijk — waarvoor zulke tabellen toch in de eerste plaats worden opgesteld — weinig vleiend is, kan niet anders dan bevestigd worden, wanneer men kennis neemt van de tafels, welke het meest in gebruik zijn.

Houdt men echter rekening met de omstandigheden, waaronder de practijk meestal moet werken, dan ziet men spoedig in, dat de gestelde eisch ook noodzakelijk is en in het geheel geen geringschattend oordeel over haar behoeft in te houden.

Dit geldt in het bijzonder voor landen, zooals Nederlandsch Indië, Britsch Indië, de Philippijnen, Noord-Amerika, enz., waarin het boschbedrijf ten gevolge van geringe personeelbezetting en andere oorzaken voorloopig min of meer extensief moet zijn. Het is uitgesloten, dat hoogere technische krachten zich daar persoonlijk met schattingswerkzaamheden, waarbij tafels te pas komen, voortdurend kunnen bezighouden. Door de omstandigheden gedwongen, moeten zij zich in dit opzicht slechts bepalen tot het geven van instructieve voorbeelden en tot een contrôle met behulp van steekproeven; de eigenlijke arbeid, welke ter vermijding van hooge kosten bovendien weinig tijdroovend mag zijn, geschiedt door lager personeel, in Indië in hoofdzaak door opzichters, leerling-opzichters, opnemers en mantri's. Het spreekt vanzelf, dat een gecompliceerde tafel, ook al zou deze bij een juiste toepassing iets betere resultaten geven, daar niet op haar plaats is. In het bijzonder dient voorkomen te worden, dat kenmerken worden gevraagd, waarvan de bepaling aanleiding tot grooten twijfel kan geven.

Doch ook in de Europeesche landen, waarin het boschbedrijf intensief of tamelijk intensief is, is de door de practijk gestelde eisch van groote eenvoudigheid in het gebruik zoo klemmend geweest, dat daaraan bij de opstelling van tafels in verreweg de meeste gevallen gevolg is gegeven. Het verst gaan in dit opzicht verschillende „tarifs" in Zwitserland en Frankrijk.

In de gevallen, waarin aan dezen eisch niet geheel wordt voldaan, zorgden — zooals later zal worden aangetoond — de samenstellers er meestal voor om als het ware „een slag om den arm te houden" door vereenvoudigingen in het gebruik der tabellen op gemakkelijke wijze mogelijk te maken.

Aan de practijk voorgeschreven methoden, welke eenigszins gecompliceerd zijn, komen slechts sporadisch voor. De methode JONSON in haar ouden (1910, 1911, 1912, 1918) of haar gewijzigden vorm (1928), welke bij proefbaantaxaties in Zweden is en nog wordt toegepast, levert hiervan een voorbeeld. Doch ook deze methode is in den loop der tijden vereenvoudigd, aangezien het bleek, dat dit zonder nadeeligen invloed op de resultaten kon plaats hebben.

Schrijver dezes (1930) heeft reeds eerder uiteengezet, dat een stam- of boomtafel [1] een langs statistischen weg vervaardigd hulpmiddel is, waarvan men zich bij schattingen kan bedienen. Het daarin weergegeven verband tusschen de verschillende boomkenmerken geldt bijgevolg slechts voor gemiddelde waarden, zoodat het geen aanbeveling verdient één bepaalden boom met behulp van zoo'n tafel te kubeeren. De meeste onderzoekers wijzen er trouwens ook op, dat bij een dergelijke toepassing belangrijke fouten gemaakt kunnen worden (tot 35% toe; bij locale tafels voor de schatting van timmerhouthoeveelheden kunnen de te verwachten maximale fouten nog grooter zijn).

Het groote nut van deze tafels dient men te zoeken bij de opname van een opstand, dus van een groot aantal boomen; men mag in zoo'n geval een gedeeltelijke opheffing van fouten verwachten, zoodat de procentische fout voor den geheelen opstand binnen voor het doel toelaatbare grenzen komt te liggen [2]. Niet alleen de practijk, doch ook de proefstations maken thans veelvuldig van dergelijke tafels gebruik (zie bijv. diverse Amerikaansche publicaties en de nieuwe Pruisische voorschriften voor proefperkopnamen — WIEDEMANN-1931). Het groote voordeel in laatstgenoemd geval ligt in de belangrijke besparing aan tijd en kosten, welke verkregen wordt, doordat men dan de velling en opmeting van modelboomen voor den blijvenden opstand achterwege kan laten [3].

Op de gunstige resultaten, welke bij de opname van proefperken met behulp van tafels verkregen kunnen worden, is in verschillende publicaties en werken over houtmeetkunde voldoende de aandacht gevestigd. CHATUR-

VEDI (1926) concludeert op grond van uitkomsten van vergelijkende onderzoekingen zelfs, dat de tafelmethode beter is dan alle modelboommethoden (blz. 86).

De groote waarde, welke men bij het proefstationsonderzoek thans aan tafels hecht, blijkt ook uit de verandering in werkwijze bij het opbrengstonderzoek. Terwijl bijv. de bekende, 30–40 jaar geleden opgestelde tafels der Duitsche proefstations, welke in het verzamelwerk van SCHWAPPACH en GRUNDNER (1913) voorkomen, gebaseerd zijn op gegevens van modelboomen, bij proefperkopnamen geveld en dus te beschouwen zijn als een „bijproduct" van het opstandsonderzoek, is bij vele nieuwere, Amerikaansche onderzoekingen de omgekeerde, mijns inziens betere weg gevolgd. Daar begon men eerst met het stam- of boomtafelonderzoek; met behulp van de opgestelde tafels ging men vervolgens over tot het opstandsonderzoek [4].

Behalve aan de gebruikelijke tafels hebben verschillende onderzoekers behoefte gevoeld aan schattingshulpmiddelen, welke meer met de individueele eigenaardigheden der boomen rekening houden. De uiterste grens in deze richting wordt bereikt met de volledige opname volgens een sectiemethode van de staande boomspil (met behulp van ladders, klimsporen, enz.) [5]. De schatting bepaalt zich dan slechts tot het takhout, indien men daarvan kenmerken wenscht te kennen [6].

Bekend zijn deze opnamen aan staande boomen uit Zwitserland (FLURY) en Finland (ILVESSALO-1932); ook in Nederland (BERKHOUT-1919) en elders heeft men wel eens dergelijke metingen verricht. De nadeelen ervan zijn echter de tijdroovendheid van den arbeid en — vooral bij hooge boomen — het gevaar voor den waarnemer [7].

Zonder deze methode geheel te verlaten, heeft men een middenweg gevonden, waarbij de diameter- of omtrekmetingen aan den staanden boom zich uitstrekken tot een hoogte van circa 10 m boven den grond, hetgeen met behulp van een ladder of een, aan een stok bevestigde, speciaal geconstrueerde klem, een zoogenaamde „stångklave", gemakkelijk geschieden kan [8].

Het schattingselement is thans dus grooter; men dient gebruik te maken van tabelgegevens, stamvorm- of andere vergelijkingen om het ontbrekende aan te vullen. Bekend zijn onderzoekingen op dit gebied van PETTERSON (1926), JONSON (1928), MACDONALD (1931)[9], enz. Ook op Java is bij den djati met een onderzoek van zoo'n methode een begin gemaakt voor boomen, niet hooger dan circa 20 m. Voor nog hoogere boomen zal naar mijn meening een geschikte dendrometer slechts uitkomst kunnen geven.

Uit de gegeven, vluchtige schets moge blijken, dat het boomschattings-

onderzoek gediend heeft om zoowel de practijk als de proefstations hulpmiddelen van den meest uiteenloopenden aard te verschaffen.

Het doel van de verder volgende literatuurbespreking en van het onderzoek is om na te gaan:

a. in hoeverre de toegepaste methoden voor tropische houtsoorten, en in het bijzonder voor den djati, onder de in den Archipel heerschende omstandigheden bruikbaar zijn,

b. of het mogelijk is aan de opstelling der diverse schattingshulpmiddelen één principe ten grondslag te leggen,

c. of alle houtsoorten [10] met behulp van één principe behandeld kunnen worden,

d. welke kenmerken voor de opstelling en welke voor de inrichting van tafels practisch bruikbaar zijn.

Het spreekt vanzelf, dat de oplossing van de vraagstukken onder (*b*) en (*c*) voor de tropen, waar het aantal houtsoorten zooveel grooter is dan dat in de gematige luchtstreken, van gewicht is. Ook al zou, wat betreft (*c*), zoo'n principe slechts voor een (zij het ook belangrijk) deel der houtsoorten gelden, dan beteekent dit reeds een groote arbeidsbesparing bij de constructie van tafels.

Voor naaldhoutsoorten hebben verschillende onderzoekers deze vraagstukken reeds behandeld; in den Archipel is echter een oplossing ervan voor loofhoutsoorten van meer beteekenis.

Op een scheiding der kenmerken volgens punt (*d*) wordt in de bekende leerboeken over houtmeetkunde niet de aandacht gevestigd; toch kan alleen zoo'n onderzoek tot een juister inzicht in tafelconstructies leiden.

Aangezien schrijver dezes reeds eerder gelegenheid heeft gehad enkele onderdeelen van het behandelde onderwerp aan de hand van literatuur te bespreken, en ook in sommige opzichten zijn standpunt heeft weergegeven (1930, 1931, 1932), kunnen deze gedeelten thans kort worden behandeld. De in 1930 gebezigde literatuur, welke in het betreffende opstel niet werd vermeld, vindt men in bijgevoegde literatuurlijst.

De aandacht dient er verder op te worden gevestigd, dat de critiek in de eerste plaats geleverd is met betrekking tot de mate van bruikbaarheid van methoden voor houtsoorten in den Archipel. Het is bekend, dat theorie en practijk dikwijls, noodgedwongen, zeer van elkaar moeten afwijken, waardoor het kan voorkomen, dat toepassing van theoretisch minder juiste methoden op haar plaats is. Waar schrijver dezes in vele gevallen niet geheel op de hoogte is van de omstandigheden, welke bij dit laatste een rol hebben gespeeld (beschikbaar geld; beschikbare tijd; aantal en kwaliteit der personen, welke het werk op het terrein moeten verrichten; eigenaardige toestanden en gebruiken in het onderzochte gebied, enz.), zou

een critiek, die verder ging dan boven is aangegeven, onbillijk kunnen zijn.

De wereldliteratuur over het stamtafelonderzoek is buitengewoon omvangrijk; schrijver dezes heeft niet van alles kennis kunnen nemen. Doch ook het hem wel bekende gedeelte is reeds zóó uitgebreid, dat eenige beperking bij de publicatie ervan noodig is. Bijgevoegde literatuurlijst is dus zeer onvolledig.

§ 2. Gebezigde kenmerken.

Zooals uit het voorgaande blijkt, kunnen de kenmerken in twee groepen worden ingedeeld, namelijk de kenmerken, welke (*a*) bij de opstelling en die welke (*b*) bij de inrichting van de tafel zijn gebezigd.

Het is natuurlijk mogelijk — en bij vele constructies zelfs gebruik —, dat de meeste kenmerken zoowel tot de eene als tot de andere groep behooren. Verder kan het voorkomen, dat een kenmerk voor een bepaalde tafel in de tweede en voor een andere tafel in de eerste groep moet worden ondergebracht; bijv. boomhoogte voor sommige algemeene en voor sommige locale tafels (zie hierover verder).

De onder (*b*) vermelde groep kan weer worden onderverdeeld in kenmerken, welke aan den staanden boom moeten worden gemeten en die, welke op grond van deze metingen worden geschat; ook deze scheiding is voor de diverse tafels verschillend. In het verder volgende zal — waar noodig — worden gesproken van opstellings-, metings- en schattingskenmerken.

De aandacht moge er verder op worden gevestigd, dat uit de bespreking der kenmerken voldoende zal blijken, welke moeilijkheden zich zullen voordoen bij een standaardiseering der boommetingen.

2*a*. Hoogtekenmerken. Hiertoe moeten worden gerekend de boomhoogte; de lengte van het stamstuk, dat geschikt is voor timmerhoutopwerking (timmerhoutstamstuk); de lengte van het stamstuk tot een bepaalden, aangegeven minimumdiameter (met of zonder bast); de richthoogte van PRESZLER (1873, 1882, 1902; zie ook diverse leerboeken) of andere richthoogten (bijv. GYLDENFELDT-1880, LEHNPFUHL-1885); de hoogte van den kroonaanzet of de lengte van de kroon; de vormpuntshoogte van JONSON (1910, 1911, 1912, 1918, 1927, 1928); de stronkhoogte; enz.

Met betrekking tot de boomhoogte is reeds eerder (1930) medegedeeld, dat deze van den grond af moet worden gemeten; het in mindering brengen van de stronkhoogte, zooals in Duitschland en andere landen gebruik is of was, zou voor verschillende tropische en ook andere houtsoorten (Noord Amerika) tot absurditeiten aanleiding geven (zeer hooge stronkhoogten ten gevolge van wortellijsten, stamvoetverdikkingen, enz.).

Er zijn echter diverse houtsoorten, welke op steltwortels staan en waarbij men dus de boomhoogte niet van den grond af mag bepalen. Bekend is dit voor vertegenwoordigers van het geslacht *Rhizophora* (*Rhizophoraceae*), doch ook in verscheidene andere geslachten komen houtsoorten met steltwortels voor [11]. Het hangt in dergelijke gevallen van de eigenaardigheden van de houtsoort af, waar de stam gerekend moet worden te beginnen.

Een voldoend nauwkeurige bepaling van de lengte van het timmerhoutstamstuk eischt van den taxator exploitatie-ervaring [12]; schrijver dezes heeft hierop in zijn publicaties over wildhouttafels steeds den nadruk gelegd. HOWARD (1925), die op verzoek van de practijk dit kenmerk in tafels voor sal bezigt, is zoo pessimistisch gestemd over het nut ervan, dat hij het gebruik van deze tafels afraadt.

In Noord-Amerika en ook in de Philippijnen wordt genoemd kenmerk veelvuldig toegepast; ook in Indië en elders (bijv. in Frankrijk, Noorwegen en Hongarije) komen dergelijke tafels voor [13].

Gezien de groote populariteit van dit kenmerk, bestaat er dus alle aanleiding het aan te houden. In Noord-Amerika bezigt men voor de schatting lengteklassen gelijk aan de daar geldende standaardlengte (16′ = 4.88 m) of aan de helft ervan, in de Philippijnen kiest men hiervoor 5 m. PEUPION (1905) geeft dit kenmerk met 1 m opspringend, evenals EIDE en LANGSAETER (1929), die dat van 4 m hoogte af doen. Op Java zijn klassen van 2 m genomen, hetgeen naar mijn meening de uiterste grens is, tot waar men in verband met de bereikbare nauwkeurigheid van bepaling gaan mag.

Door FEKETE (1931) wordt de lengte van het timmerhoutstamstuk in procenten van de boomhoogte bepaald; dit kan bijv. met een speciaal daarvoor ingerichten hoogtemeter van CHRISTEN, welke in Skandinavië veel gebezigd wordt, gemakkelijk plaats hebben. Voor sommige locale tafels, waarbij de boomhoogte geen metingskenmerk is, is deze methode natuurlijk onpractisch.

De bepaling van die hoogte, waar de diameter een bepaalde waarde bezit, zooals bijv. bij de richthoogtemethode van PRESZLER, eischt het gebruik van een dendrometer, wanneer men dit eenigszins nauwkeurig wil doen. PRESZLER en bijv. ook MÜLLER (1923) meenen, dat de taxator na eenige oefening dit werk oculair kan verrichten; BAUR (1891) is over deze methode weinig te spreken. Behalve door PRESZLER en enkele anderen is dit kenmerk voor practijkschattingen niet gebezigd.

De kroonaanzethoogte en de kroonlengte, in meters of in procenten van de boomhoogte, zijn kenmerken, welke verschillende malen toepassing hebben gevonden (bijv. SCHIFFEL-1899, 1905, 1907, 1908). Voor goedgevormde boomen geven deze kenmerken voor de practijk geen moeilijkheden.

De vormpuntshoogte van JONSON kan beter later ter sprake gebracht worden. Hier kan worden volstaan met de mededeeling, dat schrijver dezes, evenals verscheidene anderen, dit kenmerk — in het bijzonder voor loofhoutsoorten — zoowel voor schattingen bij proefstationsonderzoekingen als voor die van de practijk niet kan aanbevelen. Voor de practijk in Nederlandsch Indië zou toepassing van dit kenmerk voortdurend moeilijkheden opleveren bij de contrôle.

Reeds eerder werd er op gewezen (1930, 1931), dat het voorschrift der Duitsche proefstations, om de stronkhoogte te stellen op $^1/_3$ van den diameter nabij den voet, zonder wortelaanloop gemeten, voor talrijke houtsoorten met wortellijsten of een fleschvormigen voet, niet gehandhaafd kan worden. Doch ook voor houtsoorten, welke genoemde eigenaardigheden nabij den voet niet bezitten, geeft een bepaling volgens het voorschrift — hierop wijst ook MÜLLER (1923) — moeilijkheden. Hoe moet men namelijk den invloed van den wortelaanloop elimineeren?

Het Saksische proefstation heeft langen tijd de stronkhoogte op $^1/_3$ van den diameter op borsthoogte gesteld [14]. Bij proefperkopnamen voor den djati is het Duitsche voorschrift gevolgd, doch zonder eliminatie van den wortelaanloop.

Schrijver dezes acht het — in overeenstemming met de opvatting van de meeste Amerikaansche onderzoekers [15] — bij de opstelling van tafels beter om bij de vaststelling van de stronkhoogte rekening te houden met de eigenaardigheden van de houtsoort en de gevolgde methode van exploitatie, dus geen „Schablone" te volgen.

Bij het tafelonderzoek voor djati uit de zoogenaamde natuurbosschen bleek, dat in vele gevallen de stronkhoogte belangrijk hooger was dan $^1/_3$ van den voetdiameter. Gedurende de laatste 10 jaren bestaat echter het streven om de velling economischer te doen plaats hebben door uitsluitend van de zaag gebruik te maken of rooimachines te bezigen [16].

Aangezien de stamvorm in cultuuropstanden over het algemeen beter is dan die in natuurbosschen (veel stronkopslag met insluitsels van dood hout aan den voet), zal de stronkhoogte in eerstgenoemde opstanden lager kunnen zijn dan die in laatstgenoemde.

Ten einde zooveel mogelijk met uiteenloopende exploitatie-omstandigheden rekening te kunnen houden, is de tafel voor cultuurdjati zóó ingericht, dat binnen zekere grenzen de stronkhoogte gevarieerd kan worden.

2b. Dikte- en vormkenmerken. De diameter van den stam op een bepaalde plaats kan, direct of indirect, op velerlei wijzen bepaald worden, bijv. door klemming volgens diverse methoden, met behulp van een dendrometer of een "Biltmore stick", door omtrekmeting, enz.

Gewoonlijk verstaat men onder een juiste diameterbepaling een zóódanige bepaling, dat de verkregen diameter beschouwd kan worden als de middellijn van een cirkel, welke hetzelfde oppervlak bezit als het betreffende stamvlak.

Bij schattingswerk wordt meestal van de klem of den meetband gebruik gemaakt. Aan welk instrument de voorkeur wordt geschonken, hangt af van het standpunt, dat wordt ingenomen, en van de bijzondere omstandigheden, welke een rol spelen.

BAUR (1891) evenals MÜLLER (1923) en TISCHENDORF (1927) vinden voor opstandsopnamen den meetband in het gebruik omslachtiger dan de klem. Voor het meten van enkele boomen is de meetband wel te bezigen; een nadeel is echter, dat steeds te groote stamvlakken worden berekend.

Wanneer men als eisch stelt, dat de uitkomst van een diameterbepaling zonder toepassing van eenige correctie den stamvlakdiameter zoo veel mogelijk nabij moet komen, dan komt zoowel voor de proefstations als voor de practijk slechts de klem in aanmerking. In Midden-Europa en Skandinavië wordt daarom dan ook practisch uitsluitend dit instrument gebruikt.

In Frankrijk worden zoowel de meetband als de klem gebezigd [17]. De opmerking van BROILLARD (1911), dat een opgave van den diameter meer tot den mensch spreekt dan die van den omtrek, is juist, doch het is geen argument tegen het gebruik van den meetband. Men kan namelijk meetbanden bezigen, waarop de diameter direct afgelezen kan worden [18].

In Engelsch sprekende landen wordt vaak het gebruik van den meetband aanbevolen. SCHLICH (1911) wijst op de fouten, welke met den meetband gemaakt kunnen worden, doch vindt dit instrument voor de practijk handig in het gebruik. GRAVES (1914) merkt op, dat, ofschoon met den meetband te groote stamvlakken bepaald worden, bij het meten van zeer dikke stammen de klem voor eerstgenoemd instrument plaats mòet maken. WRIGHT, ROBERTSON en MULLOY (1924) prefereeren — in het bijzonder voor onderzoekwerk — om ondervolgende redenen den meetband (blz. 14):

"1. The tape never requires adjustment."

"2. It seems that the tape will give a more or less constant plus error while the calipers are liable to give either a plus or minus error [19]; therefore measurement of increment (obtained by repeated measurements) will be less liable to be affected by use of the tape than the calipers."

"3. There is no certainty that diameter growth will be evenly distributed around the bole of the tree. Measurements with the tape provide for any such irregularity; measurements with the calipers may or may not do so."

"4. There is less latitude for error in locating the exact position for remeasurements with the tape than with the calipers."

"5. Measurements with the tape are probably more rapid, when it is considered that the average of two measurements with the calipers must be obtained. The tape is also more portable."

Ook CHAPMAN (1921) beveelt het gebruik van den meetband voor nauwkeurige bijgroeibepalingen aan. CHATUI VEDI (1926) onderzocht de fouten, welke met de klem en den meetband gemaakt kunnen worden en kwam daarbij tot overeenkomstige conclusies als hierboven is aangegeven. Hij merkt bovendien op, dat het systematische gedeelte van de fout bij omtrekmeting geëlimineerd kan worden, waardoor dus één der hoofdbezwaren tegen het gebruik van den meetband vervalt.

De meeste Britsch Indische tafels geven zoowel diameters als omtrekken. In de nieuwere tafels wordt de verhouding tusschen omtrek en den geklemden diameter op grond van talrijke waarnemingen voor elke houtsoort afzonderlijk vastgesteld. De wijze, waarop zoo'n conversiefactor berekend kan worden, vindt men in "The statistical code" (Silviculture research manual, Vol. II), samengesteld door CHAMPION en MAHENDRU (1931) [20]. Ook in Noord Amerika heeft men in enkele gevallen een overeenkomstige methode gevolgd (MEYER-1928).

Bij het perkonderzoek in Groot Brittanje heeft men [21], in overeenstemming met de conclusies van CHATURVEDI, uitsluitend omtrekmeting toegepast. Het bleek bij onderzoek, dat voor de betreffende houtsoorten de verhouding tusschen omtrek en geklemden diameter bevredigend overeenstemde met het getal π, zoodat geen bijzondere conversiefactoren voor een herleiding tot diameters berekend behoefden te worden.

BEEKMAN (1915) onderzocht voor den plantsoendjati verschillende methoden van diameterbepaling. Van de resultaten van dit onderzoek is bij perkopnamen gebruik gemaakt.

De boomen worden thans overkruis geklemd, waarbij de eerste klemming de kleinste dikte moet aangeven. Het stamvlak, afgeleid uit den gemiddelden diameter, wordt voor eventueel voorkomende gleuven gecorrigeerd; het oppervlak der gleuven wordt bepaald met een gleuveninstrument [22].

Bij de gevelde modelboomen worden de stamvlakken op de — men mag wel zeggen — meest nauwkeurige wijze bepaald, namelijk door afteekenen van het stamvlak na doorzagen ter plaatse en vervolgens planimeteren van de geteekende stamdoorsnede. De diameter, welke op grond van deze planimetering berekend wordt, zal in het vervolg kortheidshalve stamvlakdiameter genoemd worden.

Het spreekt vanzelf, dat beide methoden van diameterbepaling, welke het Proefstation toepast, voor de practijk onbruikbaar zijn. Voor haar komen slechts in aanmerking de klemming of de omtrekmeting, zonder individueele correctie voor gleuven. Het onderzoek van BEEKMAN heeft bewezen, dat dan — vooral bij dikkere boomen — belangrijke fouten gemaakt kunnen worden. Men kan deze fouten reduceeren, door het systematische gedeelte ervan door toepassing van een correctie, gebaseerd op veel waar-

nemingen, weg te werken. Voor overkruisklemming op 1.30 m hoogte is deze methode reeds eerder door schrijver dezes (1929) toegepast; voor de djatitafel is dit thans voor omtrekmeting op verschillende hoogten boven den grond gedaan [23].

In deze tafel is de omtrek als schattings- en de stamvlakdiameter als opstellingskenmerk gebezigd. De redenen, waarom voor practijkgebruik tot omtrekmeting is overgegaan, zijn in de rasamalapublicatie (1931) vermeld.

Ten slotte dient te worden medegedeeld, dat bij boomtaxaties op de proefbanen in de Buitengewesten de diameter wordt bepaald volgens een gemodificeerde "Biltmore stick"-methode [24]. Deze methode is tamelijk ruw, doch in overeenstemming met het doel, dat bij deze schattingen wordt nagestreefd (zie ENDERT-1931).

Voor een boomschatting wordt minstens de kennis van één diameter geëischt. De hoogte boven den grond, waarop deze gemeten moet worden, hangt af:

a. van de gevolgde methode van tafelconstructie,

b. van het gebezigde instrument,

c. van de eigenaardigheden van de houtsoort, waarvoor de schatting plaats heeft,

d. van de gemiddelde lichaamslengte van de taxators.

In Midden-Europa en ook in verschillende andere gebieden is, als gevolg van het gebruik van de klem in verband met de gemiddelde lichaamslengte, een hoogte van 1.30 m gekozen; in landen, waar het metrieke stelsel niet wordt gevolgd, wijkt men gewoonlijk enkele centimeters daarvan af ($4\frac{1}{2}' = \pm 1.36$ m). Blijkens mededeeling van TOZAWA (1929) wordt in Japan lager (± 1.21 m) gemeten, vermoedelijk als gevolg van de gemiddeld kleinere lichaamslengte van den Japanner.

Bij schattingsmethoden, welke min of meer op een onderzoek van den stamvorm gebaseerd zijn, wordt soms hooger gemeten (diverse Fransche tafels). Dit geschiedt dan om den storenden invloed van den wortelaanloop zooveel mogelijk uit te schakelen, waarmede in de betreffende tafel niet of onvoldoende rekening werd gehouden. Zoo stelde JONSON (1910) voor om op 1.50 m te meten; later (1928) werd zelfs een hoogte van 1.70 m gekozen.

HEYBEL (1924, 1928), HOHENADL (1930) en ook PETTERSON (1926) willen om dezelfde reden op een hoogte, gelijk aan $^1/_{10}$ van de boomhoogte meten (zoo noodig met een „stångklave"). Dit is dus min of meer een navolging van PRESZLER en KUNZE (1873, 1888 en 1890), die met echte vormgetallen werkten en daarom aanvankelijk op $^1/_{20}$ van de boomhoogte wilden meten. Voor de practijk komen dergelijke methoden natuurlijk niet in aanmerking.

HILDÉN (1926) onderzocht bij de opstelling van een tafel voor berk in

Finland, op welke hoogte de diameter bepaald diende te worden, ten einde met de grootste zekerheid het volume te kunnen schatten. Hij vond, dat een hoogte van circa 3 m de beste resultaten leverde en eischte daarom in zijn tafel de bepaling van den diameter op deze hoogte.

Bij talrijke tropische en enkele subtropische houtsoorten is men door onregelmatigheden nabij den stamvoet, zooals fleschvormige verdikkingen of wortellijsten, gedwongen hoog te meten. Van tropische boomen met dergelijke verdikkingen geeft ENDERT (1925) foto's; een subtropische houtsoort, welke om deze eigenaardigheid bekendheid geniet, is de "Southern cypress" (MATTOON-1915, die op 20′ — 6.1 m — hoogte laat meten; KURZ-1930).

De hoogte, tot waar wortellijsten zich uitstrekken, is min of meer afhankelijk van de door den boom bereikte afmetingen. SURI (1928) geeft in zijn tafel voor sundri, welke wortellijsten bezit, behalve den diameter op $4\frac{1}{2}'$ (1.36 m), ook dien op 12′ (3.66 m) hoogte, dat is de grootste hoogte, tot waar zich de wortellijsten voor deze houtsoort vermoedelijk kunnen uitstrekken. Deze methode is mijns inziens minder practisch, omdat men dan in vele gevallen gedwongen is veel hooger te meten, dan noodig is. In de tafels voor Preanger wildhoutsoorten zijn, om dat te voorkomen, diameters voor verscheidene hoogten gegeven.

Bij den djati op Java blijkt aanvankelijk op 1.50 m hoogte gemeten te zijn (BRUINSMA-1898, 1900; KOLLEWIJN-1903), „met het oog op de hooge wortellijsten der djati". Typische wortellijsten bezit de djati echter niet; men kan beter van gleuven of groeven spreken.

Later werd 1.30 m als meethoogte gekozen, welke hoogte ook door BEEKMAN, na een uitvoerig onderzoek, werd overgenomen. BEEKMAN (1915) onderzocht namelijk, of bij het meten op 1.50 m hoogte de invloed van den wortelaanloop of neiloïdvorm werd ontgaan. Hij kwam tot de conclusie, dat dit niet het geval was; inderdaad, men zou om dat te bereiken bij hooge djatiboomen wel op 12 m hoogte en meer moeten meten (WOLFF VON WÜLFING-1930). Doch bij een toepassing van een automatische correctie is het wel aanbevelenswaardig hooger dan 1.30 m te meten, namelijk om den wisselvalligen invloed der gleuven te verminderen. De door BEEKMAN geproduceerde cijfers toonen voldoende aan, dat deze invloed naar den stamvoet toe toeneemt [25].

Bij de nieuwe djatitafel is — om het verband met de opstandstafels te behouden — de omtrek op 1.30 m als één der hoofdingangen gekozen, doch daarnaast zijn ook omtrekken op 1.50 en 1.70 m gegeven. Deze laatste hoogten kan men dan bezigen bij dikke boomen, vooral wanneer zij een abnormaal verdikten stamvoet bezitten (oude stronkopslag, enz.).

Wanneer de zeer speciale schattingsmethoden, welke een overgang vor-

men tot een volledige opmeting van staande boomen en dus meer voor proefstationsonderzoekingen in aanmerking komen, voorloopig buiten beschouwing gelaten worden, dan kan men zeggen, dat in verschillende tafels, behalve een lager gelegen diameter [26], er ook een hooger aan den stam als metingskenmerk wordt opgegeven. Meestal wordt niet de absolute, doch de relatieve waarde van laatstgenoemden diameter ten opzichte van eerstgenoemden, dus een zoogenaamd vormquotiënt vermeld.

In navolging van verschillende onderzoekers heeft schrijver dezes (1930) deze vormquotiënten ingedeeld in echte, onechte en absolute. Bij de tafels, waarvan thans sprake is [27], wordt slechts van een bijzonder onecht of absoluut vormquotiënt gebruik gemaakt, namelijk dat voor den diameter op halve boomhoogte of voor dien op halve hoogte van het boomgedeelte boven 1.30 m. Het is gebruik deze vormquotiënten meestal met opgave der grenzen, waartusschen zij mogen varieeren, aan te duiden met den naam vormklasse; in overeenstemming met het voorgaande kan men dan spreken van een onechte of absolute vormklasse [28].

Ofschoon niet ontkend kan worden, dat het meten van een tweeden diameter de nauwkeurigheid eener schatting verhoogt, hebben de tafelconstructeurs met vormklassen nagenoeg allen ingezien, dat het dwingend voorschrijven van het meten van zoo'n tweeden diameter hunne tafels bij de practijk in de hoogste mate impopulair zou maken [29]. Ten einde deze moeilijkheid te ontgaan, maakte men dit metingskenmerk facultatief door òf een ander metingskenmerk (relatieve kroonlengte of kroonaanzethoogte, vormpuntshoogte, sluitingsgraad van den opstand, boschtype, enz.) te geven, op grond waarvan — naar gemeend werd — de vormklasse kan worden afgeleid, òf de tafel te baseeren op gemiddelde vormklassen en een afzonderlijke correctietafel te geven voor vormklassen, welke van deze gemiddelde waarden afwijken.

Het zal verder blijken, dat de substitutie van den tweeden diameter door een ander metingskenmerk niet aan de verwachtingen, welke men daarvan koesterde, heeft beantwoord, zoodat in de nieuwe djatitafel er geen gebruik van is gemaakt. Een juiste methode is het opstellen van afzonderlijke correctietafels voor van het gemiddelde afwijkende vormklassen; zij zouden echter den omvang van de tafel zóódanig vergrooten, dat ook van deze methode — vooral in verband met het uiterst geringe gebruik, dat de practijk van de correctietafels zou maken — moest worden afgezien.

Wanneer men in een tafel een beeld wenscht te geven van den stamvorm, dan is het natuurlijk noodig, dat hetzij diameters hetzij vormquotiënten op verschillende hoogten boven den grond als opstellings- en schattingskenmerken worden gebezigd.

Het gebruik van diameters bij de opstelling van een tafel is in Amerika

en ook in de Philippijnen in zwang, met name bij de onderzoekers, welke de methode van BARROWS [30] volgen. Thans echter passen de meesten daar absolute vormquotiënten toe.

In Midden-Europa en Skandinavië werden aanvankelijk onechte, later meestal absolute vormquotiënten gebezigd, terwijl gedurende de laatste 10 jaren — ook elders — een voorliefde valt te bespeuren voor het gebruik van echte vormquotiënten (bijv. HEYBEL-1924, PETTERSON-1926, EIDE en LANGSAETER-1929, TOZAWA-1929, HAMPEL-1929) [31]. Bij de opstelling van de Preanger wildhouttafels en de nieuwe djatitafel zijn laatstgenoemde vormquotiënten gebezigd.

Bij de inrichting van een tafel dient men zich hoofdzakelijk te richten naar de wenschen van de practijk, welke de gegevens, waaraan zij behoefte heeft, direct erin wil vinden. Men moet dus — zooals in de meeste nieuwere tafels het geval is — diameters op verschillende, absolute hoogten boven den grond voor de bastvrije spil vermelden. Vormquotiënten, hoe nuttig deze ook bij het onderzoek mogen zijn, zijn dan naar mijn meening minder op hun plaats.

Ten slotte dient hier een enkel woord gezegd te worden van de bastdikte. Men kan bij het stamvormonderzoek uitgaan van den stam met bast [32] en later bij de inrichting der tafel, gebruik makend van gemiddelde cijfers voor bastdikte, de verlangde bastvrije diameters berekenen. Men kan ook de bastvrije spil onderzoeken en ten slotte bij de diameters, welke bij de schatting gemeten moeten worden, de gemiddelde dubbele bastdikten optellen.

Wordt de laatste methode — hetgeen vaak geschied is — toegepast, dan verdient het aanbeveling reeds bij het verzamelen der gegevens daarmede rekening te houden door diameters zonder bast te meten. Dat men hiertoe vaak overging, was het gevolg van onderstaande omstandigheden:

a. De methode geeft tegenover de vorige, wanneer men zich — zooals bij naaldhoutsoorten gewoonlijk het geval is — uitsluitend bezig houdt met de bastvrije spil, eenige arbeidsbesparing.

b. Verschillende methoden van stamvormonderzoek (JONSON, BEHRE-1923, 1924, 1927, BAKER-1925) houden geen rekening met den wortelaanloop. Bij de inrichting van de tafel moest men dus ten slotte toch den te meten diameter op 1.30 m hoogte voor dezen aanloop corrigeeren; het deed bijgevolg voor het werk er weinig toe, of daarbij ook nog een bastdiktecorrectie gevoegd werd.

c. Het bleek, dat bij verschillende houtsoorten de vorm van den stam met bast afweek van dien van den bastvrijen stam, en dat de bastvrije spil zich beter voor het vormonderzoek leende.

Onderzoekingen over den bast hebben herhaaldelijk plaats gehad; gewoonlijk waren zij van eenvoudigen aard. In Duitschland, Oostenrijk en elders, doch voornamelijk in Skandinavië heeft men dat echter op meer gedetailleerde wijze gedaan; het bleek daarbij, dat het onder (*c*) genoemde verschijnsel zich in hoofdzaak voordoet bij houtsoorten, waarvan de bast van het benedengedeelte van de spil — dik, ruw, met schubben of platen: „skrovelbark" — in habitus opvallend afwijkt van dien van het bovengedeelte — dunnere, gladde bast: „glansbark". De stam met bast heeft daardoor een grootere diameterafname naar boven en een meer gepronon-ceerden wortelaanloop dan het houtlichaam. De berk, de lork, doch in het bijzonder de grove den vertoonen deze eigenaardigheid; men ging er daarom toe over basttypen of bastklassen te onderscheiden, ten einde de nauwkeurigheid van de taxatie te verhoogen. Deze verschillen schrijft men toe aan het voorkomen van diverse rassen (meestal klimaatsrassen) [33].

Bij fijnspar is de vormklasse met bast practisch gelijk aan die zonder bast (JONSON-1910, 1918). Bij eik heeft men hetzelfde; volgens HEDEBY (1929) echter met uitzondering van 50-100-jarige boomen. Het totaal aantal onderzochte eiken is echter zóó gering (56), dat aan deze uitspraak weinig waarde gehecht moet worden.

Meermalen werd geconstateerd, dat de procentische bastdikte niet alleen naar den voet, doch ook in de kroon naar boven toe toeneemt. Bijv. SCHIFFEL (1908) wijst hierop bij het onderzoek voor zilverden, WINTERS (1932) bij dat voor "white oak". HOWARD (1924) vond voor sal, dat de hoogte boven den grond op de bastdikte geen invloed bezat; onderzocht werd echter slechts het stamstuk onder den kroonaanzet.

HOWARD (1925) vond verder bij een onderzoek van bastvolumeprocenten voor stamstukken van een tiental houtsoorten, dat voor chir en djati, in tegenstelling met de overige, een onderscheid gemaakt moet worden tusschen onder- en bovenstamstukken. Hij zegt naar aanleiding hiervan (blz. 1):

"With *Pinus longifolia* and *Tectona grandis* there is a distinct difference in this relative bark thickness. The butt log has much thicker bark whatever its diameter than any log of that same diameter which is not a butt log. Two tables have, therefore, been given for these species."

Bij het tafelonderzoek voor Preanger wildhoutsoorten (rasamala, poespa, djamoedjoe, ki hoedjan, verschillende eiken- en kastanjesoorten) hadden de omtrekmetingen voor het gemak der waarnemers aan den stam met bast plaats. Slechts hier en daar werd de bastdikte bepaald. Aangezien het aantal onderzochte boomen per houtsoort gering was, werd ervan afgezien den invloed van de hoogte boven den grond op de bastdikte na te gaan. De meeste onderzochte houtsoorten waren bovendien dunbastig, zoodat

fouten, eventueel hierdoor gemaakt, van weinig beteekenis zullen zijn.

Ook bij den djati is de opmeting steeds geschied aan den boom met bast. Gedurende circa 15 jaar werd echter voor bepaalde diameters de bastdikte gemeten. Bij het onderzoek van deze bastdikten bleek, dat de plantsoen-djati zeer dunbastig is. Een invloed ten aanzien van de hoogte, waarop de bepaling plaats heeft, is misschien, zij het ook in zeer geringe mate, aanwezig; ten gevolge van den dunnen bast kan hij echter voor practische doeleinden zonder bezwaar verwaarloosd worden.

Dat schrijver dezes voor den djati tot andere resultaten komt dan HOWARD, kan wellicht, behalve van rasverschillen, het gevolg zijn van ondervolgende oorzaken:

a. HOWARD onderzocht boomen uit gemengde natuurbosschen, terwijl hier uitsluitend djati uit zuivere plantsoenen gemeten zijn.

b. Op Java komen in het djatiboschgebied practisch overal grondtermieten (*Macrotermes* spec. div.) veelvuldig voor, welke, vooral aan het eind van den Oostmoesson, het buitenste gedeelte van de schors tot een hoogte van 10 m en meer haast elk jaar afvreten. De stammen zijn dan geheel of gedeeltelijk gehuld in plakkaten van aarde, enz., waaronder genoemde insecten aan het werk zijn [34]. Wanneer de eerste regens deze aarde hebben afgewasschen, geven de lichtbruin tot lichtgeel gekleurde stammen den indruk, alsof een groote schoonmaak heeft plaats gehad.

2*c*. Volumekenmerken. Het spreekt vanzelf, dat deze alle tot de schattingskenmerken behooren. Schrijver dezes heeft deze kenmerken reeds eerder (1930) verdeeld in natuurlijke en kunstmatige kenmerken; laatstgenoemde houden min of meer rekening met de exploiteerbaarheid van het hout.

Tot de natuurlijke kenmerken moeten gerekend worden — met of zonder bast — het volume van den geheelen boom, van de geheele spil, van alle zijtakken van de spil, van het stamstuk tot aan den kroonaanzet, van de geheele kroon, enz. Bij deze volumina is meestal, waar noodig, een stronkstuk buiten beschouwing gelaten.

Bij een loofhoutsoort als de djati, waarbij de kroonspil, wanneer de jeugdphase gepasseerd is, òf onregelmatig van vorm òf geheel of gedeeltelijk als zoodanig niet meer duidelijk herkenbaar is, ligt het voor de hand om, behalve het boomvolume, het volume van de kroon en dat van het stamstuk tot aan den kroonaanzet in een tafel te vermelden. In de djatitafel zijn deze volumina met bast gegeven.

Het is wel merkwaardig, dat deze verdeeling, welke voor de meeste loofhoutsoorten [35] geschikt is, zoo zelden is toegepast. Voor zoover mij bekend, heeft alleen BOURNE (1922) bij de opstelling van een tafel voor

plantsoendjati uit Nilambur genoemde verdeeling gebezigd.

De kunstmatige volumekenmerken houden, zooals gezegd is, min of meer rekening met de exploiteerbaarheid van het hout. De mate, waarin dit plaats heeft, loopt echter zéér uiteen.

Een in Europa veel gebezigde indeeling is die in dik- en takhout, waarbij 7 cm diameter met bast als grens tusschen beide soorten is gekozen. Bij de opname der djatiperken op Java is ook deze indeeling gevolgd, zoodat hiervan in de nieuwe djatitafel gebruik is gemaakt. Schrijver dezes heeft er echter reeds eerder (1930) op gewezen, dat het beter geweest zou zijn, wanneer een grootere diameter, bijv. 12 cm, als grens gekozen ware, omdat de brandhoutopwerking ten behoeve van industrieën en bedrijven zeer zelden tot hout van 5 à 6 cm zonder bast (= circa 7 cm met bast) plaats heeft [36]. Het verdient dus aanbeveling het onderzoek ook bij een andere verdeeling tusschen dik- en takhout voort te zetten, zoodat later de tafel in dit opzicht verbeterd kan worden.

In Britsch Indië [37] is de grensdiameter tusschen dik- en takhout ("timber" en "smallwood") zeer groot, namelijk 8″ (= 20,3 cm) met bast. Het volume van het dikhout wordt zonder, dat van het takhout met bast bepaald; onderscheid wordt verder gemaakt tusschen dik- en takhout van de spil en van de takken. Het takhout bestaat uit hout met diameters tusschen 8″ en 2″ met bast (20.3-5.1 cm); nog dunnere takken worden buiten beschouwing gelaten.

Minder gelukkig is mijns inziens het voorschrift, dat ook de stronk tot het dikhout gerekend moet worden. Voor boomen met wortellijsten is het volume van den stronk zonder hooge kosten (in kleine stukken zagen of hakken en xylometeren) niet te bepalen, terwijl het zoo verkregen cijfer voor de practijk van weinig waarde is. Ook is het mijns inziens minder gewenscht om het volume van het dikhout zonder en dat van het takhout met bast te bepalen, omdat dan het volume van den boom slechts bij benadering door sommatie van ongelijkwaardige grootheden verkregen kan worden.

In Groot-Brittannië wordt bij opname van naaldhoutopstanden het dikhoutvolume van de spil zoowel met als zonder bast bepaald, terwijl als grensdiameter 3″ (= 7.6 cm) gekozen is. In Frankrijk en Noord-Amerika heerscht met betrekking tot de scheiding tusschen tak- en dikhout geen regel.

Bij de tegenwoordig plaats hebbende opwerking in het djatiboschgebied op Java is het niet mogelijk om door het aangeven van een bepaalden grensdiameter een scheiding te maken tusschen hout, dat voor exploitatie (timmerhout- en brandhoutopwerking) wel en niet in aanmerking komt. Een grens van 12 cm (met bast) bijv. zou voor een eindkap juist zijn, doch bij

klein dunningshout onjuiste resultaten geven. Evenmin kan door het aangeven van een bepaalden diameter de grens worden aangegeven, tot waar de timmerhoutopwerking zich uitstrekt. Deze grensdiameter is zeer variabel en wordt bij gezonde, goed gevormde boomen ongeveer aangegeven door de dikte van den stam nabij den kroonaanzet [38], voor zoover zij niet geringer is dan 3 cm (zonder bast). Het kleinste sortiment van de geschilde, onbekapte paaltjes, uit dunningsboomen aangemaakt, bezit namelijk een bastvrijen topdiameter van 3-5 cm [39].

Wil men dus in dit opzicht aan de wenschen van de practijk tegemoet komen, dan dient men in de tafel zoodanige gegevens te vermelden, dat daaruit ook volumina voor den stam onder den kroonaanzet tot willekeurige diametergrenzen, dus onder andere van timmerhoutstamstukken, afgeleid kunnen worden.

In overeenstemming met de Preanger wildhouttafels zijn daarom ook bastvrije volumina van stamstukken, met 2 m lengte telkens toenemend, van de stronkhoogte af tot ongeveer de plaats van den kroonaanzet gegeven.

Hoewel in de djatitafel opwerkingsgegevens, welke nog verder gaan dan in het voorgaande is vermeld, niet verstrekt worden, is het toch van belang in het kort na te gaan, in welke richting men in de toekomst dit onderzoek eventueel zou kunnen uitbreiden.

Een b o o m s gewijs onderzoek van het bastvrije brandhout, dat verkregen kan worden, in stapelmeters en verdeeld volgens de verschillende sortimenten, is natuurlijk mogelijk, doch tamelijk omslachtig en kostbaar. Eenvoudiger kunnen brandhoutcijfers verzameld worden door proefvlakten — zoowel dunningsopstanden als eindkappen — met behulp van de tafel te kubeeren (bijv. dikhoutvolume), en van deze vlakten — zoo noodig na ringen — het brandhout op de gebruikelijke wijze op te werken. Men kan dan berekenen, hoeveel stapelmeter brandhout voor opstanden van verschillenden leeftijd en verschillende boniteit, bijv. telkens op 10 m^3 dikhout komen. Dergelijke gegevens zijn ruw, doch voor deze geringwaardige sortimenten voldoende.

Voor de wijze, waarop gegevens kunnen worden verzameld omtrent timmerhout, door bekapping of — zooals tegenwoordig in het djatibosch-gebied meer en meer plaats heeft — door verzaging verkregen, verdient het aanbeveling gebruik te maken van de ervaring, op dit gebied in Britsch Indië, de Philippijnen en vooral in Noord-Amerika opgedaan [40].

De daar verrichte onderzoekingen leeren, dat het raadzaam is om:

a. een dergelijk opwerkingsonderzoek g e s c h e i d e n te houden van het eigenlijke tafelonderzoek en hiervoor timmerhoutstamstukken (Britsch Indië) of stamstukken van standaardlengte (vaak in Noord-Amerika) te

bezigen. De verkregen en daarna vereffende gegevens kunnen dan in de tafel verwerkt worden.

b. ter vereenvoudiging van dit onderzoek slechts gezonde stamstukken, vrij van gebreken, hiervoor te bezigen. Met ziekten en gebreken dient de taxator door toepassing van reductiecijfers rekening te houden.

Vooral voor den djati is een afzonderlijke behandeling van het opwerkingsonderzoek aan te bevelen, omdat uit de geschiedenis van het boschbedrijf voor deze houtsoort op Java voldoende blijkt, in welke mate de inzichten omtrent en de omstandigheden voor de timmerhoutopwerking zich binnen betrekkelijk korte tijdsperioden gewijzigd hebben en een meer stabiele toestand op dit gebied zeker nog niet bereikt is [41]. Verder zal, evenals in Britsch Indië, bij dit onderzoek van timmerhoutstamstukken moeten worden uitgegaan [42], omdat het groote aantal sortimenten het gebruik van een standaardlengte niet toelaat.

Het resultaat van dergelijke onderzoekingen, namelijk een empirische of een op grond van een formule gebaseerde tabel, waarin het vermoedelijke volume van het timmerhout, dat uit een stamstuk verkregen kan worden, is af te lezen, wanneer enkele afmetingen van dat stamstuk (lengte en een diameter zonder bast; in Noord-Amerika gewoonlijk de topdiameter) bekend zijn, noemt men in de Vereenigde Staten een "log rule".

Volgens de hieronder weergegeven omschrijving van CHAPMAN (1921, blz. 8) kunnen echter ook de gewone kubeeringsmethoden eronder gebracht worden:

> "A log rule is a table giving the contents of logs of different diameters and lengths. The unit of volume used may be based on cubic measure, or board feet [43]. The latter form of table differs from that based on cubic contents since it indicates only the net volume of the product in boards which result from sawing the log. The use of such log rules is to measure the contents in the log before sawing, as a basis of sale of logs or for other purposes requiring such measurement. Fixed or arbitrary values are assigned or agreed upon for logs of each diameter and length. The tables thus becomes a standard of measurement based upon a unit of volume."

Uit de laatste twee aangehaalde zinnen blijkt reeds, dat onder het groote aantal bestaande "log rules" er verschillende zijn, welke elke wetenschappelijke basis missen. Door het werk van proefstations en de ambtenaren van verschillende boschwezendiensten zijn reeds verscheidene ervan practisch buiten gebruik gesteld; het conservatisme van den houthandel maakt het echter noodzakelijk, dat tot heden toe "log rules" gebezigd worden, waarvan algemeen bekend is, dat zij zeer misleidende resultaten geven.

In den uitgebreidsten zin kan men dus de "log rules" verdeelen in:

a. gewone, ook in Europa en elders gebezigde kubeeringsmethoden (volgens lengte en middendiameter of gemiddelde der einddiameters, enz.),

b. kubeeringsmethoden, welke opzettelijk te kleine resultaten geven, die

echter door toepassing van een factor gemakkelijk geredresseerd kunnen worden [44],

c. kubeeringsmethoden, welke misleidende resultaten voor bezaagd hout geven; de gemaakte fout is afhankelijk van de afmetingen van het stamstuk, zoodat een eenvoudige correctie niet mogelijk is [45],

d. kubeeringsmethoden voor bezaagd hout, welke op juiste principes berusten.

De onder (*d*) vermelde kubeeringsmethoden, welke voor het tafelonderzoek slechts van belang kunnen zijn, worden onderverdeeld in die, gebaseerd op formules, op diagrammen en op uitkomsten van verzagings- of (voor den djati) bekappingsproeven.

Een formulemethode heeft uitsluitend beteekenis bij een eenvormige opwerking (bijv. tot planken van bepaalde dikte). Voor den djati is deze methode dus onbruikbaar; in de Buitengewesten echter zou zij, wanneer bijv. Amerikaansch kapitaal zich daar voor de boschexploitatie interesseerde, goede diensten kunnen bewijzen (bijv. de "International log rule" voor $^1/_8{}''$ of $^1/_4{}''$ zaagdikte, welke door de Amerikaansch boschwezendiensten wordt gepropageerd).

Bij een diagrammethode (bijv. de "Scribner" of "Scribner decimal rule") worden de houtwerken, welke een stamstuk kan opleveren, door afteekenen op een eindvlak of in een cirkel met den topdiameter van het stamstuk als diameter gevonden. Als noodmaatregel kan deze methode gebezigd worden [46].

Voor den djati is een bekappings- of verzagingsonderzoek het beste. Deze methode is voor verschillende houtsoorten ook in Britsch Indië bij opwerking in het bosch toegepast. Het gemakkelijkst en overzichtelijkst is natuurlijk een dergelijk onderzoek in een machinale zagerij (zoogenaamde "mill tallies", zie bijv. BRANIFF-1906, STERRETT-1914, FROTHINGHAM-1915, SAN BUENAVENTURA-1931, enz.). Een verdeeling in sortiments- en kwaliteitsklassen (zoogenaamde "graded log rules") [47] zal bij den djati door de veelvormige opwerking moeilijkheden opleveren.

2*d.* Vormgetallen en andere kenmerken. Onder de kenmerken, welke, vooral in Midden-Europa, bij de opstelling en inrichting van tafels een zeer groote rol hebben gespeeld, behoort het zoogenaamde vormgetal, dat is het verhoudingscijfer tusschen het volume van den geheelen boom of een gedeelte ervan (dikhout, spilhout, enz.) en dat van een eenvoudig stereometrisch lichaam, waarvan de afmetingen door zekere kenmerken van den boom bepaald worden. Al naar het vergelijkingslichaam, dat gekozen wordt, onderscheidt men cylinder-, kegel- en paraboloïdevormgetallen.

De paraboloïdevormgetallen worden practisch niet gebruikt; de kegelvormgetallen vinden uitsluitend in Noord-Amerika bij een bepaalde methode van onderzoek als opstellingskenmerk toepassing [48]. Het meest zijn de cylindervormgetallen, welke weer onderverdeeld worden in onechte, echte en absolute, gebezigd; een uitzondering moet hierbij echter gemaakt worden voor de Engelsch sprekende landen en Frankrijk, waar over het algemeen op deze kenmerken weinig prijs gesteld is.

De eigenaardigheden der cylindervormgetallen zijn in diverse leerboeken en talrijke publicaties zoo vaak het onderwerp van bespreking geweest, dat schrijver dezes daarop niet nader behoeft in te gaan en zich tot enkele kwesties kan bepalen.

Het eerste punt betreft het gebruik, dat van de vormgetalsoorten is gemaakt. Bij de verschillende tafelonderzoekingen, welke in Midden Europa werden verricht en waarvan wel de bekendste zijn die van de diverse proefstations [49], bezigde men de onechte vormgetallen direct als opstellingskenmerk. De volumekenmerken in de tafel werden uit de vereffende vormgetallen afgeleid.

WEISE (1901) oefende op deze methode critiek uit; hij vond het beter om recht op het doel af te stevenen en van het volume als opstellingskenmerk uit te gaan; de vormgetallen kunnen, zoo noodig, hieruit worden afgeleid. Deze methode is bij de bekende Beiersche tafels [50] gevolgd. Uitgaande van het standpunt, waarop de proefstations toen ten opzichte van het tafelonderzoek stonden, is daar inderdaad veel voor te zeggen.

Naast de onechte [51] werden ook de echte vormgetallen, op aandrang van PRESZLER en zijn aanhangers, onderzocht (bijv. KUNZE-1877, 1886, 1888 en 1890 voor fijnspar, groven den en beuk; BAUR-1881 en SCHUBERG-1894 voor beuk); men kwam tot de conclusie, dat laatstgenoemde vormgetallen voor practisch gebruik geen aanbeveling verdienen. BAUR (1877, 1881, 1890, 1891), die de strijd tusschen de voorstanders van onechte en van echte vormgetallen verschillende malen weergeeft, schreef in 1890 (blz. 3):

„Mit Befriedigung kann ich es heute aussprechen, dasz der namentlich durch M. R. PRESZLER hervorgerufene Kampf um das Prinzip der bayerischen Massentafeln, der schon vor mehr als 30 Jahren entbrannte, endlich ganz in meinem Sinne entschieden wurde. Das Prinzip derselben, sowie die Brusthöhenformzahlen selbst, sind gerettet und die Normalformzahlen für praktische Zwecke wohl für immer begraben worden."

Aan de absolute vormgetallen kende BAUR eveneens weinig practische waarde toe.

Dat het lang niet iedereen gegeven is juiste voorspellingen te doen, blijkt ook in dit geval.

Toen men er later toe overging aan den stamvorm aandacht te schenken,

werden in den aanvang tezamen met onechte vormquotiënten ook onechte vormgetallen gebezigd [52], doch naarmate het stamvormonderzoek intensiever werd en meer op den voorgrond werd geplaatst, werd juist van absolute of echte vormgetallen gebruik gemaakt [53]. Deze vormgetallen zijn bij dergelijke onderzoekingen gedegradeerd tot een „bijproduct", tot een natuurlijk tusschenstadium bij de berekening van volumina. Wanneer men namelijk met behulp van vormquotiënten de stamvormen, welke een bepaalde houtsoort kan bezitten, op een of andere wijze heeft vastgelegd, dan zijn de voor deze vormen geldende spilvormgetallen direct op eenvoudige wijze te berekenen (door een sommatie van vormgetallen van stamstukken of — indien men over een stamvormvergelijking beschikt — door een integratie). Het gebruik van absolute vormquotiënten leidt vanzelf tot absolute vormgetallen (bijv. JONSON), het gebruik van echte vormquotiënten tot echte vormgetallen (zie bijv. het volgende hoofdstuk van deze verhandeling). Het voordeel van de toepassing van vormgetallen in een tafelonderzoek is uitsluitend gelegen in het feit, dat deze getallen vrij zijn van de stamdikte en, wat betreft de echte vormgetallen, ook van de boomhoogte; zij kunnen daardoor op eenvoudigere wijze in tabellen verwerkt worden dan volumina.

In de gevallen, dat men ook onechte vormgetallen als schattingskenmerk in de tafel wenschte, werden zij uit de absolute of echte afgeleid [54]. Het is wel typisch, dat men dus voor de echte vormgetallen feitelijk teruggekeerd is tot de door BAUR en anderen aangevochten methode van PRESZLER (1873, 1882, 1902), met dit verschil echter, dat de benoodigde omrekening niet door den taxator, doch thans door den samensteller van de tafel geschiedt [55].

Ook bij het tafelonderzoek voor den djati zijn bij de opstelling van de tafels echte vormgetallen als tusschenstadium gebezigd; aangezien men hier over het algemeen aan vormgetallen als schattingskenmerk weinig waarde hecht, zijn geen onechte vormgetallen in de tafels gegeven.

Een tweede punt ter bespreking is de waarde van het vormgetal als aanwijzer voor den stamvorm; het spreekt vanzelf, dat hiervoor slechts spilvormgetallen in aanmerking zouden kunnen komen. Dit vraagstuk is in leerboeken en ook in opstellen [56] reeds geruimen tijd zoo vaak behandeld, dat men zou mogen verwachten in de literatuur geen onjuiste uitspraken met betrekking tot dit onderwerp tegen te komen. Het tegendeel is echter het geval; men ontmoet, óók in publicaties van autoriteiten op houtmeetkundig gebied, zoo vaak onjuiste mededeelingen of misleidende titels, dat schrijver dezes ervan moet afzien de hem bekende gevallen alle weer te te geven en zich slechts tot enkele voorbeelden wil beperken.

a. BAUR deelt bij een onderzoek van fijnspar (1877) en van beuk (1881)

in den titel mede, dat ook de vorm van den boom behandeld zal worden. In genoemde publicaties vindt men slechts een bespreking van vormgetallen.

b. MAASS (1911, blz. 211):

„De absolute vormgetallen hebben het voordeel boven de onechte, dat in het eerste geval boomen met gelijken vorm hetzelfde vormgetal bezitten, onafhankelijk van de hoogte, terwijl daarentegen de borsthoogtevormgetallen voor boomen met denzelfden vorm afhankelijk zijn van de boomhoogte" [57].

c. MÜLLER (1923, blz. 239):

„Im übrigen hat es sich gezeigt, dasz mit dem Aufwärtsrücken des Meszpunktes eine sehr regelmäszig verlaufende Zunahme der Normalformzahlen erfolgt, sowie dasz auch Länge und Stärke der Schäfte nicht ohne Einflusz bleiben, so dasz auch die echten Formzahlen nicht imstande sind, ein ganz zutreffendes Bild der Stammformen zu liefern."

De conclusie is, hoewel nog te zwak gezegd, juist; zij staat echter in geen verband tot het voorgaande. Een spilvormgetal, dat onafhankelijk is van de plaats waar de diameter bepaald wordt, kan men slechts verkrijgen door den betreffenden spilvorm zelf als vergelijkingslichaam te kiezen; de grootte van het vormgetal is dan steeds 1.00 en ook geen maat voor den spilvorm, terwijl de waarde ervan nihil is.

d. EIDE (1923, blz. 39):

„Wij willen dan als maat voor den vorm bezigen het vormgetal der boomen, dat is de verhouding tusschen het volume ervan en den inhoud van een gedachten cylinder met de doorsnede op borsthoogte als grondvlak" [58].

e. CHATURVEDI (1926, blz. 3):

"Theoretically, the normal basal area has this advantage over the artificial (breast height) basal area, that the form factor of a tree calculated on the former basis is the true indicator of the form of the tree."

f. TISCHENDORF (1927, blz. 88):

„...nicht jede Formzahl bringt aber die Form des Schaftes zum Ausdruck, so z. B. sind die Baum- und Derbholzformzahlen, die grosze praktische Bedeutung haben, nicht in allererster Linie dazu bestimmt, die Form des Stammes zu kennzeichnen."

De schrijver meent dus, dat andere vormgetallen — waarschijnlijk spilvormgetallen — wèl den vorm kunnen bepalen.

Het gebruik van woorden en uitdrukkingen in een andere beteekenis dan zij eigenlijk aangeven, komt nog al eens voor [59]; verwarring behoeft daardoor niet te ontstaan.

Waar dit echter wel met „vormgetal" in hevige mate het geval blijkt te zijn, zou het zeker alsnog aanbeveling verdienen het voorstel van verschillende onderzoekers (VON GUTTENBERG, WIMMENAUER en anderen) op te volgen en voor dit kenmerk een ander woord te bezigen (bijv. reductiegetal, volhoutigheidsgetal, volume- of inhoudsfactor).

Kenmerken, welke hier nog dienen gememoreerd te worden, zijn: het afzonderen van groeigebieden, boniteiten, bosch- en boomtypen; de leeftijd; de kroonbreedte, absoluut [60] of in percenten van de kroonlengte of boomhoogte; de verhouding van de boomhoogte tot een bepaalden diameter (meestal dien op 1.30 m hoogte); enz.

Bij het onderzoek der Midden-Europeesche proefstations is het gebleken, dat bij opstelling van zoogenaamde algemeene tafels — zie hierover verder — het weinig zin heeft het onderzochte gebied in kleinere groeigebieden te verdeelen en daarvoor afzonderlijke tafels te vervaardigen. De zonderlinge gebiedsindeelingen, waartoe men bij genoemd onderzoek in enkele gevallen overging, en de geringe verschillen tusschen deze groeigebiedtafels voor eenzelfde houtsoort hebben terecht aanleiding tot critiek gegeven (bijv. WEISE-1901) [61]. Men wees er op, dat deze verschillen, behalve van het toeval, ook een gevolg kunnen zijn van de niet geheel uniforme methode van opmeting en (of) van de verschillende bedrijfsvormen in de Duitsche staten, welke voornamelijk in de jeugdphase kleine, onderlinge afwijkingen kunnen veroorzaken (KUNZE-1901).

Het is natuurlijk mogelijk, dat bij een onderzoek voor een zeer groot gebied met buitengewone verscheidenheid in klimaat een onderverdeeling noodzakelijk is (bijv. VON KRÜDENER voor Rusland); bij de nieuwere tafelonderzoekingen is schrijver dezes echter practisch geen geval bekend, waarbij men groeigebieden heeft afgezonderd. Ook voor de djatitafel is van een dergelijke onderverdeeling afgezien.

Een indeeling naar bosch- of boomtypen is slechts weinig toegepast (bijv. KÖNIG-1864, BURCKHARDT-1873, VON KRÜDENER); de boniteit bleek als metingskenmerk weinig waarde te bezitten (bijv. KUNZE-1877).

In de Beiersche tafels werd voor den leeftijd, wanneer daarvan gebruik gemaakt is, slechts een zeer grove indeeling gegeven. Naar aanleiding van critiek van PRESZLER, die een indeeling in kleine leeftijdsklassen noodzakelijk vond, is de invloed van den leeftijd bij talrijke onderzoekingen, onder andere ook bij die van de Midden-Europeesche proefstations, onderzocht. Men kwam tot de conclusie, dat een grove indeeling voldoende was en dat bij sommige tafels de leeftijd zelfs geheel buiten beschouwing gelaten kan worden. Bij de nieuwere tafels vindt dit laatste, op zeer zeldzame uitzonderingen na (bijv. STERRETT-1915), steeds plaats.

Voor den djati werd door SHIRLEY (1928) gevonden, dat een indeeling in leeftijdsklassen geen zin had. Bij de opstelling der djatitafels voor Java werd in verband met het voorgaande de leeftijd buiten beschouwing gelaten.

Opgemerkt moet worden, dat bij tafels voor ongelijkjarige opstanden de leeftijd bovendien een zeer onpractisch kenmerk is; daar komt nog bij, dat

vele tropische houtsoorten geen duidelijke jaarringen vormen, zoodat de leeftijd door jaarringtelling niet gevonden kan worden.

De gedane uitspraken omtrent groeigebieden, boniteiten, enz. gelden zooals reeds werd medegedeeld, voor algemeene tafels. Voor locale tafels is de toestand anders; daarbij is het afzonderen van groeigebieden (voor ongelijkjarige opstanden) of van boniteiten, al of niet gecombineerd met leeftijdsklassen, dikwijls noodzakelijk. Voorbeelden hiervan vindt men bij verscheidene Fransche, Zwitsersche, Amerikaansche en Britsch-Indische tafels.

De kroonbreedte, absoluut of in percenten van kroonlengte of boomhoogte, is door verschillende onderzoekers [62] bij tafelonderzoekingen als meetkenmerk beproefd. Het bleek, dat het weinig nut had ervan gebruik te maken; het is bovendien een kenmerk, waarvan de bepaling in opstanden, met name bij houtsoorten met over het algemeen onregelmatig gevormde kronen zooals bij den djati, moeilijk is en slechts met geringe nauwkeurigheid kan geschieden.

De boomhoogte en de stamdikte zijn kenmerken, welke in zeer geringe mate met den stamvorm gecorreleerd zijn (zie verder). Aangezien zij echter bij de inrichting van een tafel voor de volumeschatting onontbeerlijk zijn, hebben sommige onderzoekers [63] zich bij de opstellingswerkzaamheden er mede vergenoegd het verband tusschen den stamvorm en genoemde kenmerken te vereenvoudigen, door de hoogte en den diameter op 1.30 m hoogte tot één kenmerk te combineeren. Men koos daartoe de verhouding tusschen de boomhoogte en den diameter (het zoogenaamde dimensiequotiënt van SCHIFFEL); in enkele gevallen bezigde men de de reciproke verhouding (bijv. FEKETE). In dit afgeleide kenmerk werd een maat voor de volhoutigheid van den boom gezien; SCHUBERG meende daarmede een maat voor den sluitingsgraad van den opstand te bezitten [64].

Schrijver dezes heeft bij de opstelling van de djatitafel van een overeenkomstig kenmerk gebruik gemaakt, namelijk de verhouding tusschen den diameter op $^1/_4$ van de boomhoogte en de boomhoogte, door hem slankheidsfactor genoemd. Het is duidelijk, dat door de keuze van een diameter, welke steeds op dezelfde relatieve hoogte gelegen is, een maat verkregen wordt, die vrij is van de absolute boomhoogte en daardoor beter aan het doel beantwoordt.

Ten slotte moet nog op twee kenmerken gewezen worden, namelijk den boomvorm, oculair geschat door middel van vergelijking met foto's van boomtypen, waarvan de stamvorm door meting bepaald is, en den sluitingsgraad van den opstand. De vergelijking met behulp van foto's is een voorstel van HOHENADL (1930) [65]. Onder schatting van den boomvorm wordt verstaan het beoordeelen van den kroonvorm en den kroon-

habitus (wijze van takaanzetting, enz.) en van de mate van slankheid van de spil. Gemeend werd, dat men hierdoor in staat was de spilkromme (het verloop van den diameter met toe- of afnemende hoogte boven den grond) af te leiden.

Geheel uit het oog wordt verloren, dat een foto over het algemeen geen juiste weergave van den vorm geeft (storende invloed van de perspectief); om dezen invloed te verminderen zou het fototoestel ver van den betreffenden boom moeten worden opgesteld, doch dan is het in een opstand zeer moeilijk een goed beeld van de kroon te krijgen. Afgezien van de vraag, of op het oog dergelijke vergelijkingen met voldoende nauwkeurigheid te maken zijn, neemt HOHENADL zonder bewijs aan, dat, op grond van zijn theorie over den opbouw van den stam, tusschen kroon- en spilvorm een groot verband bestaat. Talrijke onderzoekingen, in Skandinavië en elders verricht, wijzen juist op het tegengestelde (zie verder).

De sluitingsgraad van den opstand is soms — met een zeer grove indeeling door middel van omschrijvingen — als kenmerk gebezigd. Dit geschiedde in hoofdzaak in Skandinavië (MATTSSON-1917, JONSON-1918); door enkele Noord-Amerikaansche onderzoekers is deze methode gevolgd. Genoemd kenmerk heeft wellicht eenige practische waarde, wanneer een tafel moet gelden voor een uitgestrekt gebied, waarin verschillende bedrijfsvormen worden toegepast of tengevolge van het zeer uiteenloopende klimaat de sluitingstoestand van nature zeer varieert (bijv. voor groven den en fijnspar de opstanden in het Noorden — Norrland — en in het Zuiden van Zweden).

Voor den plantsoendjati op Java heeft men dergelijke verschillen niet. Trouwens ook afgezien hiervan acht schrijver dezes het niet raadzaam om — in verband met het gebruik van de tafel door middelbaar en lager personeel — een kenmerk te bezigen, dat zeer moeilijk in een maat is vast te leggen.

§ 3. Algemeene en locale tafels.

De eigenaardigheden van locale tafels worden in de meeste leerboeken over houtmeetkunde hoogstens zeer kort en vaag behandeld; op het verband, dat tusschen algemeene en locale tafels bestaat, wordt practisch nooit gewezen. Waarschijnlijk heeft dit tot gevolg gehad, dat — zooals schrijver dezes meermalen uit gesprekken met Indische beheerders kon opmaken — de man van de practijk aan een algemeene tafel slechts geringe waarde toekent; hij weet eigenlijk niet, wat hij daarmede kan doen.

Ten einde misverstand met betrekking tot dit onderwerp zooveel mogelijk uit den weg te ruimen, is het door schrijver dezes in 1930 en ook in de rasamalapublicatie (1931, blz. 282-288, 309-319) tamelijk uitvoerig be-

sproken. Het standpunt, waartoe gekomen werd, is gebaseerd op een vergelijkende studie van talrijke tafels, terwijl mede gebruik werd gemaakt van beschouwingen en opmerkingen in diverse publicaties [66].

De grootte van het gebied, waarvoor een tafel geldig is, bleek als punt van uitgang voor een indeeling ondeugdelijk te zijn; gelet werd daarom uitsluitend op de inrichting van de tafel en de schattingsgegevens, welke zij verschaft.

Uitgaande van de stelling, dat een algemeene tafel moet bevatten: als metingskenmerken minstens een diameter en de boomhoogte [67], terwijl de volumeschattingskenmerken betrekking moeten hebben op den boom of op gedeelten ervan (dik-, stam-, kroonhout, enz.), waarbij dus geen of slechts zeer weinig rekening gehouden wordt met opwerking of (en) de wijze van verkoop van het hout, wijkt een locale tafel in één der volgende of in beide opzichten van een algemeene af:

a. De boomhoogte ontbreekt als metingskenmerk; zij wordt vervangen door de aangifte van een bepaald groeigebied of van een boniteit, al of niet gecombineerd met leeftijd.

b. De volumekenmerken hebben uitsluitend betrekking op een bepaalde methode van opwerking (tot bepaalde sortimenten timmerhout, brandhout, enz.).

In geval (*a*) komt de zaak dus hierop neer, dat bij de vermelde diameters bepaalde hoogten, welke als gemiddelden gelden, worden aangenomen [68]. Het is, zooals KNUCHEL (1929, blz. 461) zegt:

„Man läszt somit die Höhenkurven erstarren und vernachlässigt den Einflusz des allmählich sich ändernden Verhältnisses *h : d*. Geht man einen Schritt weiter und verbindet solche starre Höhenkurven mit den zugehörigen Kreisflächen und Formzahlen, so erhält man eine sogenannte Einrichtungsmassentafel oder einen „Tarif" und zwar zunächst eine lokale Einrichtungsmassentafel, einen Lokaltarif."

„Legt man der Berechnung die durchschnittlichen Höhenkurven eines ganzen Landes oder Landesteiles zugrunde, so erhällt man eine allgemeine Einrichtungsmassentafel, einen allgemeinen Tarif."

Een „algemeen tarief" en nog in sterkere mate een zoogenaamd „eenheidstarief" — dat bovendien geldig heet te zijn voor verschillende houtsoorten — gaan naar mijn meening te ver (1929); dergelijke tabellen hebben zeer geringe waarde [69].

Het is duidelijk, dat locale tafels met een afwijking van het algemeene type volgens (*a*) door de practijk op grond van eenvoudige metingen in opstanden uit algemeene tafels door interpolatie kunnen worden afgeleid. Voorbeelden van opstelling van dergelijke locale groeigebiedtafels zijn door schrijver dezes bij het onderzoek van Preanger wildhoutsoorten gegeven. In Britsch Indië werkt men gaarne met boniteitstafels, afgeleid uit algemeene. Deze methode lijkt mij voor den plantsoendjati geschikter; men zal

daarbij, in het bijzonder voor de jeugdphase, ook van een indeeling in leeftijdsklassen gebruik moeten maken.

CHAMPION en MAHENDRU (1931) hebben in hun "Silviculture Research Manual", deel II, de soorten tafels opgesomd, welke tot algemeene en tot locale gerekend moeten worden. Met betrekking tot de tafels, welke opwerkingsgegevens bevatten, nemen zij in zooverre een ander standpunt in, dat zij tafels met een afwijking uitsluitend volgens (*b*) nog onder de algemeene rangschikken. Schrijver dezes kan het met deze opvatting niet eens zijn, omdat een bepaalde methode van opwerking gewoonlijk slechts plaatselijk wordt toegepast en in elk geval — zooals de geschiedenis voldoende heeft geleerd — vaak zeer tijdelijk geldig is.

Locale tafels met opwerkingsgegevens kunnen eveneens uit algemeene worden afgeleid, wanneer in laatstgenoemde tafels ook gegevens over den stamvorm verstrekt worden. Het is dan noodig opwerkingsonderzoekingen te verrichten volgens methoden, welke reeds eerder beschreven zijn.

Uit het voorgaande blijkt voldoende, dat schrijver dezes algemeene tafels van primair belang acht, omdat daaruit met geringen arbeid zooveel locale tafels kunnen worden afgeleid, als de practijk wenscht. Dit standpunt houdt echter geen geringschattend oordeel in over diverse pogingen van de practijk om met behulp van bedrijfsgegevens direct locale tafels op te stellen. Integendeel, dergelijke onderzoekingen zijn toe te juichen; voor een proefstation is echter deze werkwijze — vooral uit het oogpunt van arbeidsbesparing — minder juist.

§ 4. Constructiemethoden; boom- tegenover opstandsonderzoek.

In verreweg de meeste gevallen is men bij de opstelling van algemeene tafels uitgegaan van boomgegevens, welke, gegroepeerd volgens de gewenschte kenmerken, gezamenlijk verwerkt werden, zonder rekening te houden met de eigenaardigheden van de afzonderlijke opstanden, waarvan het cijfermateriaal afkomstig is. Ook bij het onderzoek voor den djati is deze methode gevolgd.

Vaak is geen andere werkwijze mogelijk, omdat, zooals ook bij het onderzoek voor den djati, de verzamelde gegevens afkomstig zijn van modelboomen voor den blijvenden en den dunningsopstand, bij proefperkopnamen geveld. Het aantal onderzochte boomen per opstand is dan — vooral voor de oudere opstanden — voor een afzonderlijk onderzoek te klein [70].

Sommige onderzoekers maten een groot aantal of alle boomen in elk perk volledig op en stelden dan, met behulp van grafieken of van vergelijkingen, betrekkingen vast tusschen opmetings- en schattingskenmerken. Een voor-

beeld hiervan levert de methode BERKHOUT (1919), die, in navolging van PRYTZ (1891) en andere Deensche onderzoekers, voor elken opstand afzonderlijk tusschen de diameters op 1.30 m hoogte (d) en de spilinhouden (i) voor groven den de betrekking $i = pd^q$ bezigde; de vereffening had plaats volgens de methode der kleinste kwadraten voor de gelogarithmeerde betrekking [71]. Men verkrijgt dus op deze wijze een locale tafel; de daarbij behoorende „gefixeerde" boomhoogten zijn door BERKHOUT er niet bij aangegeven.

Aangezien het aantal onderzochte opstanden zeer gering was, schetst genoemde onderzoeker, hoe deze methode vermoedelijk vervolmaakt zou kunnen worden door het opstellen van een 4-tal locale tafels; elke locale tafel zou slechts gebezigd kunnen worden voor opstanden, waarvan de gemiddelde diameters tusschen bepaalde grenzen inliggen. Naar mijn meening zal ook de gemiddelde opstandshoogte hierbij een rol moeten spelen. Het resultaat kan op deze wijze zijn: een algemeene tafel, bestaand uit een stel locale tafels.

Een gedeeltelijk overeenkomstige methode werd door EIDE (1923, 1925, 1927) en EIDE en LANGSAETER (1929) voor groven den en fijnspar toegepast. De vereffening voor elken onderzochten opstand had hier met behulp van grafieken plaats; niet alleen volume- doch ook vormkenmerken werden onderzocht. Afwijkend van de methode BERKHOUT werden de, op de grafieken voor de verschillende opstanden afgelezen vereffende waarden gezamenlijk voor een tweede maal vereffend. Op grond van deze tweede vereffening werd één algemeene tafel opgesteld. Genoemde onderzoekers meenden daardoor een tafel te verkrijgen, welke beter voor het doel, namelijk het kubeeren van opstanden, geschikt was.

Van Zweedsche zijde is op deze methode (JONSON en anderen) critiek uitgeoefend, hetgeen tot een levendige gedachtenwisseling aanleiding heeft gegeven. Het is de vraag, of de vereffening in twee trappen het resultaat zooveel beter maakt. Het gevaar bestaat, dat aan de aflezingen op de grafieken voor de afzonderlijke opstanden dicht bij de grenzen van het aflezingsgebied, welke meestal op weinig gegevens steunen, bij de tweede vereffening een te groote waarde wordt toegekend. De opmerking, dat deze Noorsche tafels op gemiddelde boomvormen zijn gebaseerd en daardoor een locaal karakter bezitten, houdt naar mijn meening geen steek. Bij het vormonderzoek volgens de methode JONSON of BEHRE (zie verder) is voldoende gebleken, dat men met behulp van methoden, welke voor de practijk in aanmerking komen, niet in staat is den stamvorm individueel met voldoende nauwkeurigheid vast te stellen, zoodat ook daarbij gewerkt moet worden met gemiddelde cijfers, welke voor opstanden gelden. Het is echter waar, dat EIDE en LANGSAETER gegevens van opstanden, welke wat betreft

habitus en bedrijfsvorm zeer uiteenliepen, gezamenlijk hebben verwerkt (zuivere en gemengde opstanden, opstanden met in hoofdzaak één kroonétage en plenterbosschen).

Ten slotte dient gewezen te worden op de opstandsanalyse van proefperken door middel van onderzoek van frequentieverdeelingen. Bekend is in dat opzicht de eenvoudige methode van FEKETE, welke door verschillende onderzoekers is toegepast [72]. Hoewel een dergelijk onderzoek veelal diende om een beeld te verkrijgen van de sortimentsverdeeling voor timmerhout, kan zij ook gebezigd worden voor het opstellen van locale tafels. Past men namelijk de resultaten van zoo'n frequentie-onderzoek toe op de gegevens van een opstandstafel, dan verkrijgt men een stel locale tafels voor verschillende boniteiten en leeftijdsklassen [73]. BEEKMAN (1920) bijv. volgde deze methode voor djatiplantsoenen van boniteit IV.

Uit het oogpunt van tafelconstructie heeft de besproken methode het groote nadeel, dat bij proefperkopnamen meestal slechts de diameter bij alle boomen wordt bepaald; de bepaling der overige kenmerken geschiedt onvolledig. Met name is dit het geval voor het volume [74].

Slechts voor den diameter kan men dus van een frequentie-onderzoek spreken. De overige kenmerken worden aan den diameter gekoppeld en op minder nauwkeurige wijze onderzocht. Hetzelfde bezwaar geldt voor de methoden, welke het frequentie-onderzoek volgens meer moderne methoden behandelen. Zoo is in Finland en de Vereenigde Staten de methode van CHARLIER toegepast [75]; verder heeft men in laatstgenoemd land, ten einde het rekenwerk zooveel mogelijk te verminderen, gewerkt met zoogenaamd „distributiepapier", al of niet getransformeerd [76] en met nomogrammen.

Wanneer men in deze richting het onderzoek zou wenschen te vervolmaken, zouden correlatiemethoden toegepast moeten worden. Dit vereischt echter een volledige opname in de perken voor alle kenmerken, welke in de tafel gebezigd zullen worden. Dat deze methode, voor zoover schrijver dezes bekend is, nergens is gevolgd, moet ongetwijfeld worden toegeschreven aan groote bezwaren van practischen aard, welke zij met zich brengt (de kolossale opname-arbeid voor een paar honderd perken en de zeer groote hoeveelheid rekenwerk) [77].

In verband met het voorgaande zou men de opmerking kunnen maken, dat toch ook bij de gebruikelijke wijze van opstelling van tafels, waarbij dus niet met opstanden rekening gehouden wordt, correlatiemethoden zouden kunnen worden toegepast. Wanneer de frequentietabel voor de onderzochte kenmerken min of meer een beeld gaf van de samenstelling van de boschgemeenschap in het groeigebied, zou men inderdaad geneigd zijn

deze vraag bevestigend te beantwoorden.

Het materiaal voor een tafelonderzoek is echter in de meeste gevallen — ook voor den djati — in het geheel niet als een willekeurige „steekproef" te beschouwen. In de eerste plaats geven de proefperken, waarvan de modelboomgegevens afkomstig zijn, geen beeld van de opstandssamenstelling in het onderzochte gebied. Proefperken tracht men gewoonlijk, wat betreft de aantallen voor de verschillende boniteiten en leeftijdsklassen, volgens een ontworpen schema uit te zetten [78]; bovendien geschiedt dat uitsluitend in opstandsgedeelten van zoo regelmatig mogelijke gesteldheid. Verder geven de opgemeten modelboomen bij verschillende opnamemethoden voor elk perk een onjuist beeld van de samenstelling van den betreffenden opstand, omdat zij niet willekeurig worden aangewezen, doch met betrekking tot hunne afmetingen aan bepaalde eischen moeten voldoen (middenstammen van groote groepen, zooals bij de methoden van DRAUDT, URICH, HARTIG, BLOCK, enz.) [79]. De djatiperken op Java zijn bijv. tot eind 1932 volgens de methode van URICH opgemeten.

Het moet zeker voor een deel aan de besproken omstandigheden worden toegeschreven, dat verreweg de meeste onderzoekers bij de noodig geachte vereffeningen uitsluitend gebruik hebben gemaakt van grafieken. Enkelen (voornamelijk KUNZE [80]), die tusschen de metings- en schattingskenmerken een betrekking in mathematischen vorm meenden opgespoord te hebben, pasten de methode der kleinste kwadraten toe. De practische eisch van eenvoudigheid bij de gebezigde formules heeft echter gewoonlijk tot gevolg gehad, dat tusschen de gemeten en berekende waarden voor de kenmerken verschillen optraden, welke voor het geheele waarnemingsgebied of voor een gedeelte ervan niet vrij waren van systematische afwijkingen. Dit is wel de voornaamste reden, waarom velen ongaarne meer dan strikt noodzakelijk is, gebruik maken van dergelijke „mathematische wetten".

Ten slotte zou schrijver dezes de aandacht willen vestigen op een recente, origineele methode van M. EZEKIEL, welke door BRUCE en REINEKE (1931) voor verschillende boschbouwkundige onderzoekingen, onder andere voor tafelconstructies, is uitgewerkt.

Op de, in de tafel noodig geachte metings- en schattingskenmerken wordt de lineaire correlatiemethode toegepast; de constanten van de regressievergelijking, welke voor het doel in aanmerking komt, worden berekend. Deze vergelijking wordt beschouwd als de eerste, ruwe benadering voor de betrekking, volgens welke de tafel zal worden opgesteld.

Bij het verdere werk wordt de weg van zuivere berekening verlaten en in hoofdzaak op grafieken gesteund. Voor de regressievergelijking wordt een nomogram geconstrueerd.

Wenscht men bijv. een tafel, welke bij diameter (X) en boomhoogte (Y)

het boomvolume (Z) geeft, dan luidt de betreffende regressievergelijking:

$$Z = aX + bY + c.$$

Om het werk te vereenvoudigen, wordt het onderzoekmateriaal op grond van diameter en hoogte met behulp van het nomogram gekubeerd, waarna de verschillen tusschen de waargenomen en afgelezen volumina berekend worden (in het vervolg „afwijkingen" genoemd).

Uit de regressievergelijking worden vervolgens twee vergelijkingen van eenvoudigeren vorm afgeleid, door respectievelijk voor X en Y gemiddelde waarden te kiezen. Deze vergelijkingen hebben dus den vorm:

$$Z = bY + d \text{ en } Z = aX + e.$$

De rechten, door de vergelijkingen voorgesteld, worden op twee grafieken ingeteekend, waarna de afwijkingen van deze rechten af worden uitgezet. Aangezien bovengenoemde regressievergelijking de betrekking tusschen de kenmerken onjuist weergeeft, doordat in werkelijkheid de correlatie scheef is, zullen de punten voor de afwijkingen niet overal op gelijke wijze aan beide zijden van genoemde rechten aangetroffen worden; met andere woorden, de punten wijzen op een verloop, dat van deze rechten afwijkt.

In beide grafieken wordt door den „band" van punten een vereffenende kromme getrokken en worden vervolgens de gemiddelde afwijkingen afgelezen. Met behulp van deze gemiddelde waarden worden in het nomogram de deelpunten op de dragers voor X en Y gecorrigeerd.

De volgende stappen komen in zooverre met den eersten overeen, dat na onderzoek van de afwijkingen op afzonderlijke grafieken het nomogram telkens gecorrigeerd wordt. Afhankelijk van het gedrag der afwijkingen kan deze correctie voor de deelpunten op de dragers voor X en Y of voor die op den drager voor Z plaats hebben. Het streven is er natuurlijk op gericht om het aantal correcties zoo klein mogelijk te maken.

Men dient na elken stap na te gaan, of men op den goeden weg is; een wijzer hiervoor heeft men onder andere in de kwadratisch gemiddelde afwijking, welke voortdurend moet afnemen.

Uit het voorgaande blijkt voldoende, dat de correlatieberekening geen essentieele rol bij de methode speelt. Op welke wijze men als punt van uitgang de eerste benaderingsvergelijking verkrijgt, doet feitelijk niets ter zake. Van gewicht is alleen, dat deze eerste vergelijking de betrekking tusschen de kenmerken zoo goed mogelijk benadert, zoodat het aantal correcties klein kan zijn. Bij een stamtafelonderzoek van eenige beteekenis heeft men zeker een paar duizend boomgegevens. Ook al ontgaat men ten deele berekeningen door gebruik van een nomogram, dan is toch zoo'n correctie een zeer omslachtig werk. Door genoemde onderzoekers worden

voorbeelden gegeven, waarbij tot acht maal gecorrigeerd moest worden; zooiets lokt niet tot navolging aan.

Het is niet noodig, dat de eerste benaderingsvergelijking voor de gemeten kenmerken van lineairen vorm is; in verschillende gevallen is het zelfs beter van dezen vorm af te stappen. Verder worden door genoemde onderzoekers verschillende aanwijzingen ter vereenvoudiging van het werk gegeven.

DEMERITT en MC INTYRE (1932) hebben een methode uitgewerkt en op "red oak" toegepast, welke overeenkomst bezit met die van BRUCE en REINEKE, doch eenvoudiger is dan laatstgenoemde methode. Van een vergelijking werd geen gebruik gemaakt; de tafel werd volgens het volumeprincipe (zie verder) opgesteld.

De besproken methoden beloven naar mijn meening wel iets voor de toekomst, wanneer daarmede meer ervaring is opgedaan [81].

§ 5. Volume-, vormgetal- en stamvormprincipe.

Reeds eerder (1930) heeft schrijver dezes, al naar het schattingskenmerk, dat bij de vereffening gebezigd werd, gesproken van een (*a*) volume-, (*b*) vormgetal- en (*c*) stamvormprincipe en deze principes toen tamelijk uitvoerig behandeld. De principes (*a*) en (*b*) zijn bovendien in diverse leerboeken over houtmeetkunde zoo tot in details besproken, dat hier volstaan kan worden met enkele opmerkingen.

Principe (*a*) is voornamelijk in de Vereenigde Staten en Britsch Indië toegepast. Aangezien ook behoefte werd gevoeld aan gegevens betreffende den stamvorm, werden vaak daarnaast stamvormonderzoekingen (gewoonlijk voor het timmerhoutstamstuk) verricht. Men deed dus als het ware dubbel werk, zoodat deze methode niet aan te bevelen is.

In Midden-Europa heeft principe (*b*) veel aanhang gevonden. Dat ook de tafels van dit type niet geheel voldeden, blijkt wel uit verschillende, afzonderlijke onderzoekingen, welke gedaan moesten worden, ten einde gegevens over timmerhoutopbrengsten te verkrijgen [82]. Hetzelfde bezwaar geldt ook voor de vormgetaltafels, welke — zij het vaak facultatief — de bepaling vereischen van een onecht vormquotiënt (voor den diameter op halve boomhoogte; KUNZE, SCHUBERG, SCHWAPPACH, VON KRÜDENER, MAASS, enz.).

Even dient stilgestaan te worden bij de uitspraak van TKATSCHENKO (1912), dat men een stamtafel en een sortimentstafel kan opstellen, welke voor verschillende Europeesche houtsoorten — zoowel naald- als loofhout — geldt, wanneer als metingskenmerken de boomhoogte en de diameters op 1.30 m en halve boomhoogte gebezigd worden.

TKATSCHENKO onderzocht uitsluitend de boomspil; voor boom- en

dikhoutvolumina (of -vormgetallen) behoeft het bovenstaande dus niet te gelden. Eenig bewijs voor een algemeen geldende sortimentstafel werd verder niet gegeven. Wanneer men rekening houdt met het feit, dat de bij uitstek practische Amerikaan voor talrijke houtsoorten afzonderlijke sortimentstafels heeft opgesteld, dan is men geneigd deze uitspraak zeer in twijfel te trekken.

Ten slotte dient te worden opgemerkt, dat de practijk tafels wenscht, welke het meten van een tweeden, hooger gelegen diameter niet vereischen. Voor dergelijke tafels is de kans, dat zij geldigheid bezitten voor verschillende houtsoorten, geringer.

Bij een tafelonderzoek volgens principe (*c*) wordt met behulp van grafieken de stamvorm van elken opgemeten boom of de gemiddelde stamvorm van elke gevormde groep van opgemeten boomen [83] in beeld gebracht. Alvorens over te gaan tot een bespreking der daarbij toegepaste methoden, is het wel nuttig na te gaan wat men gewoonlijk onder „stamvorm" verstaat.

In vele leerboeken over houtmeetkunde wordt bij de beschrijving van den stamvorm de spil in drie gedeelten verdeeld. Zoo zegt bijv. TISCHENDORF (1927, blz. 67):

„Der unterste Teil des Schaftes, der sogenannte Wurzelanlauf, ähnelt wegen seiner Einbauchung einem Neiloidstutz. ...Der mittlere Schaftteil ist am regelmäszigsten ausgeformt; seine Gestalt schwankt zwischen kubischem Paraboloidstutz und geradseitigem Kegelstutz. Je mehr die Walzenform erreicht wird, desto vollholziger ist der Schaft, ...Die Form des obersten Schaftstückes, des Gipfels, ist sehr verschieden und bewegt sich zwischen Paraboloid und geradseitigem Kegel. Der Kubierung dieses Teiles kommt die geringste Bedeutung zu."

Bovenstaande beschrijving geldt in groote trekken voor verscheidene houtsoorten [84]; bij de opmeting tracht men zooveel mogelijk dit beeld vast te leggen door bij de benoodigde diameterbepalingen alle storende details te ontwijken [85]. Vaak zijn echter deze details voor een bepaalde houtsoort voor een deel typisch en voor een ander deel tamelijk regelmatig in hun optreden. In dit opzicht dient dus de „stamvorm" van den boschbouwer met een korreltje zout te worden opgevat.

Voor verschillende houtsoorten, waarbij een duidelijke kroonspil kan voorkomen, zijn deze storingen vaak zoo hinderlijk, dat een reconstructie van den „vorm" voor dat gedeelte zeer onzeker is. Hoewel de kroonspil bij dergelijke houtsoorten voor de timmerhoutproductie weinig beteekenis bezit, hebben sommige Skandinavische onderzoekers (bijv. JONSON voor groven den — 1911, HEDEBY voor eik — 1929) zich veel moeite gegeven om den vorm ervan vast te leggen.

In schrille tegenstelling daarmede staat het feit, dat deze onderzoekers,

evenals trouwens ook anderen [86], het stamstuk met voor de timmerhoutproductie groote waarde, namelijk het neiloïdische gedeelte, bij de vormbepaling negeerden, zoodat zij bij de opstelling der tafels genoodzaakt waren correcties voor wortelaanloop aan te brengen. Deze veel toegepaste werkwijze kan gedeeltelijk door ondervolgende omstandigheden worden verklaard:

a. In verreweg de meeste gevallen zijn naaldhoutsoorten onderzocht. Deze bezitten veelal een minder geprononceerden wortelaanloop dan de loofhoutsoorten.

b. De onderzochte boomen in Skandinavië zijn blijkens weergegeven cijfers over het algemeen tamelijk klein (de zwaarste timmerhoutsortimenten overschrijden, wat betreft hunne dikte-afmetingen, zelden die van het zwaarste sortiment onbekapt djatidunningshout — 30 cm topdiameter zonder bast). In Amerika onderzocht men voor de vormbepaling in hoofdzaak boomen uit "second growth".

De wortelaanloop is bij kleinere stammen in absolute maat van minder beteekenis en is ook meestal slechts tot geringe hoogte boven den grond merkbaar. Indien gewenscht kan men, zooals reeds eerder is medegedeeld, dezen wortelaanloop ontgaan door boven 1.30 m, zoo noodig met een „stokklem", den diameter te bepalen.

c. Het eerste vormonderzoek in Skandinavië had plaats voor fijnspar (JONSON-1911), een houtsoort met geringen wortelaanloop. Men hield de daarbij toegepaste methode aan voor andere houtsoorten en kwam daardoor in moeilijkheden.

d. Het uitschakelen van den wortelaanloop vereenvoudigt den stamvorm en maakt daardoor de kans grooter, dat deze weergegeven kan worden door een vergelijking met een gering aantal parameters (meestal twee) of — hetgeen op hetzelfde neerkomt — dat deze kan worden vastgelegd met een gering aantal vormquotiënten (één). Hierdoor kan verklaard worden, waarom bijv. zelfs BAKER (1925) en WINTERS (1932), die uitsluitend van grafieken gebruik maakten, er toe overgingen den wortelaanloop weg te teekenen.

e. Men beschouwde veelal den wortelaanloop als een verschijnsel, dat in de mate van zijn optreden tamelijk grillig was en daardoor hoogstens voor kleinere gebieden kon worden vastgelegd. Hierop wijst ook een aantal onderzoekingen, waarbij de wortelaanloop op zichzelf werd nagegaan (bijv. MAASS-1913, ARCHER-1920, EIDE-1922, BERGESTAD-1929).

Thans bestaat een strooming om met deze opvatting te breken (bijv. EIDE-1927 en 1929, TOZAWA-1929). Wanneer de practijk bij schatting met behulp van tafels niet meer dan één diameter wenscht te meten, heeft het geen zin den wortelaanloop, in tegenstelling met het overige gedeelte van

den stam, meer individueel te behandelen; bovendien blijkt het optreden ervan niet grilliger te zijn dan dat der overige vormkenmerken [87]. In een van zijn laatste publicaties heeft JONSON (1928) toegegeven, dat zijn methode tengevolge van het negeeren van den wortelaanloop gebrekkig is.

De wijze, waarop de invloed van den wortelaanloop in cijfers werd vastgelegd, geschiedde volgens verschillende methoden. Sommigen teekenden den wortelaanloop weg; de verschillen tusschen de geteekende en opgemeten diameters werden aan den wortelaanloop toegeschreven. Anderen legden het hoogere gedeelte van den stam met een formule vast en berekenden, door extrapolatie met behulp van deze formule, de diameters voor het neiloïdische gedeelte. De verschillen tusschen de berekende en werkelijke diameters waren dan het gevolg van wortelaanloop. Weer anderen stelden op willekeurige wijze een formule op, waarmede direct de wortelaanloop gecalculeerd kon worden.

Het spreekt vanzelf, dat dergelijke methoden voor een stamonderzoek ongewenscht zijn; bij vele tropische houtsoorten zou bovendien het negeeren van den wortelaanloop zulk een onderzoek practisch onmogelijk maken. Bij den djati bijv. ligt de kroonaanzet gemiddeld bij 55–60 % van de boomhoogte; de wortelaanloop strekt zich uit tot 25 à 30 % van deze hoogte, en vaak nog hooger. Schakelt men den wortelaanloop bij het vormonderzoek uit, dan zou dus slechts 25 à 35 % van de boomlengte daarvoor overblijven. Een dergelijk onderzoek heeft dan geen zin meer.

Uit de benaming „wortelaanloop" blijkt voldoende, dat er een verband is verondersteld tusschen den min of meer neiloïdischen vorm en de wijze van bevestiging van den boom in den grond. Verschillende onderzoekers hebben dit verband trachten te verklaren (bijv. METZGER-1893, 1894, 1895 en 1908, LEON-1915, JACCARD-1919, HOHENADL-1922); eenstemmigheid met betrekking tot deze kwestie is echter niet aanwezig. Schrijver dezes heeft reeds eerder medegedeeld (1930), dat hij bezwaren heeft tegen zulke verklaringen, waarbij in hoofdzaak gesteund wordt op het dogma, dat het oeconomische of spaarzaamheidsprincipe de levende natuur beheerscht.

Ten slotte dient de aandacht gevestigd te worden op het onderscheid, dat gemaakt moet worden tusschen den wortelaanloop en verschijnselen nabij den stamvoet, welke bovendien nog bij vele tropische houtsoorten optreden en in innig verband staan met de beworteling, namelijk wortellijsten, diepe gleuven, enz. Men zou dit laatste den „invloed van den wortelaanzet" kunnen noemen. Reeds vroeger is medegedeeld, dat om verschillende redenen ervan is afgezien deze verschijnselen bij het stamvormonderzoek te betrekken (moeilijke metingen, vaak geringe oeconomische waarde van het betreffende stamgedeelte).

Een beeld van den stamvorm kan men verkrijgen door elken gemeten diameter als ordinaat op den daarbij behoorenden afstand van den boomtop als abscis op de gebruikelijke wijze op millimeterpapier uit te zetten.

Bij sommige methoden — bijv. bij de vroeger veel in de Vereenigde Staten toegepaste methode van BARROWS [88] — ging men, wat betreft de vormkenmerken, niet verder. Het ligt echter voor de hand, ter bevordering der vergelijkbaarheid, de volgende transformaties toe te passen. Voor de diameters kieze men niet den centimeter, doch de grootte van een bepaalden diameter — den zoogenaamden basisdiameter — als maateenheid; men werkt dus met vormquotiënten. Verder kieze men voor den abscis als maateenheid de boomhoogte of, hetgeen nog practischer is, de afstand van den basisdiameter tot den boomtop. In het laatste geval heeft men dus, dat voor den basisdiameter het vormquotiënt en de afstand tot den boomtop beide 1.00 [89] zijn. Het verdient natuurlijk aanbeveling voor tropische houtsoorten den basisdiameter zoodanig te kiezen, dat deze steeds buiten het gebied der wortellijsten gelegen is. Naar aanleiding van mededeelingen en gegevens van Dr. F. H. ENDERT werd door schrijver dezes hiervoor de diameter op $^1/_4$ van de boomhoogte gekozen.

Op elke grafiek kan vervolgens op grond der uitgezette punten een vereffenende kromme getrokken worden, welke in het vervolg stam- of spilkromme zal worden genoemd. Meent men een vergelijking gevonden te hebben, welke deze kromme bevredigend weergeeft, dan zou de vereffening met behulp van de methode der kleinste kwadraten plaats kunnen hebben. Voor zoover mij bekend is, heeft men dit echter bij een stamvormonderzoek voor de opstelling van een tafel nooit gedaan; wanneer eenige duizenden boomen onderzocht moeten worden, zou dit een buitengewoon tijdroovende bezigheid zijn.

Aangezien de basisdiameter ten gevolge van onregelmatigheden abnormaal groot of klein kan zijn, verdient het aanbeveling bij de vereffening gebruik te maken van absolute diameters en pas daarna op vormquotiënten over te gaan. Wanneer bijv. de basisdiameter zich op een, door een of andere oorzaak abnormaal verdikt gedeelte van den stam bevindt en men wenscht direct op vormquotiënten over te gaan, dan worden de overige gemeten diameters bij de berekening dezer vormquotiënten alle door een te groote waarde (van den basisdiameter) gedeeld. Bij de vereffening van deze vormquotiënten verkrijgt men op deze wijze een min of meer verwrongen beeld van de stamkromme. Dit laatste kan worden voorkomen door de gemeten diameters te vereffenen, waarbij dan tevens de basisdiameter wordt gecorrigeerd, en pas daarna op vormquotiënten over te gaan.

Reeds eerder werd medegedeeld, dat bij de verdere verwerking der ge-

gevens een bepaald vormquotiënt — meestal dat voor den diameter op halve boomhoogte [90] — een hoofdrol vervult en daarom met den naam vormklasse wordt aangeduid. Deze vormklasse vertegenwoordigt bij de geheel grafische methoden de stamkromme of, in cijfers, een reeks van afgelezen, equidistante vormquotiënten. Heeft men voor de stamkromme een vergelijking, dan vervangt de vormklasse — welke meer tot den mensch spreekt — de parameters van de vergelijking; in het volgende hoofdstuk van deze verhandeling zal dit bij de bespreking der gebezigde vergelijking voldoende verduidelijkt worden. In hoeverre het juist is, dat door één vormquotiënt of twee diameters de stamkromme voldoende is vastgelegd, zal verder blijken.

Hoewel de echte vormquotiënten voor het stamvormonderzoek de aangewezen kenmerken zijn, bestaan er helaas zeer weinig tafels, welke daarop steunen [91]. Ten einde de ondeugdelijkheid der onechte en absolute vormquotiënten aan te toonen, werd door schrijver dezes (1930) met een voorbeeld voor den djati verduidelijkt, in welke mate bij eenzelfden stamvorm genoemde vormquotiënten kunnen varieeren, wanneer de boomhoogte gewijzigd wordt. Terwijl de echte vormklasse [92] 0.589 was, veranderden de onechte en absolute vormklassen op de volgende wijze:

Boomhoogte m	Vormklasse	
	Onecht	Absoluut
5	0.791	0.681
10	0.668	0.624
15	0.626	0.599
20	0.604	0.584
25	0.591	0.576
30	0.582	0.569
35	0.576	0.565
40	0.572	0.563
45	0.568	0.560

Om het voorbeeld zoo demonstratief mogelijk te maken, werd een voor den djati extreme stamvorm gekozen [93]. Voor gemiddelde stamvormen in gesloten opstanden zal de variatie geringer zijn. De weergegeven cijfers toonen echter voldoende aan, dat de variatie voor de absolute vormklasse geringer is dan die voor de onechte. De ervaringen, met absolute vormquotiënten opgedaan, zullen dus voor het stamvormonderzoek meer waarde bezitten dan die met onechte.

De tafelconstructies, welke op den stamvorm gebaseerd zijn, kan men in twee groepen verdeelen, namelijk:

a. die, waarbij de stamkromme uitsluitend grafisch wordt vastgelegd, en
b. die, waarbij deze kromme wordt weergegeven door een vergelijking.

De methoden onder (*a*) lijden alle aan het euvel, dat de verwerking der gegevens op zoo'n onoverzichtelijke wijze moet plaats hebben. De methode van TOZAWA (1929), die met echte vormquotiënten werkte en den wortelaanloop niet afzonderlijk behandelde, is daarvan nog de beste. Het gemis van een vergelijking voor de stamkromme bemerkt men bijv. bij den overgang van de opstellingskenmerken tot de kenmerken, welke bij de inrichting van de tafel zijn gebezigd; het verband tusschen den diameter op $^1/_{10}$ der boomhoogte — de basisdiameter van TOZAWA — en den diameter op circa 1.20 m hoogte moest als gevolg daarvan afzonderlijk onderzocht worden.

Van de methoden onder (*b*) zijn mij drie bekend, namelijk die van SCHIFFEL, JONSON en BEHRE [94]. Slechts de laatste twee hebben verschillende malen navolging gevonden. Alvorens tot bespreking ervan over te gaan, zal zeer in het kort op onderzoekingen gewezen worden, welke mogelijkerwijze in de toekomst voor tafelconstructies toepassing zullen vinden, of welke op stamvormonderzoekingen gelijken zonder dat in werkelijkheid te zijn.

Tot laatstgenoemde categorie behooren alle onderzoekingen, waarbij wel van een stamvormvergelijking wordt gebruik gemaakt, doch waarbij het hoofddoel is een eenvoudige kubeeringsmethode op te sporen. In de meeste leerboeken over houtmeetkunde worden daaraan uitvoerige beschouwingen gewijd en wordt een historisch overzicht ervan gegeven. Publicaties over dit onderwerp zijn verschenen van SCHIFFEL (1902), PETRINI (1926, 1927–1928), LÖNNROTH (1927), TOZAWA (1929), enz.

Van de gebezigde vergelijkingen is het meestal bekend, dat zij ondeugdelijk zijn voor een eenigermate juiste weergave van de geheele stamkromme. Bekend is in dit opzicht de vergelijking:

$$y^2 = p\,x^r \quad (\text{of } y = q\,x^s).$$

(x = afstand van den boomtop, y = diameter) [95]. Het doel van TOZAWA bijv. was, om voor een boom zoodanige parameterwaarden te berekenen, dat bij rotatie om de x-as van de door de vergelijking voorgestelde kromme het zoo verkregen lichaam („spilinhoudslichaam" genoemd) denzelfden inhoud bezit als de boomspil.

Verder zijn door een groot aantal onderzoekers [96] vergelijkingen voorgesteld, welke mogelijkerwijze voor het vastleggen van stamkrommen gebezigd zouden kunnen worden. In sommige gevallen werd met enkele voorbeelden aangetoond, dat zoo'n vergelijking een stamkromme bevredigend weergaf.

Het spreekt vanzelf, dat een vergelijking pas dan vertrouwen verdient, wanneer aannemelijk is gemaakt, dat voor een aantal uiteenloopende stam-

vormen, welke een houtsoort kan bezitten, aanpassing mogelijk is; de vergelijking moet als het ware voldoende flexibel zijn. Het geven van enkele voorbeelden is daartoe geheel ontoereikend.

De meeste dezer vergelijkingen bezitten twee parameters, terwijl met wortelaanloop geen rekening wordt gehouden. Reeds hieruit is men geneigd de conclusie te trekken, dat één vormquotiënt voor de vastlegging van den stamvorm onvoldoende is.

Een kleine groep van onderzoekers, waartoe onder anderen SIVÉN, HOHENADL en WIMMENAUER behooren, hebben daarom van een grooter aantal vormquotiënten gebruik gemaakt. SIVÉN (1911) bezigt boven weergegeven vergelijking, doch laat de constante *r* voor elke spil met de hoogte varieeren; *r* is dus feitelijk een functie van *x*. Aangezien deze functie verder niet wordt opgespoord, is de voorgestelde methode tamelijk gebrekkig.

HOHENADL bezigt talrijke vergelijkingen; in de gevallen, waarbij het doel een zoo juist mogelijke weergave van de geheele spil is, wordt bij de afleiding onder andere gebruik gemaakt van de reeks van FOURIER (1922, 1923). Het aantal noodzakelijk geachte parameters (5!) is echter voor een practisch stamvormonderzoek veel te groot. Hetzelfde gebrek hebben ook de vergelijkingen, door WIMMENAUER (1898, 1918) toegepast.

Ten slotte dienen verschillende theorieën aangestipt te worden, waarbij een verband wordt aangegeven tusschen den stamvorm en een factor van physiologischen of anderen aard, welke bij de ontwikkeling van den boom een rol speelt. Zoo heeft men:

a. een assimilatietheorie van PRESZLER (1864),

b. een transpiratietheorie van JACCARD (1913, 1919),

c. een theorie van METZGER (1893, 1894, 1895, 1908) over den weerstand van den stam tegen doorbuiging tengevolge van den druk, welken de wind op de kroon oefent (in navolging van SCHWENDENER-1874),

d. een theorie van HOHENADL (1922, 1923, 1924) over den weerstand voor elk stamvlak tegen den druk, welken het zich erboven bevindende hout ten gevolge van het eigen gewicht daarop oefent.

Uit bovenstaande opsomming volgt reeds, dat van eenstemmigheid in dit opzicht geen sprake is. Men mag wel aannemen, dat alle genoemde factoren — en ook nog tal van andere — bij den opbouw van de spil een zekere rol spelen; met BÜSGEN (1917) en TIRÉN (1926, 1927–1928) [97] meent ook schrijver dezes het te moeten betwijfelen, of een bepaalde factor daarbij van zoo'n overheerschenden invloed is, dat die der overige geheel verwaarloosd kan worden.

Doch ook wanneer men voorgaande opmerking eens geheel buiten beschouwing laat, is de gekozen weg, om tot een vergelijking voor den stamvorm te komen, buitengewoon onpractisch. In plaats van uitsluitend

tabellen zijn daardoor, zooals EIDE (1927, 1929) terecht opmerkt, voor taxaties minder juist [101].

d. Bij de vergelijking van de resultaten van zijn onderzoekingen kwam SCHIFFEL tot de conclusie, dat voor een bepaalde hoogte en vormklasse de gemiddelde vormquotiënten voor $^1/_4$ en $^3/_4$ der boomhoogte voor de verschillende houtsoorten ongelijk zijn. Dit wijst er mijns inziens op, dat de vergelijking voor den stamvorm meer dan twee parameters moet bezitten.

Van de methoden van meer recenten tijd hebben die van JONSON en BEHRE bekendheid verworven en verscheidene malen navolging gevonden. Beide genoemde onderzoekers werken met absolute vormquotiënten; de gebezigde vergelijkingen voor den stamvorm houden geen rekening met wortelaanloop. De vergelijking, waarvan JONSON gebruik maakte, werd door HÖJER opgesteld en luidt:

$$\frac{d}{D} (= y) = C \log \left(\frac{c+l}{c} \right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(I)}$$

(C en c zijn constanten, D = diameter op 1.30 m hoogte, d = een willekeurige diameter, l = de procentische afstand van d van den top [102], y = absoluut vormquotiënt).

Voor fijnspar (1910) bleek deze vergelijking bevredigend te voldoen; bij groven den deden zich echter reeds verschillende moeilijkheden voor. Voor laatstgenoemde houtsoort bezit namelijk de spil zonder bast een andere vormklasse dan die met bast, hetgeen de samenstelling van de tafel omslachtiger maakt (zie vroeger). Hinderlijker was het echter, dat, hoewel van te voren het onderzoekmateriaal op tamelijk willekeurige wijze geselecteerd werd [103], voor de overblijvende boomen de vergelijking voor het bovengedeelte van de spil minder goed voldeed [104]. Getracht werd daarin verbetering te brengen door invoering van een correctieconstante, door JONSON „biologische constante" genoemd. Met deze constante ziet de vergelijking er als volgt uit:

$$\frac{d}{D} (= y) = C \log \left(\frac{c+l-b}{c} \right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(II)}$$

Feitelijk varieert de grootte van deze constante, evenals die der overige, van boom tot boom, zoodat men ook hier tot de conclusie moet komen, dat minstens drie parameters in de vergelijking noodig zijn. Ten einde het onderzoek te vereenvoudigen, werd voor deze „biologische constante" een gemiddeld cijfer aangenomen, dat voor alle boomen van de houtsoort gold. Bij groven den werd $b = 2.5$ gekozen; bij eik, welke door HEDEBY (1929) [105] volgens dezelfde methode werd onderzocht, moest zelfs $b = 8.0$ gesteld worden. De eigenaardige consequentie, waartoe de invoering van de „biologische constante' leidt, volgt direct uit vergelijking (II). De boomtop

volgens de stamkromme, geconstrueerd uit de vergelijking ligt bij groven den $2^1/_2$ %, bij eik 8 % van de hoogte onder den werkelijken boomtop. HEDEBY ging er daarom toe over uit den werkelijken top een raaklijn aan de stamkromme volgens de vergelijking te trekken; raaklijn plus de daaraan aansluitende kromme werden beschouwd als stamkromme.

BEHRE (1923, 1924, 1927) maakte gebruik van een in het werk van LIPKA (1918) aanbevolen vergelijking. Deze luidt:

$$\frac{d}{D}(= y) = \frac{x}{a+bx} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(III)}$$

(D = diameter op 1.30 m hoogte, d = willekeurige diameter, x = relatieve afstand van d van den top). Uit (III) volgt, dat steeds $a + b = 1$.

Ook hier werd met absolute vormquotiënten gewerkt, terwijl de vergelijking geen rekening kan houden met den wortelaanloop. De vergelijking van BEHRE is handiger in het gebruik dan die van JONSON; men kan (III) namelijk schrijven:

$$\frac{x}{y}(= z) = a + bx.$$

Zet men dus de z-waarden voor een spil uit bij de erbij behoorende x-waarden, dan moeten de punten, wanneer de vergelijking den stamvorm juist weergeeft, op een rechte liggen, welke het punt ($z = 1$, $x = 1$) bevat. Helaas gaat deze proef, zooals schrijver dezes reeds eerder heeft medegedeeld (1930), bij vele tropische houtsoorten niet of in zeer onbevredigende mate op, onder andere omdat de wortelaanloop zoo'n storende factor is.

BEHRE (1927) zegt over het aanpassingsvermogen van zijn vergelijking het volgende (blz. 739–740):

"The equation $y = \frac{x}{a + bx}$ was found to fit the following species fairly closely: Norway spruce, Scotch pine, European larch, Siberean larch, western white pine, Douglas fir, Norway pine, northern white pine, white, red and black spruce, balsam fir, longleaf pine, shortleaf pine, loblolly pine, and gray birch. For several of these species the values given by the formula are still somewhat higher than those attained by trees of the larger form classes in the upper portions of their stems [106], but the new formula comes very much closer to approximating the general average form than that devised by HÖJER and has the further advantage of being very much easier to work with. Eastern hemlock was the only species differing widely from the formula."

Het laatste wordt bevestigd door de onderzoekingen van HAWLEY en MERRILL (1924); ook verscheidene Amerikaansche hardhoutsoorten kunnen niet volgens de methode van BEHRE behandeld worden (HAWLEY en WHEATON-1926, WINTERS-1932).

Wanneer men er rekening mede houdt, dat bij het aanpassingsonderzoek de wortelaanloop steeds van tevoren „weggeteekend" is, moeten naar mijn meening nog verschillende houtsoorten, welke BEHRE voor zijn onderzoek-

methode geschikt acht (zooals "balsam fir" en "gray birch"), uitgeschakeld worden [107].

Het is verder minder gewenscht, dat, zooals BEHRE en ook anderen gedaan hebben, de aanpassing voor gemiddelde cijfers van groepen van boomen (meestal geordend naar vormklasse) bestudeerd wordt. Beter is het boomen afzonderlijk te onderzoeken.

Verschillende publicaties [108], waarin methoden worden aangegeven om voor een bepaalde vormklasse op gemakkelijke wijze de parameters in de vergelijking van HÖJER te berekenen, waarin uit de vergelijking van HÖJER kubeeringsformules worden afgeleid, enz. zullen hier, aangezien zij voor het doel van de bespreking van minder belang zijn, voorbij worden gedaan.

In het begin van deze publicatie werden de kennierken verdeeld in opstellingskenmerken en kenmerken, welke voor de inrichting der tafel dienden (weer onderverdeeld in metings- en schattingskenmerken). Het verschil tusschen beide groepen van kenmerken komt duidelijk te voorschijn, wanneer de methode van JONSON of BEHRE gevolgd wordt.

Bij het opstellingsonderzoek houdt men zich bezig met het vaststellen van een vergelijking voor den stamvorm. Is zoo'n vergelijking gevonden, dan heeft men een verband tusschen een bepaald vormquotiënt, vormklasse genoemd, en de parameters van de vergelijking. De bepaling van vormgetallen voor de spil of voor willekeurige stamstukken en van vormquotiënten voor willekeurige hoogten is thans automatisch rekenwerk geworden.

Voor de inrichting der tafel is het noodig om de boomhoogte en den diameter op borsthoogte [109] in te voeren en met behulp daarmede volumina en diameters op verschillende hoogten te berekenen. Geldt de vergelijking voor de spil zonder bast en wortelaanloop, dan moeten vormgetallen en vormklassen vooraf gecorrigeerd worden.

De zoo verkregen tafel heeft echter een voor de practijk onaangename bijzonderheid, namelijk dat de diameter op halve boomhoogte gemeten moet worden. Ten einde deze moeilijkheid te kunnen ontgaan, hebben verschillende onderzoekers zich bezig gehouden met de vraag, of het mogelijk is de vormklasse te vervangen door een ander kenmerk, zonder dat daardoor de nauwkeurigheid van de schatting per boom belangrijk wordt verminderd.

Uit de opmerkingen, bij de bespreking van de methode van SCHIFFEL gemaakt, kan reeds vermoed worden, dat de talrijke onderzoekingen, welke op dit gebied verricht zijn en waarvan hieronder in het kort enkele resultaten zullen worden weergegeven, zeer weinig succes hebben gehad.

JONSON (1910, 1911, 1912, 1918) stelde vast, dat boomen van dezelfde vormklasse, onafhankelijk van boomhoogte, leeftijd en diameter op borsthoogte, denzelfden stamvorm bezitten. Deze conclusie kàn natuurlijk, wat betreft den diameter en de boomhoogte, voor zijn geval niet geheel juist zijn [110]. Ook de relatieve kroonlengte bleek geen betrouwbare wijzer voor den vorm te zijn [111].

Ten einde tot een oplossing te geraken, kwam JONSON er ten slotte toe (1912) om, aannemend, dat de windtheorie van METZGER juist is, deze theorie met zijn stamvormvergelijking te verbinden en den kroonvorm en -habitus in beschouwing te nemen.

De druk, welken de wind op de kroon oefent, zou men kunnen vervangen door een kracht, welke op een bepaalde plaats (drukpunt) op de spil werkt. Volgens de theorie van METZGER voldoet de spil onder den kroonaanzet en boven den wortelaanloop aan de vergelijking:

$$y^3 = px \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(IV)}$$

(y = diameter, x = afstand van y van het drukpunt, p = constante).

Ofschoon de kromme volgens vergelijking (IV) slechts voor een gedeelte van den stam onder den kroonaanzet geldt, zou men haar naar boven toe, dus in de kroon, kunnen voortzetten. Zij snijdt daar in een zeker punt, nog in de kroon gelegen, de spilas (dus de x-as). Volgens de theorie van METZGER valt genoemd punt samen met het drukpunt.

Heeft men van een boom op een of andere wijze het drukpunt en ook een diameter, gelegen in het gedeelte van den stam, waarvoor de theorie van METZGER geldt, bepaald, dan bezit men voldoende gegevens om den parameter p van vergelijking (IV) te berekenen, zoodat de kromme voor den onderzochten boom is vastgelegd. Aangezien de door JONSON gebezigde houtsoort (fijnspar) slechts een geringen wortelaanloop had, kon voor het vastleggen van genoemde kromme de diameter op borsthoogte gekozen worden.

Men kan zich thans tot taak stellen een kromme volgens de vergelijking van HÖJER (I) zóódanig te construeeren, dat zij twee punten met die volgens de vergelijking van METZGER (IV) gemeen heeft. JONSON koos voor deze twee punten de vormquotiënten voor den diameter op borsthoogte (steeds 1.00) en voor dien op 20 % van de boomhoogte (zonder 1.30 m). Voor de constructie van de kromme volgens vergelijking (I) zijn dus gegeven: twee bepaalde vormquotiënten en verder de plaats, waar de kromme de x-as snijdt, in dit geval de boomtop. Ook de waarden voor C en c in (I) evenals de daarbij behoorende vormklasse kunnen dan berekend worden.

Op bovenbeschreven wijze wordt dus telkens aan een kromme volgens (IV) een kromme volgens (I) toegevoegd, en omgekeerd. Het snijpunt van

de kromme (IV) met de x-as noemt JONSON, in afwijking met de benaming van METZGER, vormpunt en de hoogte van dit punt boven den grond, uitgedrukt in percenten van de boomhoogte, vormpuntshoogte.

De beteekenis van den naam „vormpuntshoogte" is door het voorgaande verklaard. Heeft namelijk een taxator, behalve den diameter op borsthoogte en de boomhoogte, ook de vormpuntshoogte bepaald, dan zijn, volgens den door JONSON gekozen weg, de vormklasse en de parameterwaarden in de vergelijking van HÖJER bekend en daarmede alle volumekenmerken voor de spil gegeven, welke verlangd worden.

Uit boven weergegeven gedachtengang blijkt voldoende, dat JONSON de drukpunts- en vormpuntshoogte aan elkaar gelijk stelt. Ook wanneer men aanneemt, dat de theorie van METZGER juist is, zullen genoemde hoogten echter in het algemeen van elkaar verschillen [112]. De wijze namelijk, waarop door de keuze van twee vormquotiënten vergelijking (IV) wordt toegevoegd aan die van HÖJER, is geheel willekeurig. Men kan op een oneindig aantal manieren twee gemeenschappelijke vormquotiënten uitkiezen; elk stel zou een andere vormpuntshoogte gegeven hebben. Waarom juist de door JONSON gedane keuze tot het juiste resultaat zou moeten voeren, wordt niet aannemelijk gemaakt.

De berekende vormpuntshoogten, welke met de serie vormklassen correspondeeren, vertoonen een eigenaardig verloop; voor vormklasse 0.80 is de daarbij behoorende vormpuntshoogte 107 %, dat wil zeggen het drukpunt zou 7 % van de boomhoogte boven den boomtop moeten liggen! Dit bewijst wel voldoende, dat aan de methode het een en ander hapert [113].

In de practijk vergenoegde men zich ermede de plaats van het zwaartepunt van de kroon te schatten [114], waarmede dus een derde punt, in het algemeen afwijkend van de twee vorige, werd geïntroduceerd [115]. Verder achten JONSON en ook andere Skandinavische onderzoekers het noodig rekening te houden met de volgende omstandigheden, welke voor een deel door HAMPEL (1929) zijn aangegeven.

a. Ten gevolge van den winddruk buigen de kroontakken, waardoor het aan den wind blootgesteld kroonoppervlak kleiner wordt. De grootte en wijze van deze verandering zal individueel zeer uiteenloopen; zij is afhankelijk van de houtsoort, de eigenschappen van het kroonhout, het voorkomen van dikke of dunne takken, de windsterkte, enz. [116].

b. In een opstand is niet de geheele kroon in dezelfde mate aan den wind blootgesteld. Het drukpunt ligt in dit geval hooger dan bij een overeenkomstigen, vrijstaanden boom. Ook deze verhooging zal individueel zeer uiteenloopen [117].

c. Rekening moet gehouden worden met den stand der takken. Bij een scheeven stand, zooals bijv. bij den trilpopulier (JONSON-1912, EKLUND en

WENNMARK-1925) voorkomt, moet het geschatte drukpunt verlaagd worden. Door PETTERSON (1925) wordt echter deze invloed ontkend.

d. Bij loofverliezende houtsoorten bestaat een neiging om voor de bebladerde kroon de drukpuntshoogte anders te schatten dan voor de onbebladerde kroon [118].

e. Vooral in jeugdige, gesloten opstanden komt het voor, dat tengevolge van snelle takafstooting de boom als het ware niet in staat is zich, wat betreft de vormklasse, tijdig aan te passen aan de veranderde kroonafmetingen [118].

Bovenstaande opsomming zal voldoende duidelijk gemaakt hebben, dat de bepaling van de vormpuntshoogte bij taxaties practisch neerkomt op raden. Wanneer de taxator een persoon is, die op de hoogte is van de voornaamste houtmeetkundige vraagstukken en die schattingsroutine bezit, zal hij voor geheele opstanden — ondanks de toepassing van de methode van JONSON — toch bevredigende resultaten verkrijgen, omdat onbewust zorg zal worden gedragen, dat gemiddeld de vormpuntshoogten in overeenstemming zijn met de vormklassen, welke zulke opstanden ongeveer bezitten. De bepaling van de vormpuntshoogte is dan feitelijk nuttelooze ballast. Voor personen echter, die bovengenoemde bekwaamheden in onvoldoende mate bezitten — en hiermede moet men vaak in Indië werken —, moet een dergelijke methode ten sterkste ontraden worden, in het bijzonder bij loofhoutsoorten zooals djati, welke dikwijls een onregelmatig gevormde kroon bezitten. Het is daarom niet vreemd, dat HEDEBY (1929), die bij het onderzoek voor eik de methode van JONSON toepast, ook van de kroonlengte gebruik maakt, niettegenstaande het feit, dat dit kenmerk in het algemeen een slechte wijzer voor den stamvorm is [119].

Verschillende proeven [120], welke genomen zijn ten einde na te gaan, of het mogelijk is door schatting van de vormpuntshoogte de vormklasse van een bepaalden boom met bevredigende nauwkeurigheid vast te stellen, hebben het voorgaande volkomen bevestigd. Enkele resultaten ervan mogen hieronder vermeld worden.

a. Wanneer door verschillende personen, onafhankelijk van elkaar, de vormpuntshoogte van eenzelfden boom wordt geschat, kunnen de daarvoor gevonden grootten zeer uiteenloopen (tot circa 10% toe).

b. Wanneer de vormpuntshoogten van de boomen in een opstand door verschillende personen, onafhankelijk van elkaar, worden geschat, loopen de gemiddelde, geschatte vormpuntshoogten van den opstand weinig uiteen [121].

c. Vergelijkt men de vormklassen, afgeleid uit de geschatte vormpuntshoogten met behulp van de tabel van JONSON, met de gemeten vormklassen

[122], dan blijken over het algemeen boomen met hooge vormklassen te laag en met lage vormklassen te hoog geschat te worden [123]. Voor de gemiddelde waarden van beide series van vormklassen is de overeenstemming beter; er treden echter regelmatige afwijkingen op, welke aan de eigenaardigheid van de onderzochte houtsoort, aan den opstandsvorm, enz. moeten worden toegeschreven.

d. Bij de schatting van het spilvolume van een boom met behulp van de vormpuntshoogte-methode kan een maximale fout van $\pm$ 30 % gemaakt worden [124].

Door bovenstaande resultaten werd dus den hoogen verwachtingen, welke velen [125] in den aanvang van de vormpuntsmethode koesterden, de bodem ingeslagen.

In een opstel, waarin JONSON (1928) de ervaringen, gedurende langen tijd met zijn methode opgedaan, weergeeft, komt hij dan ook tot de volgende gevolgtrekking (blz. 449):

„Deze arenlezing over het actueele, doch onopgeloste vraagstuk bewijst duidelijk het bestaan van een dusdanig ingewikkelde reeks van vormbepalende factoren, dat alle hoop op de mogelijkheid, om voor practische doeleinden den vorm van den enkelen boom vast te stellen door bepaling van het vormpunt of door andere, biologische methoden, van tevoren moet worden opgegeven" [126].

Een op een vormonderzoek gebaseerde tafel, welke, afgezien van andere kenmerken, slechts de bepaling van één diameter eischt, geeft dus geen betere uitkomsten dan een tafel, opgesteld volgens het vormgetal- of volumeprincipe. Zij is echter practischer dan laatstgenoemde tafels, omdat meer gegevens, waarop het boschbedrijf prijs stelt, verstrekt kunnen worden.

In dit stadium gekomen, werd nagegaan of het mogelijk zou zijn met behulp van een of ander opstandskenmerk de gemiddelde vormklasse van een opstand te schatten. Verschillende onderzoekers [127] hebben namelijk hunne algemeene tafels zoodanig ingericht, dat deze bestaan uit afzonderlijke tafels voor verschillende vormklassen (bijv. tafels voor de vormklassen 0.65, 0.70, enz.). Wanneer dus een taxator door bepaling van de grootte van een zeker opstandskenmerk de gemiddelde vormklasse kan schatten, weet hij, welke tafel gebezigd moet worden.

Het bleek, dat de gemiddelde vormklasse practisch niet of slechts in zeer geringe mate afhankelijk was van den leeftijd, den gemiddelden diameter of de gemiddelde hoogte. In de gevallen, dat de gemiddelde vormklasse een weinig met de toe- of afname van genoemde kenmerken veranderde, kan dit gedrag meestal worden toegeschreven aan het gebruik van absolute vormquotiënten, met andere woorden: de gemiddelde, echte

stamvorm is waarschijnlijk zoo goed als ongewijzigd gebleven.

JONSON (1918) meende aanvankelijk een betrouwbaren wijzer gevonden te hebben in den sluitingsgraad van den opstand: het volgende staatje werd opgesteld (blz. 9):

	Sluitingsgraad:	Vormklasse:
„Gles och dålig"	— IJl en slecht	0.575 à 0.625
„Medelgod"	— Tamelijk goed, waarschijnlijk licht of tamelijk licht	0.650
„God"	— Goed, dus vermoedelijk gesloten of licht gesloten	0.675
„Öfversluten, gran"	— Gedrongen, fijnspar	0.675 à 0.700
„Öfversluten, tall"	— Gedrongen, grove den	0.700 à 0.750

Schrijver dezes vond geen gegevens, waaruit blijkt, op welke gronden JONSON tot bovenstaand staatje is gekomen. Aangezien bij „gedrongen" verschillende vormklassen voor fijnspar en groven den vermeld zijn, moet men opmaken, dat niet alleen de sluitingsgraad, doch ook de eigenaardigheid van de houtsoort daarbij een rol speelt. Dit laatste wordt door anderen bevestigd; bijv. MEYER (1929) geeft voor het normale type opstand (in dit geval "second growth") voor "red spruce" de vormklasse 0.75, voor "balsam fir" en "white spruce" de vormklasse 0.70.

Verder blijkt uit verschillende onderzoekingen, dat de sluitingsgraad op zichzelf zeker niet het kenmerk is, hetwelk de gemiddelde vormklasse bepaalt. Men zou bijv. verwachten, dat na een lichting in een gesloten opstand de gemiddelde vormklasse kleiner wordt. Onderzoekingen van NYBLOM (1927) voor groven den in Zweden en van MEYER (1931) voor "Western yellow pine" in Noord Amerika hebben bewezen, dat de gemiddelde vormklasse geruimen tijd na een lichting ongewijzigd is gebleven [128].

Later heeft JONSON (1928, blz. 441) aan het begrip „sluitingsgraad" als vormbepalende factor een veel ruimere beteekenis gehecht. Hij spreekt daar van „sluitingsvormen" en deelde de boomen in enkele typen in. Op deze wijze meende hij voor fijnspar een bruikbaren maatstaf gevonden te hebben; voor groven den echter gelukte het niet een dergelijke indeeling te geven [129].

Op bovenstaande wijze is men feitelijk weer teruggekeerd tot het vraagstuk van de afzondering van groeigebieden. De „sluitingsvorm" en het „boomtype", zooals JONSON het bedoelt, worden bepaald door bedrijfsvorm [130], klimaatsomstandigheden, klimaatsrassen, enz. Dat ten gevolge van de geographische ligging van Zweden een dergelijke indeeling voor sommige houtsoorten noodzakelijk kan zijn, is zeer wel mogelijk.

Komen echter zulke extreme verschillen in het onderzochte gebied niet

voor, dan is het practisch onnoodig bij de opstelling van een tafel voor een bepaalde houtsoort van meer dan één vormklasse gebruik te maken. Verschillende nieuwere onderzoekingen bewijzen dit voldoende (HAWLEY en MERRILL-1924, ENANDER en GRANTINGER-1927, MEYER-1929, enz.).

Men kan ook den zeer geringen samenhang tusschen de vormklasse en enkele schattingskenmerken, wanneer dit zonder veel omslag kan geschieden, in de tafel verwerken [131]. Dit is bij de samenstelling van de djatitafel gedaan door de vormklasse op de verhouding tusschen diameter op halve boomhoogte en de boomhoogte (dus een soort dimensiequotiënt) te vereffenen. Ook hierbij bleek de variatie voor de gemiddelde vormklasse zoo gering te zijn, dat zonder bezwaar één vormklasse gekozen had kunnen worden.

Wenscht men van een bepaalden, staanden boom den stamvorm, het volume, enz. met grootere nauwkeurigheid te kennen dan met behulp van een tafel volgens het stamvormprincipe van het gebruikelijke type mogelijk is, en aan den anderen kant niet met behulp van ladders, klimijzers, dendrometers, enz. tot een voor de spil volledige opmeting over te gaan, dan blijven er slechts methoden over, welke tusschen beide genoemde uitersten ongeveer het midden houden. Het aantal diameterbepalingen moet worden vergroot, terwijl het niet gemeten gedeelte van de spil met behulp van een stamvormvergelijking of van andere betrekkingen geschat dient te worden.

In Groot Brittannië schat men bijv. den stamvorm en het spilvolume der modelboomen van den blijvenden opstand in een proefperk met behulp van de vergelijking van BEHRE; diameters tot circa halve boomhoogte worden met behulp van ladders gemeten (MACDONALD-1931).

PETTERSON (1925, 1926) ontwikkelt een dergelijke methode, waarbij gebruik wordt gemaakt van twee, eenigszins gewijzigde vergelijkingen van HÖJER; één vergelijking geldt voor de kroonspil, de andere voor het takvrije stamstuk. HEYBEL (1928) bezigt daarbij zelfs drie vergelijkingen (één voor de kroonspil, één voor het stamstuk met wortelaanloop en één voor het middengedeelte). JONSON (1928) verbetert een methode, welke door hem reeds eerder was aangegeven (1918), doch in zijn oude gedaante (bepaling onder andere van de diameters op 1.30 en 6.00 m hoogte) onbevredigende resultaten gaf.

Het is hier echter onnoodig over deze methoden verder uit te weiden, omdat zij buiten het onderwerp van bespreking vallen.

§ 6. Verschenen djatitafels.

Hieronder moge een overzicht verstrekt worden van verschenen djatitafels, voor zoover ze schrijver dezes bekend zijn.

In Nederlandsch Indië zijn gepubliceerd:

a. De tafel van KOLLEWIJN (1903).

Een locale tafel voor boomen uit natuurbosschen; volumina van te verkrijgen kantrecht beslagen timmerhoutwerken worden gegeven. Bepaald moeten worden de omtrek op 1.50 m hoogte (met schors) en de „boniteit", waartoe de boom behoort (drie boniteiten onderscheiden). Deze „boniteit" moet geschat worden op grond van hoogte, stam- en houtgebreken.

Volgens mededeelingen van TEN OEVER (1926) en BECK (1927) is de tafel slechts korten tijd (1903–1905) bij taxaties voor de opstelling van bedrijfsplannen voor houtvesterijen gebezigd. Langen tijd is echter van de tafel gebruik gemaakt bij de schatting van perceelen ten behoeve van houtaankap-maatschappijen.

b. BEEKMAN (1920) publiceerde een locale tafel voor plantsoenboomen uit opstanden van boniteit IV. Het doel was echter niet zoozeer de opstelling van een tafel, als wel om te beschikken over gegevens voor rentabiliteitsberekeningen.

Bij den diameter op borsthoogte en den leeftijd worden de gemiddelde boomhoogte en het dikhoutvolume vermeld.

c. Een locale tafel van STOUTJESDIJK (1927) voor djati-natuurbosschen, welke de verouderde tafel van KOLLEWIJN moest vervangen. De verstrekte volumina hebben betrekking op te verwachten hoeveelheden timmerhout, welke bij een opwerking verkregen worden, die gericht is op het aanmaken van een zoo groot mogelijke hoeveelheid genummerd rondhout van normale kwaliteit [132].

De boomen werden op grond van vorm- en houtgebreken in drie stamklassen ingedeeld. Twee soorten van tafels zijn opgesteld. De metingskenmerken van de eene zijn de omtrek op borsthoogte met en zonder bast en de boomhoogte, van de andere genoemde omtrekken en de zoogenaamde werkhoutlengte (ongeveer overeenkomend met de lengte van het timmerhoutstamstuk). Verder worden brandhouthoeveelheden in stapelmeters per m^3 timmerhout bij opstandshoogte en procentische verdeelingen voor de hoofdgroepen van sortimenten per boom verstrekt.

Aangezien de gevolgde methoden van opwerking sedert 1927 in verschillende opzichten gewijzigd zijn, heeft de tafel in de practijk betrekkelijk weinig toepassing gevonden.

d. Door DIJKMANS (1931) zijn gedeeltelijk vereffende, locale tafels voor djati-natuurbosschen opgesteld voor verschillende afdeelingen van de houtvesterij Tjepoe. Als metingskenmerken zijn de opstandsboniteit en de omtrek op borsthoogte gebezigd, terwijl dikhoutvolumina gegeven worden [133].

De methode om met behulp van gegevens van bedrijfsplannen en van

bedrijfsstatistieken van het beheer locale tafels op te stellen, verdient, in het bijzonder voor de natuurbosschen, alle aanbeveling.

In Engelsch Indië en Burma zijn verschenen:

a. Een tafel min of meer volgens het algemeene type van BOURNE (1922) voor plantsoenboomen te Nilambur (Zuid Malabar, Britsch Indië), met een indeeling volgens omtrek op borsthoogte, hoogte en leeftijd. Gegeven worden het volume van het takvrije stamstuk en dat van de kroon [134].

b. Ruwe locale tafels voor natuurbosschen in Burma (1923 en 1926). Bij omtrek op borsthoogte wordt de inhoud van het bastvrije timmerhoutstamstuk vermeld.

c. Locale tafels van MAITLAND (1925) met inhouden van het bastvrije timmerhoutstamstuk bij omtrek op borsthoogte en boomhoogte of opstandsboniteit (waarschijnlijk voor natuurbosschen).

d. Een algemeene tafel van SHIRLEY (1928) voor plantsoenboomen in Burma, met een indeeling volgens diameter of omtrek op borsthoogte en boomhoogte. In navolging van BOURNE had ook een groepeering volgens leeftijdsklassen plaats; deze groepeering kon echter vervallen, omdat de leeftijd geen waarneembaren invloed op het volume had. De volumegegevens hebben betrekking op "timber wood" (volgens de reeds weergegeven Britsch-Indische definitie); behalve het juiste volume wordt ook dat volgens de "quarter girth"-methode verstrekt.

§ 7. Conclusies.

In voorgaande literatuurbespreking is er steeds de aandacht op gevestigd, welke kenmerken en methoden voor tropische houtsoorten — en in het bijzonder voor den djati — goed en aanbevelenswaardig zijn. Verder is, zij het ook verspreid, telkens medegedeeld, welke methoden bij de samenstelling van de djatitafel inderdaad zijn toegepast en welke kenmerken zijn gebezigd.

Hieronder moge een samenvatting worden gegeven van de richtlijnen en de methode, welke bij de samenstelling van de algemeene djatitafel voor plantsoenen zijn gevolgd [135].

a. Indien de omstandigheden het eenigszins toelaten, moet, welke wenschen de practijk ook moge hebben, eerst begonnen worden met de opstelling van een algemeene tafel.

b. Deze algemeene tafel moet zoodanige gegevens bevatten, dat het mogelijk is daaruit in verschillende richtingen, zoo noodig met behulp van eenvoudige, aanvullende metingen in opstanden of (en) van een opwerkingsonderzoek in het bosch of in zagerijen, locale tafels op te stellen, welke aan de wenschen van de practijk te gemoet komen.

Aangezien deze wenschen met betrekking tot de gegevens, welke een

locale tafel moet bevatten, voor de verschillende gebieden van het djati-boschareaal zullen uiteenloopen en bovendien binnen betrekkelijk korten tijd ten gevolge van de invoering van nieuwe exploitatiemethoden geheel gewijzigd kunnen worden, beteekent de bovengeschetste weg op den duur een groote arbeidsbesparing.

c. Ten einde het mogelijk te maken, dat de opstelling van locale tafels geheel of gedeeltelijk door de practijk kan worden gedaan, moet de algemeene tafel slechts de bepaling van kenmerken eischen, welke met eenvoudige hulpmiddelen te meten zijn en geen aanleiding tot grooten twijfel geven.

Als zoodanig komen in aanmerking: de boomhoogte, de lengte van het takvrije stamstuk (identiek met de hoogte van den kroonaanzet), de lengte van het timmerhoutstamstuk en de omtrek op 1.30 m hoogte. Ook de omtrekken op 1.50 en 1.70 m zijn gegeven, om abnormale stamvoeten te kunnen ontwijken.

Het is van dergelijke algemeene tafels bekend, dat zij voor de kubeering van opstanden of van groote groepen van stammen met behulp van daartoe geschikte methoden bevredigende resultaten kunnen geven; bij kubeering van den enkelen boom kunnen fouten van maximaal 30 % van het juiste boomvolume gemaakt worden.

d. De schattingskenmerken, welke de algemeene tafel moet geven, zijn:

voor het hout met bast: het boom-, dikhout-, takhout- en het kroonvolume, en het volume van het takvrije stamstuk,

voor den stam zonder bast: de diameters, omtrekken en volumina voor verschillende hoogten.

De stronkhoogte moet binnen zekere grenzen gevarieerd kunnen worden om rekening te kunnen houden met verschillende exploitatiemethoden.

Het verdient aanbeveling de dikhoutgrens in de toekomst grooter te kiezen dan die, welke thans in navolging der meeste Europeesche proefstations is vastgesteld.

e. Een tafel, welke voldoet aan de eischen, hierboven vermeld, kan slechts verkregen worden door uit te gaan van een stamvormonderzoek.

Bij dit onderzoek zijn echte vormquotiënten gebezigd. Voor den djati kon daarbij gebruik worden gemaakt van een eenvoudige vergelijking, welke den stamvorm met bevredigende nauwkeurigheid weergeeft.

Zooals uit diverse onderzoekingen voldoende gebleken is, is het onmogelijk door één vormquotiënt den stamvorm voldoende vast te stellen; de bij den djati gebezigde vergelijking heeft een zoodanigen vorm, dat daarvoor twee vormquotiënten noodig zijn.

f. Talrijke onderzoekingen hebben overduidelijk aangetoond, dat het vaststellen van de vormklasse van den enkelen boom, anders dan door

directe metingen, onmogelijk is, zoodat bij de opstelling van tafels met gemiddelde vormklassen gewerkt moet worden.

Deze gemiddelde vormklassen loopen voor de verschillende boomen en opstanden van een houtsoort meestal zóó weinig uiteen, dat voor een tafel practisch slechts één vormklasse — bij den djati dus door twee vormquotiënten aangegeven — noodig is. Wanneer dit zonder veel omslag kan geschieden, zou men ook de geringe variatie in deze gemiddelde vormklasse in de tafel kunnen verwerken. Laatstgenoemde methode is bij de opstelling van de djatitafel gevolgd.

g. Aangezien het onderzoek verricht is voor djati-opstanden, tot één bedrijfsvorm behoorend, en de klimaatsomstandigheden binnen het beschouwde gebied niet in zeer sterke mate uiteenloopen, is van een onderverdeeling in groeigebieden afgezien.

Ten slotte dient te worden opgemerkt, dat het zeer onwaarschijnlijk is, dat een eenvoudige stamvormvergelijking kan worden aangegeven, welke voor alle houtsoorten geldt. De verschillende, verrichte onderzoekingen zijn in dit opzicht steeds op mislukkingen uitgeloopen. Ook de bij den djati toegepaste vergelijking kan wel voor verscheidene, andere houtsoorten, doch zeker niet voor alle houtsoorten worden gebezigd. In tegenstelling met de meeste onderzoekingen is echter daarbij de wortelaanloop niet als een afzonderlijk verschijnsel beschouwd.

HOOFDSTUK II.

DE OPSTELLINGSWERKZAAMHEDEN VOOR DE ALGEMEENE DJATITAFEL.

§ 1. Het onderzoekmateriaal.

Het onderzoek werd verricht met behulp van gegevens van opgemeten, pas-gevelde, ongeringde plantsoenboomen, vóór 1931 verzameld. Voor verreweg het grootste deel zijn het modelboomen, bij de opnamen van proefperken geveld [1]. Van deze modelboomen werden liggend gemeten: de boomlengte (inclusief de stronkhoogte) en de hoogte van den kroonaanzet in dm [2]. Verder werd van elken boom het volume boven de stronkhoogte (gelijk aan $^1/_3$ van den diameter nabij den voet) bepaald. Dit geschiedde voor den stam onder den kroonaanzet met behulp van de sectiemethode (zooveel mogelijk secties van 1 m lengte). De middenvlakken dezer secties werden bepaald door den stam op de gewenschte plaatsen loodrecht op de spilas door te zagen, de stamdoorsneden op papier af te teekenen en de oppervlakten ervan met een planimeter te meten [3]. Ook werden op dezelfde wijze gemeten de vlakken op 1.30 m en — voor zoover de stam regelmatig gevormd was — op $^1/_{20}$, $^1/_2$ en voor een gedeelte der boomen ook op $^1/_4$ van de boomhoogte (van den voet af gerekend) [4].

Onregelmatige stamgedeelten (verdikkingen, gewonde of zieke gedeelten, enz.) kwamen niet voor sectiemeting in aanmerking. Dergelijke stamstukken werden bij deze meting overgeslagen en — evenals het kroonhout — met behulp van een xylometer gekubeerd. Bij de volumebepaling werd verder een scheiding gemaakt tusschen dik- en takhout (grens tusschen dik- en takhout is 7 cm met bast).

Uit de stamvlakken kunnen de stamvlakdiameters — $_gd$ — worden afgeleid [5]. Wanneer de ligging van deze diameters bekend en het aantal gemeten diameters per boom voldoende is, en bovendien deze diameters gunstig over den geheelen stam verdeeld zijn, kan tot een stamvormonderzoek worden overgegaan.

Helaas voldeed een belangrijk gedeelte der modelboomgegevens niet aan bovenstaande voorwaarden. Vanaf 1914, het eerste jaar der perkopnamen, tot medio 1923 was het geen gebruik de lengten en de plaatsen

der bij de sectiemeting overgeslagen stamstukken te noteeren. Bij de boomen uit genoemde periode, waarbij dit overslaan plaats had, is daardoor de ligging van de middendiameters der secties niet of onzeker bekend, zoodat zij voor het onderzoek moesten worden uitgeschakeld. Vooral boomen met groote afmetingen (voornamelijk uit de blandongbosschen) waren hiervan het slachtoffer, hetgeen te betreuren is, omdat het aantal van deze boomen vergeleken met dat der kleine gering is.

Verder waren er boomen, waarbij de ligging van alle gemeten diameters wel bekend was, doch deze diameters ongunstig over den stam waren verdeeld of (en) te gering in aantal waren. Dit laatste kwam verscheidene malen bij kleine boomen voor.

Het gevolg van het bovenstaande was, dat van de 7262 in de periode 1914 tot en met 1930 opgemeten boomen slechts 3757 (51.7 % van het totaal) voor het stamvormonderzoek gebezigd konden worden.

Onder deze 3757 boomen bevinden zich, behalve modelboomen van proefperken, ook 289 verspreid uitgezochte, goed gevormde boomen van uiteenloopende leeftijden uit plantsoenen van slechte en matige gesteldheid (boniteit I/II tot III) in de houtvesterijen Saradan (de afdeelingen Padjaran en Wilangan) en Madioen (de afdeelingen Tjaroeban en Pagotan), en 970 boomen uit een viertal perken, welke om verschillende redenen moesten worden gekapt [6].

Bijgaande tabellen nos. I*a* tot en met I*e* geven een overzicht van de gebezigde boomen, gerangschikt naar boomhoogte (h) en slankheidsfactor (s), dat is de verhouding tusschen den diameter op $^1/_4$ der boomhoogte en de boomhoogte, maal 100 ($s = \frac{d_{1/4}}{h} \times 100$) [7]. Alhoewel bij de verwerking der gegevens van den leeftijd geen gebruik is gemaakt, werden in de tabellen nos. I*a* tot en met I*d* de gegevens volgens leeftijdsklassen gegroepeerd. Hieruit blijkt voldoende, dat voor de oudere leeftijdsklassen in de toekomst een aanvulling der gegevens noodig is.

Terwijl bij het onderzoek van den stamvorm tevens de vraag wordt beantwoord, op welke wijze het stamvolume berekend moet worden, moet het onderzoek van het kroonhout voor een groot deel steunen op kubeeringsuitkomsten met behulp van den xylometer. Daarvoor is noodig, dat bij de opmeting der boomen niet alleen een scheiding wordt gemaakt tusschen dik- en takhout, doch ook tusschen hout onder en boven den kroonaanzet. Laatstgenoemde scheiding is toegepast bij boomen met normalen kroonaanzet, na medio 1923 opgemeten (in totaal 2000 boomen). Tabel no. II geeft van deze boomen een overzicht.

Tabel no. Ia. [*Table no. Ia.*]

Aantal boomen, gebezigd voor het stamvormonderzoek, gerangschikt naar leeftijd, boomhoogte (*h*) en slankheidsfactor (*s*).

[*Number of trees, used for the investigation of the stem form, arranged according to age, height of tree (h) and factor of slenderness (s).*]

Leeftijdsklasse 1–20 jaar. [*Age class 1–20 years.*]

h m / *s*	0.401 tot 0.500	0.501 tot 0.600	0.601 tot 0.700	0.701 tot 0.800	0.801 tot 0.900	0.901 tot 1.000	1.001 tot 1.100	1.101 tot 1.200	Totaal (*Total*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.1–10.0	–	11	69	58	16	4	1	–	159
10.1–15.0	2	114	254	179	55	13	3	–	620
15.1–20.0	–	15	163	238	133	30	2	–	581
20.1–25.0	–	1	25	85	63	33	15	4	226
25.1–30.0	–	–	–	1	–	–	2	–	3
Totaal (*Total*)	2	141	511	561	267	80	23	4	1589

Tabel no. Ib. [*Table no. Ib.*]

Leeftijdsklasse 21–40 jaar. [*Age class 21–40 years.*]

h m / *s*	0.501 tot 0.600	0.601 tot 0.700	0.701 tot 0.800	0.801 tot 0.900	0.901 tot 1.000	1.001 tot 1.100	1.101 tot 1.200	1.201 tot 1.300	1.301 tot 1.400	Totaal (*Total*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5.1–10.0	–	–	2	1	–	–	–	–	–	3
10.1–15.0	1	20	25	9	2	2	–	–	–	59
15.1–20.0	–	56	183	152	83	24	2	–	–	500
20.1–25.0	–	31	192	192	124	38	13	1	1	592
25.1–30.0	1	4	49	99	72	48	9	–	–	282
30.1–35.0	–	1	2	4	5	1	1	–	–	14
Totaal (*Total*)	2	112	453	457	286	113	25	1	1	1450

Tabel no. Ic. [*Table no. Ic.*]

Aantal boomen, gebezigd voor het stamvormonderzoek, gerangschikt naar leeftijd, boomhoogte (*h*) en slankheidsfactor (*s*).

[*Number of trees, used for the investigation of the stem form, arranged according to age, height of tree (h) and factor of slenderness (s).*]

Leeftijdsklasse 41–60 jaar. [*Age class 41–60 years.*]

h m / *s*	0.601 tot 0.700	0.701 tot 0.800	0.801 tot 0.900	0.901 tot 1.000	1.001 tot 1.100	1.101 tot 1.200	1.201 tot 1.300	1.301 tot 1.400	1.401 tot 1.500	Totaal (*Total*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5.1–10.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1–15.0	–	3	3	1	–	–	–	–	–	7
15.1–20.0	1	18	17	7	8	6	–	–	–	57
20.1–25.0	4	29	40	38	28	8	2	–	–	149
25.1–30.0	3	17	45	49	45	27	5	3	1	195
30.1–35.0	–	4	15	16	11	10	3	1	–	60
Totaal (*Total*)	8	71	120	111	92	51	10	4	1	468

Tabel no. Id. [*Table no. Id.*]

Leeftijdsklasse 61–115 jaar. [*Age class 61–115 years.*]

h m / *s*	0.601 tot 0.700	0.701 tot 0.800	0.801 tot 0.900	0.901 tot 1.000	1.001 tot 1.100	1.101 tot 1.200	1.201 tot 1.300	1.301 tot 1.400	1.401 tot 1.500	1.501 tot 1.600	Totaal (*Total*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5.1–10.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1–15.0	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1
15.1–20.0	–	1	1	–	1	–	–	–	–	–	3
20.1–25.0	–	2	4	4	2	3	–	–	–	–	15
25.1–30.0	1	–	6	11	11	4	3	2	–	–	38
30.1–35.0	1	2	9	16	23	25	12	4	2	1	95
35.1–40.0	–	1	7	18	19	29	15	6	1	1	97
40.1–45.0	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
Totaal (*Total*)	2	6	28	49	56	61	31	12	3	2	250

Tabel no. 1e. [*Table no. 1e.*]

Aantal boomen, gebezigd voor het stamvormonderzoek, gerangschikt naar leeftijd, boomhoogte (*h*) en slankheidsfactor (*s*).

[*Number of trees, used for the investigation of the stem form, arranged according to age, height of tree (h) and factor of slenderness (s).*]

Alles tezamen. [*All together.*]

h m / *s*	0.401 tot 0.500	0.501 tot 0.600	0.601 tot 0.700	0.701 tot 0.800	0.801 tot 0.900	0.901 tot 1.000	1.001 tot 1.100	1.101 tot 1.200	1.201 tot 1.300	1.301 tot 1.400	1.401 tot 1.500	1.501 tot 1.600	Totaal (*Total*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5.1–10.0	–	11	69	60	17	4	1	–	–	–	–	–	162
10.1–15.0	2	115	274	207	68	16	5	–	–	–	–	–	687
15.1–20.0	–	15	220	440	303	120	35	8	–	–	–	–	1141
20.1–25.0	–	1	60	308	299	199	83	28	3	1	–	–	982
25.1–30.0	–	1	8	67	150	132	106	40	8	5	1	–	518
30.1–35.0	–	–	2	8	28	37	35	36	15	5	2	1	169
35.1–40.0	–	–	–	1	7	18	19	29	15	6	1	1	97
40.1–45.0	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
Totaal (*Total*)	2	143	633	1091	872	526	284	141	42	17	4	2	3757

Tabel no. II. [*Table no. II.*]

Aantal boomen, gebezigd voor het onderzoek van het kroonvolume, gerangschikt volgens boomhoogte (*h*) en slankheidsfactor (*s*).

[*Number of trees, used for the investigation of the crown volume, arranged according to height of tree (h) and factor of slenderness (s).*]

h m / *s*	0.401 tot 0.500	0.501 tot 0.600	0.601 tot 0.700	0.701 tot 0.800	0.801 tot 0.900	0.901 tot 1.000	1.001 tot 1.100	1.101 tot 1.200	1.201 tot 1.300	1.301 tot 1.400	1.401 tot 1.500	1.501 tot 1.600	Totaal (*Total*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5.1–10.0	–	3	22	14	5	1	–	–	–	–	–	–	45
10.1–15.0	1	25	78	101	51	14	5	–	–	–	–	–	275
15.1–20.0	–	13	107	220	168	84	29	8	–	–	–	–	629
20.1–25.0	–	1	35	161	180	127	57	20	2	1	–	–	584
25.1–30.0	–	1	5	32	84	73	70	27	6	5	1	–	304
30.1–35.0	–	–	1	3	16	19	22	22	12	5	2	1	103
35.1–40.0	–	–	–	–	3	10	12	21	7	4	1	1	59
40.1–45.0	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
Totaal (*Total*)	1	43	248	531	507	328	195	98	28	15	4	2	2000

Ten einde ook gegevens te kunnen verstrekken van bastvrije stamvolumina, moest gebruik worden gemaakt van uitkomsten van bastdiktebepalingen. Met deze metingen is een begin gemaakt in 1920; de bastdikte werd bij elken boom na doorzaging tot in mm nauwkeurig op enkele stamvlakken bepaald [8]. In tabel no. III vindt men een overzicht van de boomen (in totaal 2833), waarbij dit onderzoek is verricht.

Tabel no. III. [*Table no. III.*]

Aantal boomen, gebezigd voor het onderzoek der bastdikte, gerangschikt volgens boomhoogte (*h*) en leeftijd.

[*Number of trees, used for the investigation of the bark thickness, arranged according to height of tree (h) and age.*]

h m	Leeftijdsklasse (*Age class*)				Totaal (*Total*)
	1–20 Jaar (*Years*)	21–40 Jaar (*Years*)	41–60 Jaar (*Years*)	61–115 Jaar (*Years*)	
1	2	3	4	5	6
5.1–10.0	40	5	–	–	45
10.1–15.0	199	90	12	1	302
15.1–20.0	355	567	64	3	989
20.1–25.0	200	550	125	15	890
25.1–30.0	1	217	129	28	375
30.1–35.0	–	11	43	93	147
35.1–40.0	–	–	–	84	84
40.1–45.0	–	–	–	1	1
Totaal (*Total*)	795	1440	373	225	2833

Ten slotte zijn, om de practijk te gerieven, in de tafels behalve stamvlakdiameters ook omtrekken gegeven. Het vastleggen van het verband tusschen omtrek en stamvlakdiameter geschiedde op grond van een onderzoek, waarmede in 1924 een begin werd gemaakt. Van alle stamvlakken, welke na doorzaging werden afgeteekend, werd ook de omtrek gemeten (in totaal 1432 boomen; zie tabel no. IV).

Tabel no. IV. [*Table no. IV.*]

Aantal modelboomen, waarbij omtrekmetingen zijn verricht, gerangschikt volgens boomhoogte (h) en omtrek op 1.3 m hoogte ($o_{1.3}$).

[*Number of sample trees, of which girth measurements are taken, arranged according to height of tree (h) and girth breasthigh ($o_{1.3}$).*]

h m \ $o_{1.3}$ cm	10.1 tot 30.0	30.1 tot 50.0	50.1 tot 70.0	70.1 tot 90.0	90.1 tot 110.0	110.1 tot 130.0	130.1 tot 150.0	150.1 tot 170.0	170.1 tot 190.0	190.1 tot 220.0	220.1 tot 250.0	250.1 tot 280.0	280.1 tot 310.0	Totaal (*Total*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5.1–10.0	17	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	18
10.1–15.0	66	135	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	207
15.1–20.0	–	139	308	53	–	–	–	–	–	–	–	–	–	500
20.1–25.0	–	2	112	207	58	6	1	–	–	–	–	–	–	386
25.1–30.0	–	–	1	35	92	60	13	4	–	–	–	–	–	205
30.1–35.0	–	–	–	1	4	8	21	19	6	8	–	–	–	67
35.1–40.0	–	–	–	–	–	–	5	12	15	13	2	–	1	48
40.1–45.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
Totaal (*Total*)	83	277	427	296	154	74	40	35	21	22	2	–	1	1432

Uit het bovenstaande blijkt voldoende, dat het onderzoekmateriaal in verschillende opzichten niet zoo homogeen is, als voor de opstelling van tafels gewenscht is. Wel werd reeds direct bij het begin der perkopnamen door den toenmaligen leider, H. A. J. M. BEEKMAN, er rekening mede gehouden, dat de gegevens der modelboomen ook zouden moeten dienen voor opstelling van boomtafels, doch daarbij werd gedacht aan het vormgetalprincipe, eventueel met gebruikmaking van een echt of onecht vormquotiënt.

Toen later plannen werden gemaakt om bij een eventueele opstelling gebruik te maken van het stamvormprincipe, werd in overeenstemming daarmede het aantal metingen per boom uitgebreid. Deze uitbreidingen hebben geleidelijk aan plaats gehad, naarmate genoemde plannen vasteren vorm aannamen en het door besprekingen met beheerders duidelijk werd, welke gegevens in de op te stellen tafels verstrekt moesten worden.

Men kan wel zeggen, dat de geschetste gang van zaken bij onderzoekingen van eenigen omvang practisch steeds in mindere of meerdere mate voorkomt. Het zou, ter verkrijging van de benoodigde aanvulling, waardoor minder volledige gegevens van ouderen datum uitgeschakeld hadden kunnen worden, wellicht beter zijn geweest om het opstellingswerk nog een aantal jaren uit te stellen, ware het niet, dat thans door de practijk en ook voor verschillende onderzoekingen van het Proefstation (bijv. het op-

werkingsonderzoek) dringend behoefte wordt gevoeld aan tafels met gegevens over den stamvorm.

In verband met het voorgaande zijn daarom de opgestelde tafels van min of meer voorloopigen aard; zij dienen over circa 10 jaar, wanneer een voldoend aantal aanvullende waarnemingen heeft plaats gehad, verbeterd te worden.

De djati is een boom, welke, wat betreft het voorkomen van onregelmatigheden in den stamvorm, vooral aan het begin van het perkonderzoek, toen men nog de meeste ervaring had omtrent de zoogenaamde natuurbosschen, geen gunstige reputatie bezat. Hieraan is het vermoedelijk toe te schrijven, dat men in dien tijd aan een vormonderzoek niet gedacht heeft.

Het is echter, zooals in het verder volgende zal worden aangetoond, gebleken, dat deze houtsoort in verpleegde plantsoenen zich wel tot een vormonderzoek leent, al staat ook de stamvorm ervan, wat betreft regelmaat, ten achter bij verschillende tropische loofhoutsoorten en in het bijzonder bij diverse naaldhoutsoorten.

§ 2. De gebezigde stamvormvergelijking en de daarop gebaseerde tabellen.

Het lag voor de hand om bij het zoeken naar een vergelijking, welke den stamvorm van den djati op bevredigende wijze zou kunnen weergeven, in de eerste plaats gebruik te maken van vergelijkingen, welke onderzoekers elders hadden toegepast of ter sprake gebracht. Op grond van hetgeen schrijver dezes reeds vroeger (1930) en ook in het vorige hoofdstuk heeft medegedeeld, behoeft het geen verwondering te wekken, dat onbevredigende resultaten werden verkregen. Het werd beter, toen genoemde vergelijkingen op verschillende manieren werden gewijzigd of (en) aangevuld; hierbij werd veel profijt getrokken van diverse werken, waarin voor de opstelling van empirische vergelijkingen practische wenken worden gegeven (bijv. RUNNING-1917, LIPKA-1918, en anderen).

Bij de zoo verkregen vergelijkingen was de aanpassing in sommige gevallen bevredigend, doch zij waren meestal gecompliceerd en daardoor onpractisch in het gebruik of te weinig flexibel. Ten slotte — en zoo gaat het bij onderzoekingen meer! — werd onderzocht, of niet met zeer eenvoudige hulpmiddelen het gestelde doel bereikt kon worden. Dit gelukte buiten verwachting goed, niet alleen voor den djati, doch ook voor verschillende andere houtsoorten, met behulp van de volgende vergelijking:

$$y = ax + bx^2 + cx^3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Hierin zijn a, b en c constanten; y is een echt vormquotiënt, waarbij als

basisdiameter $d_{1/4}$ gekozen is (zie het vorige hoofdstuk, § 5). De afstand (λ) van den boomtop tot den diameter, waarop y betrekking heeft, wordt door x aangegeven. In verband met de gedane keuze voor den basisdiameter is als lengte-eenheid voor x $^3/_4$ van de boomhoogte (h) genomen (dus $x = \frac{4\lambda}{3h}$ [9]). Een boom is dus steeds 1.3 lengte-eenheden lang; verder is het vormquotiënt voor den diameter op $^1/_4$ van de boomhoogte — $y_{1/4}$ [10] — gelijk aan 1, zoodat men dan heeft:

$$y_{1/4} = 1 = a+b+c \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Van deze bijzonderheid kan, zooals later zal blijken, bij vereffeningen gebruik worden gemaakt.

De tangens van den hoek, welken de raaklijn aan de kromme (1) met de x-as insluit, wordt bepaald door:

$$y' = a+2bx+3cx^2, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

en die van den hoek, welken de raaklijn aan de kromme (3a) met de x-as insluit, door:

$$y'' = 2b+6cx \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3b)$$

In het verder volgende wordt voor het gemak der bespreking steeds aangenomen, dat lijnen op de gebruikelijke wijze in een coördinaatstelsel worden uitgezet, en verder alle hoeken gemeten worden van de x-as af, in een richting tegengesteld aan die, waarin zich de wijzers van een uurwerk bewegen.

Als eerste eisch moet gesteld worden, dat voor den boomtop het vormquotiënt y steeds gelijk is aan 0. Aan dezen eisch voldoet vergelijking (1); men kan namelijk voor het rechterlid ervan schrijven:

$$x(a+bx+cx^2).$$

Hieruit blijkt, dat $y = 0$ wordt voor $x = 0$, dus bij den boomtop, en verder voor:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2c}$$

Voor de meest voorkomende stamvormen bezit echter de kromme, behalve bij den boomtop, geen reëele snijpunten met de x-as meer. Als tweede eisch kan derhalve gesteld worden:

$$b^2-4ac < 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4a)$$

Voor boomen, waarbij ook de kroonspil door haar regelmatigen vorm voor het spilvormonderzoek in aanmerking komt, spreekt het vanzelf, dat de tangens van den hoek, welken de raaklijn aan de kromme (1) in den boomtop met de x-as insluit, positief moet zijn. Stelt men in vergelijking (3a) $x = 0$, dan wordt verkregen:

$$y' = a.$$

Als derde eisch mag dus gesteld worden, dat de parameter a positief is. Schrijft men stamvormvergelijking (1) met behulp van homogene coördinaten, door invoering van den homogeniteitsfactor z, dan verkrijgt men de asymptotische richtingen der kromme bij de berekening van het aantal snijpunten van deze kromme met de rechte op oneindig $z = 0$. Voor de bepaling van genoemde richtingen dient dus de vergelijking:

$$cx^3 = 0.$$

Hieruit volgt, dat de y-as de asymptotische richting is en de kromme drie samenvallende punten met de rechte op oneindig gemeen heeft (het punt op oneindig op de y-as is voor de kromme een keerpunt, met de rechte op oneindig als keerpuntsraaklijn). Wanneer de stamkromme op de gebruikelijke wijze geteekend wordt, moet c voor gewone stamvormen positief zijn, hetgeen de vierde eisch is.

De stamkromme bezit een buigpunt. De ligging ervan wordt gevonden door in (3b) $y'' = 0$ te stellen; men krijgt dan:

$$2b+6cx = 0, \text{ of } x = -\frac{b}{3c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Zooals het behoort, zijn y en y' voor dit punt niet oneindig groot en is $y''' = 6c$ nòch 0, nòch ∞.

De ordinaatwaarde voor het buigpunt wordt gevonden, door de waarde voor x volgens (5) in vergelijking (1) te substitueeren. Men vindt daarvoor:

$$y = -\frac{ab}{3c}+\frac{2b^3}{27c^2}.$$

Verschuift men de coördinaatassen evenwijdig aan zichzelf en wel zoodanig, dat de oorsprong O in het buigpunt komt te liggen, dan wordt de vergelijking voor het nieuwe assenstelsel gevonden door in vergelijking(1) te stellen:

$$x = \bar{x} - \frac{b}{3c},\ y = \bar{y} - \frac{ab}{3c}+\frac{2b^3}{27c^2}.$$

Men verkrijgt op deze wijze:

$$\bar{y} = (a-\frac{b^2}{3c})\bar{x}+c\bar{x}^3.$$

Laatstgenoemde vergelijking bevat slechts termen van oneven graad in $\bar{x}$ en $\bar{y}$, hetgeen er op wijst, dat het buigpunt — thans tevens de oorsprong O — een punt van symmetrie of middelpunt van de kromme is.

Met vergelijking (1) correspondeeren drie typen van krommen. Ten einde na te gaan, in hoeverre deze typen geschikt zijn om een stamkromme te benaderen, zal gemakshalve worden verondersteld, dat zij zoodanig in een diagram worden geteekend, dat bij toenemende x-waarde (naar rechts) ook y steeds, of voor het grootste gedeelte van het gebied, toeneemt.

Type I. Aangezien de algebraïsche kromme (1) van den derden graad

in x is, kan deze kromme ten hoogste twee punten bezitten, waarin zij een maximum- of minimumwaarde voor y bereikt. Bij type I zijn deze punten bestaanbaar. Indien $c>0$, ligt het maximum links van het buigpunt; uit de middelpuntseigenschap van laatstgenoemd punt volgt, dat zich dan rechts op gelijken afstand ervan een minimum bevindt.

Men kan den oorsprong O van het assenstelsel zoodanig kiezen, dat aan de vier opgesomde eischen voldaan wordt en de coördinaatwaarden voor het maximum, minimum en buigpunt alle positief zijn. Men verkrijgt dan een stamkromme, welke slechts in bijzondere gevallen voorkomt; de diameter neemt daarbij, voor een gedeelte van den stam, naar den boomvoet toe af (min of meer knotsvormige stammen bij enkele loofhout- en palmsoorten; boomen met een zeer geprononceerd knotsvormigen stam kunnen niet met behulp van de besproken kromme behandeld worden). Voor den djati, en ook bij de meeste andere, onderzochte boomsoorten, spelen echter dergelijke vormen geen rol.

De absciswaarden voor het maximum en het minimum worden gevonden als wortels der vergelijking $y' = 0$, of (zie vergelijking 3a):

$$a+2bx+3cx^2 = 0.$$

De gezochte waarden zijn derhalve:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-3ac}}{3c},$$

en, aangezien zij reëel zijn, moet:

$$b^2-3ac>0.$$

In het veronderstelde geval, namelijk positieve coördinaatwaarden voor maximum en minimum, volgt reeds uit bovenstaande uitdrukking voor x, dat b negatief moet zijn (vijfde eisch).

Voor het maximum (vorenstaande uitdrukking voor x met min voor het wortelteeken) geldt $y'' < 0$, of (zie vergelijking 3b):

$$2b+6cx<0,$$

en voor het minimum $y''>0$, of:

$$2b+6cx>0.$$

De tangens van den hoek, welken de buigpuntsraaklijn met de x-as insluit, is hier negatief. Substitueert men namelijk de absciswaarde voor het buigpunt, $x = -b/3c$, in vergelijking (3a), dan wordt dezelfde ongelijkheid gevonden als reeds eerder is aangegeven, en wel:

$$a-\frac{b^2}{3c} < 0, \text{ of } b^2-3ac>0.$$

Worden in de punten, welke het maximum en het minimum aangeven,

raaklijnen aan de kromme getrokken, dan zal tusschen deze raaklijnen, die evenwijdig aan de x-as zijn, een gedeelte van de kromme liggen.

Men kan zich nu voorstellen, dat, uitgaande van den reeds aangegeven stand der coördinaatassen, deze assen evenwijdig aan zichzelf verschoven worden, en wel zoodanig, dat de oorsprong O steeds op de kromme blijft en de x-component van zijn beweging naar de positieve richting der x-as wijst. Bij deze beweging komt de oorsprong O op den duur tusschen bovengenoemde raaklijnen te liggen. Wanneer O binnen dat gebied ligt, voldoet de vergelijking der kromme niet meer aan alle opgesomde eischen. Hierbij kunnen, al naar de ligging van O, de volgende onderscheidingen gemaakt worden:

1) De x-as valt samen met de raaklijn aan de kromme in het maximum of met die in het minimum, terwijl O niet met het maximum of het minimum samenvalt. Behalve het snijpunt in den boomtop, raakt de kromme de x-as, in het eerste geval in het negatieve deel van deze as, in het tweede geval in het positieve deel ervan. Voor beide gevallen geldt:

$$b^2-4ac=0,$$

(in strijd met den tweeden eisch) en voor het raakpunt is:

$$x=-\frac{b}{2c}.$$

Uit het laatste volgt, dat b voor het eerste geval positief (in conflict met den vijfden eisch) en voor het tweede geval negatief is.

2) De x-as valt samen met één der reeds vermelde raaklijnen, terwijl bovendien O met het maximum of met het minimum samenvalt. De kromme raakt dus de x-as in O en snijdt daarenboven deze as, in het eerste geval in het positieve, in het tweede geval in het negatieve deel ervan.

Voor beide gevallen geldt:

$$a=0,$$

(in conflict met den derden eisch), zoodat de vergelijking der kromme luidt:

$$y=bx^2+cx^3.$$

De parameter b is voor het eerste geval negatief, voor het tweede geval positief (in strijd met den vijfden eisch).

3) O ligt op de kromme links van het maximum of rechts van het minimum, of tusschen het maximum en het minimum. De kromme bezit dan, behalve in O, nog twee snijpunten met de x-as, in het eerste geval beide in het positieve, in het tweede geval beide in het negatieve deel ervan, terwijl in het derde geval één snijpunt in het positieve en één snijpunt in het negatieve deel ligt.

Ligt O op de kromme links van het buigpunt, dan is b negatief; ligt O

rechts van het buigpunt, dan is b positief (in conflict met den vijfden eisch). Voor de ligging van O in het buigpunt zelf is $b = 0$ (het voorgaande voor b geldt eveneens voor de nog te bespreken typen II en III).

Wanneer O met het buigpunt samenvalt, luidt dus de vergelijking:

$$y = ax + cx^3.$$

Het spreekt vanzelf, dat voor het vastleggen van stamvormen slechts het gedeelte der kromme rechts van O (voor positieve x-waarden) en boven de x-as (voor positieve y-waarden) beteekenis kan hebben. Ook al houdt men met het voorgaande rekening, dan kunnen voor het beschouwde gebied tusschen genoemde raaklijnen — in elk geval waar O links van het minimum ligt — deelen van krommen voor het uitbeelden van de geheele spil niet in aanmerking komen. Hoogstens zouden zij gebezigd kunnen worden voor een gedeelte van den stam, wanneer men de eigenaardigheden der kromme buiten dat gedeelte buiten beschouwing liet.

Ligt O rechts van het minimum, dan zouden, hoewel nu $b>0$, de deelen van de krommen boven het positieve deel der x-as wellicht gebezigd kunnen worden om buitengewoon gedrongen spilvormen uit te beelden, welke geen buigpunt bezitten. Hetzelfde geldt ook, wanneer het gebied tusschen de raaklijnen in het minimum en het maximum door O weer verlaten wordt; opgemerkt moge worden, dat laatstgenoemde krommen aan alle opgesomde eischen, met uitzondering van den vijfden eisch, voldoen.

Boomen met dergelijke gedrongen spilvormen is schrijver dezes nog niet tegengekomen.

Type II. Dit type is een overgangsvorm tusschen het vorige en het volgende type. De kromme bezit een buigpuntsraaklijn, welke evenwijdig is aan de abscis-as, terwijl maximum en minimum ontbreken.

Wanneer de oorsprong O van het assenstelsel links van het buigpunt gelegen is, wordt een stuk kromme verkregen, dat aan alle genoemde eischen voldoet. De tangens van den hoek, welken de buigpuntsraaklijn met de x-as insluit, is 0. Substitueert men $x = -b/3c$ volgens (5) in vergelijking (3a), dan heeft men voor de kromme van type II:

$$a - \frac{b^2}{3c} = o, \text{ of } b^2 - 3ac = 0.$$

Voor laatstgenoemden stand van O kan de kromme dienen om spilvormen, welke nabij het buigpunt zéér volhoutig zijn — een gedeelte van den stam is daar practisch cylindrisch van vorm —, weer te geven.

Verschuift men het assenstelsel op de reeds aangegeven wijze, dan komt O ten slotte in het buigpunt te liggen. De vergelijking van de kromme luidt in dit geval:

$$y = cx^3.$$

In dezen stand van het assenstelsel wordt een onwaarschijnlijke spilvorm verkregen (voor den oorsprong een raakpunt van de kromme aan en tevens een snijpunt met de x-as). Hetzelfde geldt in mindere mate, wanneer O rechts van het buigpunt ligt (extreem gedrongen spilvormen, welke geen buigpunt bezitten).

Type III. Dit type bezit een buigpuntsraaklijn, waarvan de tangens van den hoek, welken deze raaklijn met de x-as insluit, positief is, terwijl maximum en minimum ontbreken.

Voor alle standen van den oorsprong O links van het buigpunt wordt aan de reeds opgesomde eischen voldaan. Verreweg de meeste spilvormen voldoen voor het besproken geval redelijk aan de vergelijking. Tusschen den boomtop en het buigpunt hebben y en y'' verschillend teeken, is de kromme dus, van de x-as uit gezien, concaaf; voorbij het buigpunt bij gevolg convex. Nabij het buigpunt is de spil min of meer kegelvormig. De kromme bezit daardoor een vorm, zooals men dien bij de meeste stammen in groote trekken verwacht. Het buigpunt geeft de plaats aan, waar de wortelaanloop — al naar men de zaak beziet — eindigt of begint.

Bij den djati, en ook bij verschillende houtsoorten, welke door schrijver dezes meer uitvoerig onderzocht zijn, komen deze vormen uitsluitend voor. Voor de gewone stamvormen geldt dus ten opzichte van de buigpuntsraaklijn, als zesde eisch, $y'>0$. Door substitutie van de abscis-waarde voor het buigpunt $x = -b/3c$ in vergelijking (3a) wordt verkregen:

$$a - \frac{b^2}{3c} > 0 \text{ of } b^2 - 3ac < 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(4b)}$$

Verschuift men, uitgaande van laatstgenoemden stand van den oorsprong O, de coördinaatassen op de reeds beschreven wijze, dan komt O op den duur in het buigpunt te liggen. Voor dezen stand luidt de vergelijking der kromme:

$$y = ax + cx^3.$$

Deze vergelijking kan misschien dienen om zeer gedrongen spilvormen weer te geven; hetzelfde geldt voor de vergelijkingen in de gevallen, dat O rechts van het buigpunt ligt (hierbij is, zooals reeds werd vermeld, $b>0$).

Men kan de kromme, terwijl de stand der coördinaatassen behouden blijft, ten opzichte van de x-as te spiegelen. Het is gemakkelijk in te zien, dat in dit geval steeds $c<0$.

De typen II en III komen in dezen gewijzigden stand in het geheel niet in aanmerking om een stamvorm uit te beelden, omdat, voor alle plaatsen

van O op de kromme, bij een positieve x-waarde steeds een negatieve y-waarde behoort.

Bij type I kan de oorsprong O echter zoodanig op de kromme geplaatst worden, dat een gedeelte dezer krommie boven het positieve deel der x-as ligt. Voor dit type ligt thans links van het buigpunt het minimum en rechts ervan het maximum, terwijl de tangens van den hoek, welken de buigpuntsraaklijn met de x-as insluit, positief is. Trekt men door het minimum en het maximum raaklijnen aan de kromme, dan zal voor alle plaatsen van O op de kromme tusschen genoemde raaklijnen en links van het maximum een gedeelte der kromme boven het positieve deel der x-as liggen.

Voor den parameter b geldt, voor O links van het buigpunt, $b>0$, en rechts van het buigpunt, $b<0$; ligt O in het buigpunt, dan is $b = 0$. Voor den parameter a heeft men $a<0$, wanneer O links van het minimum (of rechts van het maximum) ligt, en $a>0$, wanneer O zich op de kromme tusschen het minimum en maximum bevindt. Ligt O in het minimum (of in het maximum), dan is $a=0$.

Voor een ligging van O in het beschouwde gebied — met uitzondering van het minimum — heeft de kromme, behalve het snijpunt in O, nog twee reëele snijpunten met de x-as, welke beide positieve x-waarden (O links van het minimum) of welke x-waarden met verschillend teeken bezitten (O tusschen minimum en maximum). Ligt O in het minimum, dan raakt de kromme daar de x-as en snijdt zij bovendien deze as in het positieve gedeelte.

Het spreekt vanzelf, dat de vergelijkingen voor de hierboven besproken gevallen in het geheel niet of weinig geschikt zijn om den vorm van de geheele spil vast te leggen; zij kunnen hoogstens bruikbaar zijn voor het weergeven van den vorm van een stamstuk.

De stamvorm is geheel bepaald, wanneer twee van de drie constanten in (1) gegeven zijn. Aangezien deze grootheden weinig tot ons spreken, heeft ook schrijver dezes bij zijn onderzoek gebruik gemaakt van vormklassen. In dit geval wordt een vormklasse bepaald door twee vormquotiënten.

Voor den djati zijn hiervoor $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ gekozen. Voor boomen, waarbij de kroonaanzet zich lager dan 50% van de boomhoogte bevond, werd bij het stamvormonderzoek in stede van $y_{1/2}$ $y_{3/8}$ genomen. In een tabel werd dan de $y_{1/2}$, welke bij $y_{1/20}$ en $y_{3/8}$ behoorde, opgezocht (zie verder).

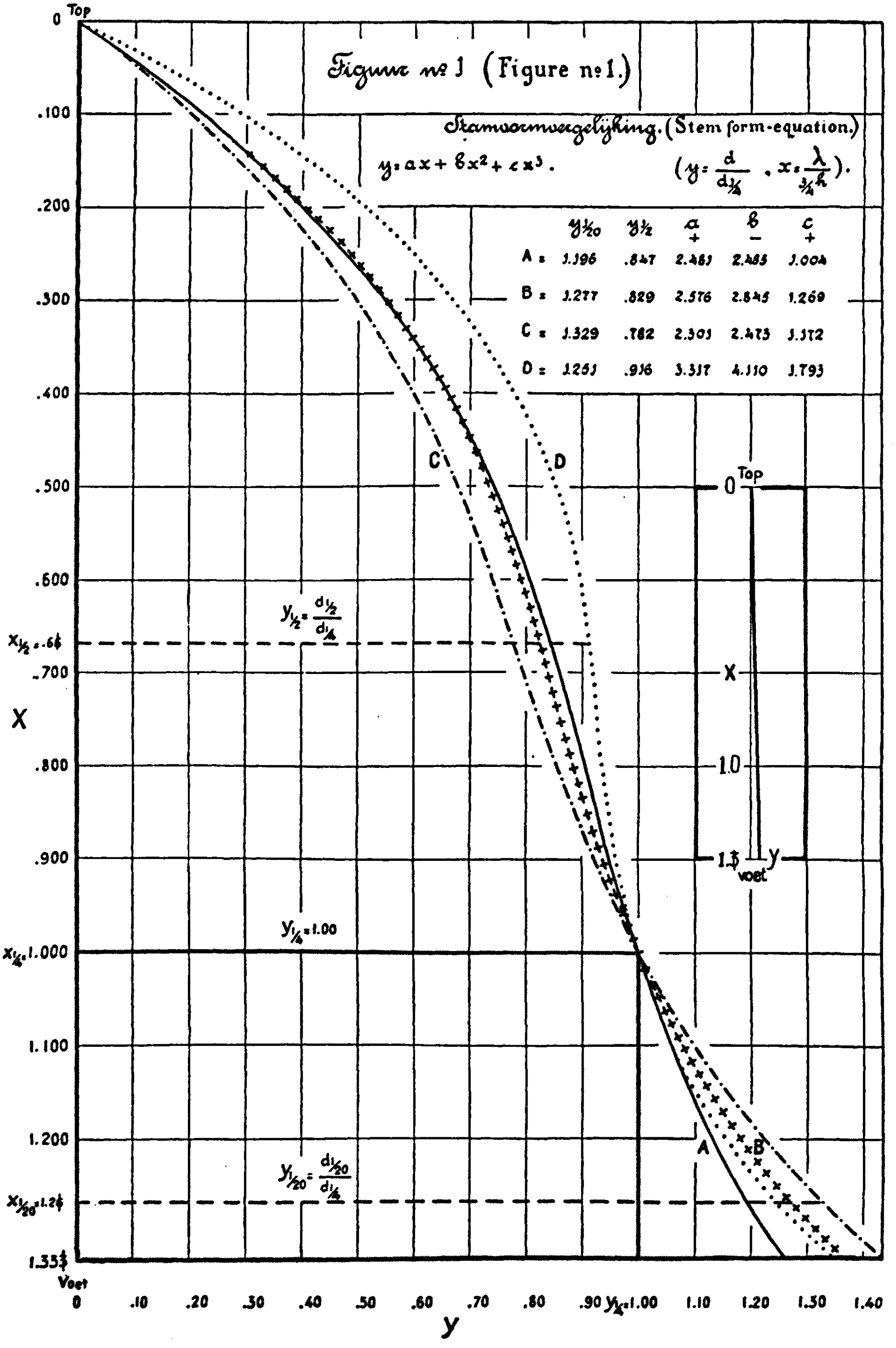
In figuur no. 1 vindt men vier stamkrommen, welke — afgezien van de topgedeelten boven den kroonaanzet — bij plantsoendjati voorkomen. Zij zijn het resultaat van vereffening van boomgegevens, waarbij de methode der kleinste kwadraten is toegepast (zie verder). Uit de figuur blijkt duidelijk, dat men met behulp van vergelijking (1) krommen verkrijgt, welke met veel voorkomende stamvormen overeenstemmen.

Figure no 1 (Figure no 1.)

Stamvormvergelijking. (Stem form-equation.)

$y = ax + bx^2 + cx^3$. $\left(y = \frac{d}{d_{1/4}}, x = \frac{\lambda}{\lambda_{1/4}}\right)$.

	$y_{1/10}$	$y_{1/2}$	a (+)	b (−)	c (+)
A =	1.196	.847	2.481	2.485	1.004
B =	1.277	.829	2.576	2.845	1.269
C =	1.329	.782	2.301	2.473	1.372
D =	1.251	.916	3.317	4.110	1.793



De vormkenmerken van de gebezigde boomen zijn:

	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	a	b	c
A	1.196	0.847	2.481	−2.485	1.004
B	1.277	0.829	2.576	−2.845	1.269
C	1.329	0.782	2.301	−2.473	1.172
D	1.251	0.916	3.317	−4.110	1.793

De waarden voor $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ geven een idee van de mate van volhoutigheid [11]. Noemt men den stam van den boomvoet tot $^1/_4$ van de boomhoogte den benedenstam en het hooger gelegen gedeelte tot aan den kroonaanzet den bovenstam, dan kan men zeggen, dat de benedenstam des te volhoutiger is, naarmate $y_{1/20}$ kleiner is; voor den bovenstam geldt ten opzichte van $y_{1/2}$ juist het omgekeerde.

Boom A is volgens bovenstaande omschrijving zeer volhoutig; boom B bezit het gemiddelde type, terwijl boom C weinig volhoutig [12] is. Boom D bezit een bovenstam met extreme volhoutigheid, terwijl de onderstam een tamelijk geprononceerden wortelaanloop vertoont.

Door de parameters der vergelijkingen wordt steeds aan de ongelijkheden volgens (4a) en (4b) voldaan; men vindt namelijk:

	$\frac{b^2}{4c}$	$<$	a	$3ac$	$>$	b^2
A	1.538		2.481	7.473		6.175
B	1.595		2.576	9.807		8.094
C	1.305		2.301	8.090		6.116
D	2.355		3.317	17.842		16.892

De plaats, tot waar zich de wortelaanloop uitstrekt, kan men vinden door van vergelijking (5) gebruik te maken. Voor de besproken stamvormen werden de volgende uitkomsten verkregen:

$$x = -\frac{b}{3c}$$

		Procentische ligging vanaf den boomvoet
A	0.8250	38.1
B	0.7473	44.0
C	0.7034	47.2
D	0.7641	42.7

Zooals figuur no. 1 te zien geeft, verandert de kromme in de omgeving van het buigpunt zeer weinig van richting. Wanneer men dus gebruik maakt van een vergelijking, welke niet in staat is den wortelaanloop weer te geven, is het mogelijk, dat voor een gedeelte van den stam onder het buigpunt nog een bevredigende aanpassing wordt geconstateerd, waardoor men voor den wortelaanloop kleinere gebieden zal aannemen dan bovenstaande cijfers aangeven. Ook al houdt men met dit laatste rekening, dan blijkt toch voldoende, dat het absurd zou zijn bij een stamvormonderzoek

voor den djati een vergelijking te bezigen, welke den wortelaanloop negeert (zie § 5 van hoofdstuk I).

Om het volume van de spil van den boomtop af tot een zeker punt $x = \xi$ te verkrijgen, moet men de krommen in figuur no. 1 tusschen $x = 0$, $y = 0$, en $x = \xi$ en de daarbij behoorende y om de x-as wentelen. Aangezien echter y betrekking heeft op diameters en men in dit geval met den straal moet werken, moet het zoo verkregen volume door 4 gedeeld worden.

Noemt men het volume v, dan leert de integraalrekening, dat:

$$v = \tfrac{1}{4}\pi\int_0^{\xi} y^2\delta x \text{ [13], of}$$

$$v = \tfrac{1}{4}\pi\int_0^{\xi}(ax+bx^2+cx^3)^2\delta x =$$

$$= \tfrac{1}{4}\pi\int_0^{\xi}(a^2x^2+2abx^3+b^2x^4+2acx^4+2bcx^5+c^2x^6)\delta x, \text{ of}$$

$$v = \tfrac{1}{4}\pi\{\tfrac{1}{3}a^2\xi^3+\tfrac{1}{2}ab\xi^4+\tfrac{1}{5}b^2\xi^5+\tfrac{2}{5}ac\xi^5+\tfrac{1}{3}bc\xi^6+\tfrac{1}{7}c^2\xi^7\} \ldots\ldots (6)$$

Men dient hierbij te bedenken, dat de gebezigde volume-eenheid den vorm heeft van een balk, waarvan de lengte $^3/_4$ van de boomhoogte bedraagt en waarvan een zijde van de kwadratische doorsnede loodrecht op de as gelijk is aan $d_{1/4}$. In deze maat uitgedrukt, is dus de inhoud van een cylinder, waarvan de lengte gelijk is aan de boomhoogte en de straal aan $^1/_2\, d_{1/4}$, $^4/_3 \times {}^1/_4\,\pi = {}^1/_3\,\pi$.

Om uit (6) het echte vormgetal (f) voor $d_{1/4}$ als basisdiameter te verkrijgen, moet bij gevolg v gedeeld worden door $^1/_3\,\pi$.

Men vindt dan:

$$f = \frac{3v}{\pi} = \{\tfrac{1}{4}a^2\xi^3+\tfrac{3}{8}ab\xi^4+\tfrac{3}{20}b^2\xi^5+\tfrac{3}{10}ac\xi^5+\tfrac{1}{4}bc\xi^6+\tfrac{3}{28}c^2\xi^7\} \ldots. (7)$$

Beschouwt men f als functie van x, dan kan geschreven worden:

$$f = \{\tfrac{1}{4}a^2x^3+\tfrac{3}{8}abx^4+\tfrac{3}{20}(b^2+2ac)x^5+\tfrac{1}{4}bcx^6+\tfrac{3}{28}c^2x^7\} \ldots\ldots (8)$$

Om het vormgetal voor een stamstuk, gelegen tusschen p en q% van de boomhoogte (gerekend van den grond af) te vinden, moet men de vormgetallen voor de stamstukken tusschen respectievelijk p en q% van de boomhoogte en den boomtop (*100*%) berekenen en het verschil van deze vormgetallen nemen. Dus:

$$f_{p\to q\,\%} = f_{p\to 100\,\%} - f_{q\to 100\,\%} \text{ [14].}$$

De waarden voor x, behoorend bij p en $q\%$, moeten dan achtereenvolgens in (8) gezet worden.

Wanneer men een groot aantal boomgegevens met behulp van een stamvormvergelijking moet behandelen, is het, vooral wanneer met rekenaars van geringe ontwikkeling gewerkt moet worden, raadzaam alles zoo eenvoudig mogelijk in te richten en te „schabloniseeren". Men kan voor dit doel grafieken construeeren of tabellen opstellen. Hoewel het meer werk kostte, koos schrijver dezes laatstgenoemden weg, omdat de contrôle gemakkelijker is, er nauwkeuriger gerekend kan worden, en de kans op het maken van fouten naar zijn meening geringer is dan bij gebruik van grafieken. Bovendien moesten deze tabellen niet alleen voor den djati, doch ook voor andere houtsoorten dienst doen, en zullen zij in de toekomst waarschijnlijk nog verscheidene malen gebezigd worden; het loonde dus de moeite ze op te stellen. Ten slotte moet worden medegedeeld, dat ze geheel zijn ingericht op het gebruik van rekenmachines en rekentafels (CRELLE, BARLOW, enz.).

Aangezien ervan moest worden afgezien deze tabellen in haar geheel weer te geven, zijn hier slechts kleine gedeelten als voorbeeld gepubliceerd.

In tabel no. V zijn, gerangschikt naar vormklasse (zoowel $y_{1/20}$ als $y_{1/2}$ [15] klimmen telkens met 0.01 op), eenige vormquotiënten, verspreid over de geheele spil, gegeven [16]. Deze tabel deed bij het onderzoek in hoofdzaak dienst om na te gaan, of de grafische vereffening der boomgegevens (zie verder) in voldoende mate geslaagd was. Zij kan ook voor andere doeleinden gebezigd worden, bijv. om bij gegeven vormklasse of gegeven a, b en c (met behulp van tabel no. VI; zie verder) vormquotiënten, zoo noodig na interpolatie, vlug te vinden (bijv. voor een opwerkingsonderzoek).

Tabel no. VI geeft bij de vormklasse de verschillende factoren met a, b en c in de termen van de rechterleden der vergelijkingen (1) en (8), tabel no. VII de erbij behoorende factoren met x en eventueele breuken, voor procentische hoogten met 0.1% opklimmend. Met behulp van beide tabellen kunnen dus willekeurige vormquotiënten voor de spil en vormgetallen van willekeurige stamstukken nauwkeurig berekend worden. Ten einde vergissingen uit te sluiten, zijn in diverse kolommen van de ééne tabel tusschen haakjes de factoren van de andere, waarmede vermenigvuldigd moet worden, vermeld. Verder kan tabel no. VI gebruikt worden om bij gegeven vormklasse de erbij behoorende a, b en c te vinden of omgekeerd.

In tabel no. VIII vindt men, ingedeeld volgens de vormklasse, vormgetallen voor de geheele spil en voor stamstukken. Hieruit blijkt, dat

rekening is gehouden met stronkhoogten van respectievelijk 0.5, 1.0 en 1.5% der boomhoogte. Door berekening van verschillen, zoo noodig na interpolatie, kan met behulp van deze tabel vlug het vormgetal van een willekeurig stamstuk gevonden worden.

Tabel no. IX heeft uitsluitend gediend bij de inrichting der tafels (zie verder). Aangezien als ingang $o_{1.3}$ is gebezigd en nòch van dit kenmerk, nòch van $d_{1.3}$ bij de verwerking der gegevens is gebruik gemaakt, moest bij gegeven boomhoogte (h), a, b, c en $d_{1.4}$ via $y_{1.3}$ $d_{1.3}$ berekend worden en daaruit $o_{1.3}$ worden afgeleid.

Laatstgenoemde tabel vergemakkelijkt een nauwkeurige bepaling van $y_{1.3}$. Aangezien in de boom- en de stamtafel h in volle meters wordt vermeld, is dat ook in deze tabel gedaan.

Op geheel dezelfde wijze zijn ook tabellen voor de berekening van $y_{1.5}$, $y_{1.7}$ en $y_{5.0}$ opgesteld; zij worden daarom hier niet weergegeven.

Er dient op gewezen te worden, dat het mogelijk is om bij de opstelling van tabellen, zooals hierboven besproken zijn, het werk op verschillende manieren te vereenvoudigen. De berekening bijv. van a, b en c bij gegeven vormklasse $y_{1/20}$, $y_{1/2}$ (zie tabel no. VI) komt neer op de oplossing van a, b en c uit het volgende stelsel van vergelijkingen:

$$\left.\begin{aligned} y_{1/20} &= ax_{1/20}+bx_{1/20}^{\,2}+cx_{1/20}^{\,3} \\ y_{1/4} &= ax_{1/4}+bx_{1/4}^{\,2}+cx_{1/4}^{\,3} \\ y_{1/2} &= ax_{1/2}+bx_{1/2}^{\,2}+cx_{1/2}^{\,3} \end{aligned}\right\} \text{[17]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Nu is $y_{1/4} = x_{1/4} = 1$, terwijl men, tot op 7 decimalen afgerond [18], voor de overige x-waarden vindt:

$$x_{1/20} = 1.2666667, \qquad x_{1/20}^{\,2} = 1.6044444, \qquad x_{1/20}^{\,3} = 2.0322963,$$
$$x_{1/2} = 0.6666667, \qquad x_{1/2}^{\,2} = 0.4444444, \qquad x_{1/2}^{\,3} = 0.2962963.$$

Met voordeel kan hier met determinanten gewerkt worden. Schrijft men voor den determinant van het stelsel

$$\begin{vmatrix} x_{1/20} & x_{1/20}^{\,2} & x_{1/20}^{\,3} \\ 1 & 1 & 1 \\ x_{1/2} & x_{1/2}^{\,2} & x_{1/2}^{\,3} \end{vmatrix} = D,$$

en voor de minoren, waarbij de elementen van de i^{de} rij en de k^{de} kolom in D geschrapt zijn, D_{ik}, dan is:

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{y_{1/20}\,D_{11}-D_{21}}{D}+y_{1/2}\frac{D_{31}}{D} \\ b &= \frac{-y_{1/20}\,D_{12}+D_{22}}{D}-y_{1/2}\frac{D_{32}}{D} \\ c &= \frac{y_{1/20}\,D_{13}-D_{23}}{D}+y_{1/2}\frac{D_{33}}{D} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

Voor D en zijne minoren vindt men:

$$D = -0.0450370,$$

$$D_{11} = -0.1481481, \quad D_{12} = -0.3703704, \quad D_{13} = -0.2222222,$$
$$D_{21} = -0.4278518, \quad D_{22} = -0.9795556, \quad D_{23} = -0.5066667,$$
$$D_{31} = -0.4278518, \quad D_{32} = -0.7656295, \quad D_{33} = -0.3377777.$$

Wanneer men bijv. voor de vormklassen $y_{1/20} = 1.28$, $y_{1/2} = 0.80$, 0.81, enz. de a's wenscht te kennen, moet de eerste vergelijking in (10) worden toegepast.

Voor $y_{1/20} = 1.28$, $y_{1/2} = 0.80$ krijgt men:

$$\frac{y_{1/20} D_{11} - D_{21}}{D} = \frac{1.28 \times -0.1481481 + 0.4278518}{-0.0450370} = -5.289478$$

$$+ y_{1/2} \frac{D_{31}}{D} = 0.80 \times \frac{0.4278518}{0.0450370} = \frac{+7.600006}{+2.310528}$$

$$a =$$

of, afgerond tot 4 decimalen $a = +2.3105$.

Om de a voor $y_{1/20} = 1.28$, $y_{1/2} = 0.81$ te vinden, is het slechts noodig de vorige a-waarde met

$$0.01 \frac{D_{31}}{D} = 0.095000$$

te vermeerderen, dus $a = +2.310528 + 0.095000 = +2.4055$, enz. Men heeft op deze wijze automatisch werk voor een optelmachine gekregen.

De a's voor de vormklasse-series, waarbij $y_{1/20}$ 0.01 grooter of kleiner is, worden uit de vorige serie verkregen door elke a te vermeerderen of te verminderen met

$$0.01 \frac{D_{11}}{D} = 0.032895,$$

zoodat alles tot optelwerk is vereenvoudigd.

De b's en c's worden met behulp van (10) op overeenkomstige wijze gevonden. Men zou natuurlijk kunnen volstaan met de berekening van bijv. a en b. Beter is het echter alle drie parameters op de beschreven wijze te behandelen, zoodat met behulp van de vergelijking $a+b+c = 1$ contrôle kan plaats hebben.

Ook de y's in de kolommen van tabel no. V vormen gewone rekenkundige reeksen. Men kan bij de opstelling van deze tabel dus volstaan door telkens voor constante $y_{1/20}$ de gewenschte y's voor twee ver uiteenliggende waarden van $y_{1/2}$ te berekenen met behulp van vergelijking (1); de tusschenliggende waarden van deze y's worden daarna door lineaire interpolatie afgeleid.

Waar de getallen in de kolommen reeksen van hoogere orde vormen, hangt het van de omstandigheden af, welke weg het best gevolgd kan worden. Voor tabel no. VI bijv. is het practisch om a^2, ab, bc, ac, b^2 en c^2 uit a, b en c met een rekenmachine te bepalen; voor (b^2+2ac) bezigt men daarna een optelmachine. Contrôle is weer mogelijk door gebruik te maken van de vergelijking $a^2+b^2+c^2+2ab+2ac+2bc = 1$.

Bovenstaande directe berekening zou echter buitengewoon omslachtig zijn voor de vormgetallen bij de opstelling van tabel no. VIII, omdat dan telkens vergelijking (8) zou moeten worden toegepast.

In zoo'n geval is het beter gebruik te maken van interpolatie-vergelijkingen, door verschillende mathematici opgesteld (NEWTON, STIRLING, BESSEL, EVERETT, enz.). De vergelijking van NEWTON [19] luidt bijv.:

$$u_\xi = u_0 + \xi \Delta u_0 + B\Delta^2 u_0 + C\Delta^3 u_0 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Voorbeeld. [*Example.*]

Tabel no. V. [*Table no. V.*]

Hulptabel voor de bepaling van echte vormquotiënten (y), behoorende bij gegeven vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$).

[*Auxiliary table for determination of true form quotients (y), belonging to a given form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$).*]

$\underline{y_{1/2}}$	y_0	$y_{1/200}$	$y_{1/100}$	$y_{3/200}$	$y_{1/8}$	$y_{3/8}$	$y_{5/8}$	$y_{3/4}$	$y_{7/8}$	$\underline{y_{1/2}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	$\underline{y_{1/20}=1.28}$								$\underline{y_{1\ 20}=1.28}$	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.80	1.382	1.372	1.361	1.350	1.154	.892	.694	.546	.324	.80
.81	1.385	1.373	1.362	1.351	1.152	.897	.709	.561	.335	.81
.82	1.387	1.375	1.364	1.353	1.151	.901	.723	.577	.347	.82
.83	1.389	1.377	1.366	1.354	1.149	.906	.738	.592	.358	.83
.84	1.391	1.379	1.367	1.356	1.148	.910	.752	.608	.370	.84
.85	1.394	1.381	1.369	1.357	1.146	.915	.766	.623	.381	.85
.86	1.396	1.383	1.371	1.359	1.145	.919	.781	.639	.393	.86
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Hierin is u_o de uitgangswaarde, u_ξ de gezochte waarde; B, C, ... zijn de binomiaal-coëfficiënten $\frac{\xi(\xi-1)}{2!}$, $\frac{\xi(\xi-1)(\xi-2)}{3!}$, ..., terwijl Δu_o, $\Delta^2 u_o$, ..., de verschillen van de eerste, tweede, enz. orde voorstellen.

Wenscht men bijv. voor $y_{1/20} = 1.17$ en $y_{1/2} = 0.76, 0.77, \ldots, 0.90$ de vormgetallen $f_{12.5 \rightarrow 100.0\%}$ te kennen, dan wordt begonnen voor $y_{1/2} = 0.60$, 0.80 en 1.00 met behulp van vergelijking (8) de verlangde f's te berekenen. Men vindt respectievelijk 0.354060, 0.479168 en 0.674580.

Aangezien de getallen in de kolommen van genoemde tabel reeksen van de tweede orde vormen, de verschillen van hoogere orde dan twee dus 0 zijn, is het onnoodig meer waarden direct te bepalen. Voor de verschillen krijgt men dan:

$y_{1/2}$	u	Δu	$\Delta^2 u$
0.60	0.354060		
		+0.125108	
0.80	0.479168		+0.070304
		+0.195412	
1.00	0.674580		

Voorbeeld. [*Example.*]

Tabel no. VI. [*Table no. VI.*]

Hulptabel voor berekening van echte vormquotiënten (y) en echte stamvormgetallen (f), behoorende bij gegeven vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$).

Te bezigen met de tabellen nos. VII en IX.

[*Auxiliary table for computation of true form quotients (y) and true form factors for the stem (f), belonging to a given form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$).*]

[*To use with the tables nos. VII and IX.*]

$y_{1/2}$	a [$\times x$]	b [$\times x^2$]	c [$\times x^3$]	a^2 [$\times {}^1/_4 x^3$]	ab [$\times {}^3/_8 x^4$]	(b^2+2ac) [$\times {}^3/_{20} x^5$]	bc [$\times {}^1/_4 x^6$]	c^2 [$\times {}^3/_{28} x^7$]	$y_{1/2}$
	+	—	+	+	—	+	—	+	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$\frac{y_{1/20}=}{1.28}$							$\frac{y_{1/20}=}{1.28}$	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.80	2.3105	2.3763	1.0658	5.3385	5.4906	10.5720	2.5327	1.1359	.80
.81	2.4055	2.5463	1.1408	5.7866	6.1252	11.9722	2.9048	1.3014	.81
.82	2.5005	2.7163	1.2158	6.2527	6.7922	13.4586	3.3025	1.4781	.82
.83	2.5955	2.8863	1.2908	6.7368	7.4915	15.0314	3.7256	1.6661	.83
.84	2.6905	3.0563	1.3658	7.2390	8.2231	16.6905	4.1743	1.8654	.84
.85	2.7855	3.2263	1.4408	7.7592	8.9870	18.4359	4.6484	2.0759	.85
.86	2.8805	3.3963	1.5158	8.2975	9.7832	20.2765	5.1481	2.2976	.86
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Wanneer voor $u_o = 0.354060$ gekozen wordt, is $\Delta u_o = +0.125108$ en $\Delta^2 u_o = +0.070304$, terwijl voor $y_{1/2} = 0.76, 0.77, \ldots$. $\xi = 0.80, 0.85, \ldots$..

De binomiaal-coëfficiënten voor de verschillende argumentswaarden kan men berekenen; gemakkelijker echter is het gebruik te maken van tabellen, welke in diverse werken te vinden zijn [20].

Voor $\xi = 0.80$ is $B = -0.08000$, voor $\xi = 0.85$ $B = -0.06375$, voor $\xi = 0.90$ $B = -0.04500$, enz. Door toepassing van vergelijking (11) krijgt men dan:

Voorbeeld. [*Example.*]

Tabel no. VII. [*Table no. VII.*]

Hulptabel voor berekening van echte vormquotiënten (y) en echte stamvormgetallen (f).

Te bezigen met tabel no. VI.

[*Auxiliary table for computation of true form quotients* (y) *and true form factors for the stem* (f).]

[*To use with table no. VI.*]

Afstand in % van de boomhoogte, gemeten (*Distance in % of total height, measured*)		x	x^2	x^3	$^1/_4\, x^3$	$^3/_8\, x^4$	$^3/_{20}\, x^5$	$^1/_4\, x^6$	$^3/_{28}\, x^7$	Afstand in % van de boomhoogte, gemeten van den grond af.
van den top af. (*from the tip.*)	van den grond af. (*from the ground.*)	$[\times a]$	$[\times b]$	$[\times c]$	$[\times a^2]$	$[\times ab]$	$[\times (b^2 + 2ac)]$	$[\times bc]$	$[\times c^2]$	(*Distance in % of total height, measured from the ground.*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
47.0	53.0	.6267	.3927	.2461	.061$\underline{5}$	.0578	.0145	0.151	.0041	53.0
46.9	53.1	.6253	.3910	.244$\underline{5}$	.0611	.0573	.0143	.0149	.0040	53.1
46.8	53.2	.6240	.3894	.2430	.0607	.0569	.0142	.0148	.0039	53.2
46.7	53.3	.6227	.3877	.2414	.0604	.0564	.0140	.0146	.0039	53.3
46.6	53.4	.6213	.3861	.2399	.0600	.0559	.0139	.0144	.0038	53.4
46.5	53.5	.6200	.3844	.2383	.0596	.0554	.0137	.0142	.0038	53.5
46.4	53.6	.6187	.3827	.2368	.0592	.0549	.0136	.0140	.0037	53.6
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Voorbeeld. [*Example.*]

Tabel no. VIII. [*Table no. VIII.*]

Hulptabel voor de bepaling van echte stamvormgetallen (*f*), behoorende bij gegeven vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$).

[*Auxiliary table for determination of true form factors for the stem (f), belonging to a given form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$).*]

$y_{1/2}$	Echt stamvormgetal (*f*) — [*True form factor for the stem (f)*]												$y_{1/2}$
	$f_{0\rightarrow 100.0\%}$	$f_{0.5\rightarrow 100.0\%}$	$f_{1.0\rightarrow 100.0\%}$	$f_{1.5\rightarrow 100.0\%}$	$f_{5.0\rightarrow 100.0\%}$	$f_{12.5\rightarrow 100.0\%}$	$f_{25.0\rightarrow 100\%}$	$f_{37.5\rightarrow 100\%}$	$f_{50.0\rightarrow 100.0\%}$	$f_{62.5\rightarrow 100.0\%}$	$f_{75.0\rightarrow 100.0\%}$	$f_{87.5\rightarrow 100\%}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	$y_{1/20}=1.28$											$y_{1/20}=1.28$	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.80	.693	.683	.674	.665	.605	.494	.350	.239	.149	.079	.030	.005	.80
.81	.701	.692	.683	.673	.613	.502	.359	.247	.156	.083	.032	.005	.81
.82	.710	.700	.691	.682	.621	.511	.368	.25$\underline{5}$	.163	.088	.034	.006	.82
.83	.719	.709	.700	.690	.630	.520	.377	.264	.170	.092	0.36	.006	.83
.84	.728	.718	.709	.699	.639	.529	.386	.273	.177	.097	.038	.006	.84
.85	.737	.727	.718	.708	.648	.538	.39$\underline{5}$	.282	.184	.102	.040	.007	.85
.86	.746	.736	.727	.718	.657	.547	.405	.291	.192	.107	.042	.007	.86
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

$y_{1/20} = 1.17$

$y_{1/2}$	u_o	$\xi\Delta u_o$	$B\Delta^2 u_o$	$f_{12.5\rightarrow 100.0\%}$
0.76	0.354060	0.80×0.125108	-0.08000×0.070304	0.449
0.77	0.354060	0.85×0.125108	-0.06375×0.070304	0.456
0.78	0.354060	0.90×0.125108	-0.04500×0.070304	0.463
:	:	:	:	:

De vermenigvuldigingen in de kolommen zijn vlug te verrichten, omdat steeds één getal in de rekenmachine blijft; een optelmachine, welke tevens voor aftrekken is ingericht, geeft daarna de verlangde *f*'s.

Voorbeeld. [*Example.*]

Tabel no. IX. [*Table no. IX.*]

Hulptabel voor berekening van het echte vormquotiënt ($y_{I.3}$).

(Te bezigen met tabel no. VI.)

[*Auxiliary table for computation of true form quotient ($y_{I.3}$).*]

[*To use with table no. VI.*]

Boomhoogte (*Total height*) m	Afstand van $d_{I.3}$ in % van de boomhoogte, gemeten (*Distance of $d_{I.3}$ in % of total height, measured*)		$x_{I.3}$ [$\times a$]	$x_{I.3}^2$ [$\times b$]	$x_{I.3}^3$ [$\times c$]
	van den top af. (*from the tip.*)	van den grond af. (*from the ground.*)			
1	2	3	4	5	6
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
20	93.500	6.500	1.2467	1.5542	1.9375
21	93.810	6.190	1.2508	1.5645	1.9568
22	94.091	5.909	1.2545	1.5739	1.9745
23	94.348	5.652	1.2580	1.5825	1.9907
24	94.583	5.417	1.2611	1.5904	2.0057
25	94.800	5.200	1.2640	1.5977	2.0195
26	95.000	5.000	1.2667	1.6044	2.0323
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Uit het bovenstaande moge voldoende blijken, dat bij de opstelling van tabellen tijd bespaard kan worden, door van alle omstandigheden partij te trekken.

Het is steeds van belang te onderzoeken, of de getallen in de kolommen of de rijen van op te stellen tabellen reeksen van eenvoudigen aard vormen. Want is zooiets het geval, dan bestaat de mogelijkheid door toepassing van interpolatie-vergelijkingen het rekenwerk te vereenvoudigen, zonder dat de uitkomsten wat betreft nauwkeurigheid ten achter staan bij die van directe berekeningen.

§ 3. Het aanpassingsvermogen van de gebezigde stamvormvergelijking.

In het volgende zal getracht worden aannemelijk te maken, dat de in de vorige paragraaf besproken stamvormvergelijking bij den djati goede diensten bewijst en ook voor verschillende andere houtsoorten bruikbaar is. Uit het medegedeelde in het vorige hoofdstuk en ook uit een vroeger opstel (1930) blijkt voldoende, dat het weinig zin heeft om voor den djati vergelijkingen te trekken tusschen formules, door andere onderzoekers gebezigd, in het bijzonder tusschen die formules, welke geen rekening houden met den wortelaanloop.

Voor het djatimateriaal is het verder bezwaarlijk om, zooals verschillende onderzoekers (bijv. BEHRE-1927) gedaan hebben, eerst voor groepen van boomen (gerangschikt naar vormklasse) gemiddelde cijfers te berekenen, en voor deze gemiddelden de mate van aanpassing aan uitkomsten met behulp van de gebezigde vergelijking te toetsen. Immers, als gevolg van de toegepaste methode van opmeting loopen — met uitzondering van enkele bijzondere diameters (op $^1/_{20}$, $^1/_4$ en $^1/_2$ van de boomhoogte) — de relatieve hoogten der bepaalde diameters voor de verschillende boomen uiteen.

Deze moeilijkheid is gedeeltelijk te boven te komen door, zooals verschillende malen anderen gedaan hebben, van elken boom afzonderlijk eerst de meetcijfers grafisch te vereffenen en op de vereffenende stamkrommen diameters of vormquotiënten af te lezen, welke telkens op dezelfde relatieve hoogten gelegen zijn. Het groote nadeel van deze methode is echter, dat door de grafische vereffening een subjectief element wordt ingeschakeld, vooral wanneer de onderzoeker zich daarbij ook nog tot taak stelt den wortelaanloop weg te teekenen.

Doch afgezien van het voorgaande is naar mijn meening in dit stadium een groepeering naar vormklassen en berekening van gemiddelden verwerpelijk. Een dergelijke verwerking der gegevens is pas op haar plaats, nadat aannemelijk is gemaakt, dat de gebezigde vergelijking voldoende aanpassingsvermogen bezit.

Besloten werd daarom na te gaan, in hoeverre de gekozen vergelijking voor een aantal djatistammen boom voor boom bevredigende resultaten vermag te geven. Ten einde den invloed van den waarnemer bij de vereffening geheel uit te schakelen, werd hierbij gebruik gemaakt van de methode der kleinste kwadraten.

Alvorens tot een bespreking van de resultaten van dit onderzoek over te gaan, is het van belang op enkele punten de aandacht te vestigen.

a. Zooals reeds is medegedeeld (hoofdstuk I, § 5, en § 1 van dit hoofdstuk), is het — ook bij de opmetingen van den djati — bij diameter-

bepalingen gebruik alle stamgedeelten, welke naar de meening van den waarnemer eigenaardigheden bezitten, die voor den algemeenen stamvorm inessentieel zijn, te vermijden [21]. Bij den djati kan, vooral bij liggende boomen van flinke afmetingen, ten gevolge van de aanwezigheid van gleuven het zoo op het oog overslaan van dergelijke stamgedeelten lang niet in die mate plaats hebben als bijv. bij verschillende naaldhoutsoorten. Het verloop der diameters vertoont daardoor ondanks deze voorzorg in vele gevallen in tamelijk belangrijke mate onregelmatigheden. Bij de vereffening zal dus aangenomen worden, dat deze waarnemingen behept zijn met „fouten" [22] van toevalligen aard.

b. De afstand van een bepaald stamvlak tot den grond is met een stalen meetband tot in cm gemeten. Bij deze meting worden natuurlijk ook wel fouten gemaakt, doch de procentische waarde ervan is klein vergeleken met die der fouten van de diameterbepaling. Deze afstanden zullen daarom bij de vereffening als vrij van fouten beschouwd worden.

Ook de bepaling van de boomhoogte bij boomen kleiner dan circa 20 m geschiedt practisch zonder fouten. Bij de grootere boomen, vooral die met zware kronen, breken echter de kroontakken bij de velling in meerdere of mindere mate. Hoewel de boomtop bij de meting door aan elkaar passen der daarvoor in aanmerking komende, gebroken kroontakken steeds zoo zorgvuldig mogelijk gereconstrueerd werd, zullen ongetwijfeld in zulke gevallen dikwijls niet te verwaarloozen fouten bij de hoogtebepaling gemaakt worden.

Zoo'n fout is echter voor een bepaalden boom constant; bij de vereffening kan daar dus geen rekening mee gehouden worden [23].

Stelt men voor een bepaald stamvlak den juisten afstand van den boomtop af λ, de juiste boomhoogte h, dan is de gebezigde relatieve ligging van genoemd vlak:

$$x = \frac{4\lambda}{3h}.$$

Maakt men bij de boomhoogtebepaling een fout Δ, dan wordt gevonden:

$$x' = \frac{4(\lambda+\Delta)}{3(h+\Delta)}.$$

De gemaakte fout op x is dus:

$$x' - x = \tfrac{4}{3}\left\{\frac{\lambda+\Delta}{h+\Delta} - \frac{\lambda}{h}\right\} = \frac{4\Delta\,(h-\lambda)}{3h\,(h+\Delta)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

Hoewel deze fout Δ bij den djati nooit bepaald is [24], schat schrijver dezes, dat zij bijv. voor een boom van 30 m hoogte zelden 0.5 m zal over-

schrijden. Voor dit bedrag vindt men voor $^1/_{20}$ en halve boomhoogte volgens formule (12) respectievelijk $\pm$ 0.0011 en $\pm$ 0.011. Maakt men dus bij een grafiek voor de stamkromme gebruik van x, dan verkrijgt men een beeld, dat een weinig verwrongen kan zijn. Deze verwringing wordt naar den boomtop toe grooter; voor den djati bezit zij echter daar geen beteekenis, omdat boven den kroonaanzet geen diameters bepaald worden.

Zou men bij zoo'n grafiek gebruik maken van absolute afstanden, dan zou men ten gevolge van een fout bij de boomhoogtebepaling een beeld van den stam verkrijgen, dat een weinig naar links of rechts verschoven is.

Zooals gezegd, kan bij de vereffening van een stamkromme met de besproken fout geen rekening gehouden worden. Daarom zal deze fout bij de verdere verwerking der cijfers buiten beschouwing gelaten worden.

c. In § 5 van het vorige hoofdstuk is er reeds op gewezen, dat het bij de vereffening gewenscht is uit te gaan van diameters in stede van vormquotiënten, omdat voor de bepaling van laatstgenoemde grootheden de waarschijnlijkste waarde van den foutvrijen basisdiameter bekend moet zijn. Deze waarde wordt echter pas na de vereffening verkregen.

In plaats van formule (1) werd derhalve bij de vereffening gebezigd:

$$d = a'x+b'x^2+c'x^3, \text{ [25]} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

waarin d den diameter voorstelt, en de constanten, ter onderscheiding van die in formule (1), van een accent voorzien zijn.

Voor de vereffening zijn de gegevens van 41 modelboomen, zoowel tot den blijvenden als tot den dunningsopstand behoorend, uitgezocht. Zorg werd verder gedragen, dat de opstanden, waaruit deze modelboomen zijn gekozen, van uiteenloopenden leeftijd (8–105 jaar) en uiteenloopende boniteit (II–V) waren, terwijl slechts boomen mochten worden aangewezen, waarbij een zoo groot mogelijk gedeelte van den stam met behulp van de sectiemethode is gekubeerd [26].

De methode, volgens welke de vereffening heeft plaats gehad, vindt men in handboeken over de methode der kleinste kwadraten onder „indirecte waarnemingen", waarbij aan elke waarneming, dus in dit geval voor een bepaalden boom elke diameterbepaling, hetzelfde gewicht wordt toegekend. Schrijver dezes heeft reeds eerder (1928) deze methode beschreven en een uitgewerkt rekenvoorbeeld daarvan gegeven; zij wordt bovendien in diverse werken zoo tot in details behandeld en met vele voorbeelden toegelicht [27], dat — ter besparing van ruimte — ervan zal worden afgezien hier nog eens een uitvoerig voorbeeld te geven.

Wel is het goed op enkele punten te wijzen, welke van gewicht zijn, wanneer men zulk een zeer tijdroovend vereffeningswerk op groote schaal wenscht aan te vatten (behalve bij den djati werd genoemd onderzoek ook gedaan bij circa 130 boomgegevens van verschillende wildhoutsoorten; zie verder).

a. Zooals ook in diverse leerboeken met nadruk vermeld wordt, is het onpractisch om bij de vereffening van de vergelijking zelf, dus hier van formule (13) gebruik te

maken, omdat men dan gewoonlijk gedwongen is met groote getallen te werken ten einde voldoend nauwkeurige uitkomsten te verkrijgen. Het is daarom — ook in het besproken geval, dat de functie reeds den voor de vereffening vereischten lineairen vorm bezit — aan te bevelen om voor de grootheden, waarvoor de waarschijnlijkste waarden gezocht moeten worden (a', b' en c'), voorloopig op een of andere eenvoudige wijze benaderde waarden a'', b'' en c'' op te sporen.

Bij dit onderzoek werden deze grootheden meestal gevonden door voor elken boom de diameters op de erbij behoorende x-waarden in een grafiekje uit te zetten en op grond van de zoo verkregen punten een vereffenende lijn te trekken. Daarna werden, goed over den stam verdeeld, drie diameters uitgekozen (één dicht bij den kroonaanzet, één in het midden van het takvrije stamstuk en één dicht bij den boomvoet). Met behulp van deze drie diameters en de daarbij behoorende x-waarden werden de benaderde parameterwaarden a'', b'' en c'' volgens (13) berekend.

De waarschijnlijkste parameterwaarden verkrijgt men door de benaderde waarden met zekere bedragen te corrigeeren, zoodat:

$$a' = a'' + \Delta a'', \quad b' = b'' + \Delta b'', \quad c' = c'' + \Delta c'' \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

Vergelijking (13) wordt dus:

$$d = (a''x + b''x^2 + c''x^3) + (\Delta a'' . x + \Delta b'' . x^2 + \Delta c'' . x^3) \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

Stelt men verder:

$$\left.\begin{array}{l} (a''x + b''x^2 + c''x^3) = d' \text{ (benaderde diameter),} \\ d' - d = -l, x = p, x^2 = q \text{ en } x^3 = r, \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

dan neemt de foutvergelijking den volgenden vorm aan:

$$v = -l + p\,\Delta a'' + q\,\Delta b'' + r\,\Delta c'' \text{ [28]} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

Voor een boom moet dus elke waargenomen diameter met een bedrag v verbeterd worden om overeenstemming te bereiken met de waarschijnlijkste parameterwaarden. Zooals bekend is, worden bij toepassing van de methode van GAUSS laatstgenoemde waarden verkregen als gevolg van de voorwaarde, dat de som van de kwadraten der verbeteringen een minimum zij.

Voert men deze sommatie voor vergelijking (17) over alle diameterwaarnemingen uit, dan eischt de minimum-voorwaarde, dat van de som van de kwadraten der verbeteringen v — in de notatie van GAUSS door $[vv]$ aangegeven — de partieele differentiaal-quotiënten naar respectievelijk $\Delta a''$, $\Delta b''$ en $\Delta c''$ gelijk aan 0 zijn. Het is gebruik de drie zoo verkregen vergelijkingen normaalvergelijkingen te noemen.

Ten einde bij de oplossing der normaalvergelijkingen met getallen van ongeveer dezelfde grootte-orde te werken, verdient het vaak aanbeveling in vergelijking (17) p, q of r met een zekeren factor te vermenigvuldigen. Als compensatie moet dan de erbij behoorende $\Delta a''$, $\Delta b''$ of $\Delta c''$ door denzelfden factor gedeeld worden. Na de oplossing dient natuurlijk de gewijzigde correctiefactor weer zijn juiste waarde gegeven te worden.

b. Wanneer sommaties, welke over alle waarnemingen voltrokken moeten worden, door haakjes worden aangegeven, luiden de normaalvergelijkingen:

$$\left.\begin{array}{l} [pp]\,\Delta a'' + [pq]\,\Delta b'' + [pr]\,\Delta c'' - [pl] = 0 \\ [pq]\,\Delta a'' + [qq]\,\Delta b'' + [qr]\,\Delta c'' - [ql] = 0 \\ [pr]\,\Delta a'' + [qr]\,\Delta b'' + [rr]\,\Delta c'' - [rl] = 0 \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

Daar, zooals reeds eerder is medegedeeld, de berekeningen in hoofdzaak worden gedaan door Inlandsch lager personeel, dat in het doel van het werk geen inzicht heeft, was het zaak alles zoover mogelijk te vereenvoudigen en te schematiseeren. Men kan dit bereiken door gebruik te maken van de bekende eliminatiemethode van GAUSS en hieraan tevens de zoogenaamde S-contrôle te verbinden.

Hiertoe voert men een nieuwe grootheid S in, welke voor elke diameterbepaling ge-

lijkgesteld wordt aan het tegengestelde van de som der constanten in het rechterlid van foutvergelijking (17). Men heeft derhalve:

$$p+q+r-l=-S \text{ of } p+q+r-l+S=0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

Past men voor de bepaling der onbekenden $\Delta a''$, $\Delta b''$ en $\Delta c''$ uit de normaalvergelijkingen (18) de eliminatie-methode van GAUSS met behulp van reductietrappen toe (zie verder), dan wordt door de invoering van S een systeem van coëfficiënten verkregen, alsof men met vier instede van drie onbekenden te maken heeft.

Het groote voordeel van deze contrôle is wel, dat men er in de meeste gevallen mede voorkomt, dat elke berekening — zooals anders hier gebruikelijk is — door twee personen, onafhankelijk van elkaar, moet worden verricht. De contrôle zelf werd aan het middelbaar personeel opgedragen, dat toezicht op het rekenwerk houdt. Fouten, enz. zijn dan practisch uitgesloten.

Tevens krijgt men een indruk van den invloed van de toegepaste afronding der cijfers; de sluitfouten worden namelijk als gevolg van deze afronding bij elken volgenden reductietrap steeds grooter. Het is daarom raadzaam om een vereffeningsberekening eerst zelf geheel te verrichten en het vraagstuk aan alle kanten te bezien, vóórdat dit werk aan het lagere personeel wordt overgelaten.

In verschillende leerboeken worden handige schema's gegeven, geschikt voor het gebruik van logarithmentafels, rekenmachines, rekentafels of rekenlinialen. Schrijver dezes heeft gebruik gemaakt van een schema, in JORDAN-1920 (blz. 62–65, 83–86) weergegeven; het leent zich bijzonder goed voor vermenigvuldig- en optelmachines. Bijgaand voorbeeld (tabel no. X) dient voor de bepaling van $\Delta c''$; tevens worden verschillende grootheden bepaald, noodig voor de bèrekening van middelbare fouten.

Nadat men met behulp der boomgegevens de coëfficiënten der normaalvergelijkingen en de diverse S-waarden heeft bepaald, worden deze in het schema onder de teekens, waarbij ze behooren, geplaatst (groote letters in A van tabel no. X), waarna met een optelmachine, welke tevens voor aftrekken is ingericht, de S-contrôles worden uitgevoerd (bijv. $[pr]+[qr]+[rr]-[rl]+[rS]=0$). Wordt bij zoo'n contrôle als gevolg van afrondingsfouten niet precies 0 verkregen, dan wordt deze uitkomst op de daarvoor bestemde plaats onder „Contrôle" genoteerd.

Wanneer, zooals hier, vele vereffeningen moeten worden gedaan, verdient het voor het verdere werk aanbeveling een ver doorgevoerde arbeidsverdeeling toe te passen. De breuken links in A (kleine letters) werden op alle formulieren berekend door een persoon met behulp van een rekenmachine, welke voor automatisch deelen is ingericht (bijv. de „Madas"). De vermenigvuldigingen $-\frac{[pq]}{[pp]} \times [pq]$, $-\frac{[pq]}{[pp]} \times [pr]$, enz. geschiedden weer door een anderen persoon, evenals de daarop volgende optellingen of aftrekkingen (bijv. $[qq]-\frac{[pq]}{[pp]}[pq]=[qq.1]$), noodig voor de bepaling der coëfficiënten van de eerste, gereduceerde vergelijkingen. Laatstgenoemde persoon schrijft dan tevens de uitkomsten in onder de erbij behoorende teekens (groote letters) in B en verricht ook de S-contrôles (bijv. $-[ql.1]-[rl.1]+[ll.1]-[lS.1]=0$).

Daarna heeft men voor B een herhaling van het bovengeschetste werk en worden ten slotte de coëfficiënten der tweede, gereduceerde vergelijkingen in C ingeschreven, enz.

Behalve de waarschijnlijkste waarde voor de correctie $\Delta c''=\frac{[rl.2]}{[rr.2]}$, vindt men op deze wijze de som van de kwadraten der verbeteringen $[vv]=[ll.3]=[lS.3]$ en het gewicht $[rr.2]$ van $\Delta c''$. Het is dan tevens mogelijk middelbare fouten te berekenen. Op overeenkomstige wijze vindt men $\Delta a''$ en $\Delta b''$ door de grootheden in tabel no. X in een andere volgorde te behandelen. Hierbij is het natuurlijk onnoodig steeds het geheele schema te volgen.

Om vergissingen in de teekens te voorkomen, dient het rekenpersoneel er op gewezen te worden, dat grootheden, waarin tweemaal dezelfde letter voorkomt, steeds positief

Tabel no. X. [*Table no. X.*]

Voorbeeld van een schema voor de oplossing der normaalvergelijkingen.

[*Example of a scheme for the solution of the normal equations.*]

						Contrôle (*Check*)
A	$[pp]$	$[pq]$	$[pr]$	$-[pl]$	$[pS]$	–
		$[qq]$	$[qr]$	$-[ql]$	$[qS]$	–
$-\frac{[pq]}{[pp]}\times$		$[pq]$	$[pr]$	$-[pl]$	$[pS]$	
			$[rr]$	$-[rl]$	$[rS]$	–
$-\frac{[pr]}{[pp]}\times$			$[pr]$	$-[pl]$	$[pS]$	
				$[ll]$	$-[lS]$	–
$\frac{[pl]}{[pp]}\times$				$-[pl]$	$[pS]$	
B		$[qq.1]$	$[qr.1]$	$-[ql.1]$	$[qS.1]$	–
			$[rr.1]$	$-[rl.1]$	$[rS.1]$	–
$-\frac{[qr.1]}{[qq.1]}\times$			$[qr.1]$	$-[ql.1]$	$[qS.1]$	
				$[ll.1]$	$-[lS.1]$	–
$\frac{[ql.1]}{[qq.1]}\times$				$-[ql.1]$	$[qS.1]$	
C			$[rr.2]$	$-[rl.2]$	$[rS.2]$	–
				$[ll.2]$	$-[lS.2]$	–
$\frac{[rl.2]}{[rr.2]}\times(=\Delta c'')$				$-[rl.2]$	$[rS.2]$	
D				$[ll.3]$	$-[lS.3]$	–

moeten zijn. Verder kan men het personeel het ezelsbruggetje voor de teekenvolgorde inprenten, dat bijv. JORDAN-1920 (blz. 63 en 64) geeft.

Als voorbeeld wordt gekozen modelboom 12 (boomhoogte $h = 17.4$ m; kroonaanzethoogte $ka = 11.8$ m) van den dunningsopstand (DO) bij de opname in 1927 van proefperk no. 70 (toen 27 jaar oud). De gekozen benaderingsvergelijking luidde:

$$d' = 29.83\,x - 29.30\,x^2 + 11.73x^3.$$

De waarschijnlijkste waarden voor de correcties op grond van de vereffening waren:

$$\Delta a'' = 1.101, \quad \Delta b'' = -2.673 \text{ en } \Delta c'' = 1.486.$$

De waarschijnlijkste vergelijking is dus:

$$d = (29.83+1.101)x - (29.30+2.673)x^2+(11.73+1.486)x^3 \text{ of}$$
$$d = 30.931x - 31.973x^2+13.216x^3 \ldots\ldots\ldots \text{(20a)}$$

Geeft men x de waarde 1, dan verkrijgt men den vereffenden $d_{1/4}$:

$$d_{1/4} = 30.931 - 31.973+13.216 = 12.174 \text{ cm.}$$

Om de vergelijking als een betrekking tusschen het vormquotiënt en den relatieven afstand van den boomtop volgens (1) te schrijven, moeten het linker- en rechterlid van (20a) door $d_{1/4}$ gedeeld worden. Men krijgt dan:

$$\frac{d}{d_{1/4}} = y = 2.541x - 2.626x^2+1.085x^3 \ldots\ldots\ldots \text{(21a)}$$

Het aantal diameterbepalingen was in dit geval 13; met behulp van $[vv]$ werd hier voor de middelbare fout per waarneming gevonden $\mu' = \pm 0.251$ cm.

Verder werden met behulp van μ' en de gewichten $[pp.2]$, $[qq.2]$ en $[rr.2]$ van de vereffende parameterwaarden de middelbare fouten van laatstgenoemde waarden berekend; de volgende uitkomsten werden verkregen:

$$\mu'_{a'} = \pm 1.836, \quad \mu'_{b'} = \pm 3.749 \text{ en } \mu'_{c'} = \pm 1.858.$$

Men kan dus vergelijking (20a) met aangegeven fouten als volgt schrijven:

$$d_{\pm 0.251} = 30.931_{\pm 1.836}x - 31.973_{\pm 3.749}x^2+13.216_{\pm 1.858}x^3 \ldots \text{(20b)}$$

Voert men in bovenstaande vergelijking het vormquotiënt in, dan moeten ook de fouten door $d_{1/4}$ gedeeld worden [29], zoodat

$$y_{\pm 0.021} = 2.541_{\pm 0.151}x - 2.626_{\pm 0.308}x^2+1.085_{\pm 0.153}x^3 \ldots\ldots \text{(21b)}$$

In figuur no. 3 is de kromme (no. 12), door bovenstaande vergelijking voorgesteld, weergegeven. De kruisjes markeeren de berekende vormquotiënten, dat zijn de waargenomen diameters gedeeld door den vereffenden $d_{1/4}$.

In tabel no. XI zijn van de 41 onderzochte modelboomen de voornaamste cijfers en gegevens vermeld. Voor een onderlinge vergelijking hebben slechts de cijfers voor de vormquotiënten, dus als die in vergelijking (21b), waarde; met behulp van $d_{1/4}$ kan men dan — zoo dit gewenscht wordt — de cijfers voor de diameters als die in vergelijking (20b) calculeeren.

De boomen zijn in deze tabel volgens den leeftijd gerangschikt; uit de cijfers in kolom 11 blijkt, dat de middelbare fout van het berekende vormquotiënt practisch daarvan onafhankelijk is. Hetzelfde geldt ook ten

Tabel no. XI.

Uitkomsten van de vereffening van 41 modelboomwaarnemingen

[Results of the adjustment of observation data of 41 sample trees

Volgnummer (*Successive number*)	Modelboom-nummer (*Number of sample tree*)	Proefperknummer en ligging (*Number of sample plot and situation*	Jaar van opname (*Year of measurement*)	Leeftijd (*Age*) Jaar (*Year*)	*h* m	*ka* m	$gd_{1/4}$ Gemeten (*Measured*)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	21 DO	111 – Blitar-Gadoengan	1927	8	11.4	5.6	8.5
2	42 „	109a– „	1927	8	15.3	8.4	10.9
3	72 TO-BO	109b– „	1927	8	14.0	6.9	10.2
4	12 KO-BO	109b– „	1927	8	13.6	8.9	–
5	62 DO	36 – Kendal-Kalibodri	1924	16	20.0	10.2	17.8
6	41 „	46 – Pati-Ngarengan	1926	18	20.1	13.8	15.4
7	32 BO	124 – Madioen-Tjaroeban	1926	20	14.0	8.7	14.3
8	21 „	116b– Ponorogo-W. Ponorogo	1927	20	13.5	7.5	11.0
9	22 „	124 – Madioen-Tjaroeban	1926	20	14.0	8.1	11.4
10	53 DO	116 – Ponorogo-W. Ponorogo	1926	20	13.8	9.2	10.8
11	32 BO	60 – Blora-Ngawen	1927	26	21.0	13.6	20.2
12	12 DO	70 – Djatirogo-Ngidjo	1927	27	17.4	11.8	12.2
13	23 BO	70 – „	1927	27	20.4	15.6	17.1
14	23 DO	52 – Poerwodadi-N. Kradenan	1927	29	26.8	20.3	22.6
15	11 „	53 – Poerwodadi-N.W. Wirosari ...	1927	31	24.0	14.5	19.4
16	13 „	57 – Blora-Bandjaredjo	1927	31	23.0	14.8	18.2
17	22 BO	59 – Blora-Ngawen	1927	33	26.1	17.1	27.0
18	12 „	69 – Djatirogo-Ngidjo	1927	35	27.0	20.3	22.6
19	23 „	123 – Madioen-Tjaroeban	1926	38	19.6	11.6	17.6
20	21 „	58 – Blora-Ngawen	1927	38	25.0	13.6	24.0
21	23 „	123 – Madioen-Tjaroeban	1926	38	19.6	11.6	17.6
22	12 DO	56 – Poerwodadi-Kradenan	1927	41	28.2	18.8	26.1
23	24 „	65 – Kebonhardjo-Toeder	1927	44	26.8	19.3	23.7
24	21 BO	65 – „	1927	44	27.4	17.1	26.5
25	32 „	119 – Walikoekoen-N. Walikoekoen .	1926	48	18.8	11.7	19.5
26	31 DO	120 – „ .	1926	48	18.8	12.4	16.8
27	22 BO	120 – „ .	1926	48	18.8	12.6	21.8
28	12 DO	37b– Kendal-Soebah	1924	52	28.2	16.9	36.8
29	14 LO	37b– „	1924	52	26.0	16.0	35.8
30	12 DO	47 – Pati-Ngarengan	1926	61	19.1	11.1	14.1
31	23 BO	47 – „	1926	61	23.6	13.9	26.1
32	24 DO	68 – Djatirogo-Ngidjo	1927	64	33.0	18.5	–
33	23 „	68 – „	1927	64	35.8	20.8	32.0
34	22 BO	118 – Padangan-Wadeng.....	1926	78	34.8	17.0	50.9
35	12 DO	118 – „	1926	78	35.6	21.9	41.5
36	23 „	118 – „	1926	78	35.0	19.7	44.1
37	11 „	96 – Tjepoe-Ledok	1927	85	38.0	25.5	34.3
38	13 „	117 – Padangan-Wadeng.....	1926	86	35.4	21.5	37.4
39	11 BO	61 – Blora-Koendoeran	1927	105	34.9	23.6	37.5
40	12 DO	61 – „	1927	105	37.0	24.2	35.1
41	23 BO	61 – „	1927	105	36.9	20.0	43.1

[*Table no. XI.*]

voor djati volgens de stamvormvergelijking $y = ax + bx^2 + cx^3$.

of teak according to the stem form-equation $y = ax+bx^2+cx^3$.]

$gd_{1/4}$ / Berekend (*Calculated*) 9	Aantal gemeten diameters (*Number of diameters measured*) 10	μ 11	a + en [*and*] μ_a 12	b — en [*and*] μ_b 13	c + en [*and*] μ_c 14	$y_{1/20}$ 15	$y_{1/2}$ 16	Volgnummer (*Successive number*) 17
8.6	9	.010	2.668 ± .117	2.918 ± .230	1.250 ± .111	1.238	.852	1
10.7	11	.022	2.608 ± .216	2.982 ± .428	1.374 ± .208	1.312	.821	2
10.1	9	.024	2.992 ± .304	3.749 ± .601	1.757 ± .290	1.346	.849	3
9.7	10	.017	2.407 ± .152	2.458 ± .320	1.051 ± .162	1.241	.824	4
18.4	14	.030	2.298 ± .243	2.467 ± .488	1.169 ± .239	1.229	.782	5
15.5	12	.008	2.330 ± .092	2.360 ± .178	1.030 ± .085	1.258	.810	6
14.5	12	.027	2.078 ± .171	1.854 ± .360	.776 ± .184	1.235	.791	7
10.8	10	.029	2.375 ± .294	2.607 ± .583	1.232 ± .283	1.329	.790	8
11.2	11	.019	2.345 ± .147	2.433 ± .310	1.088 ± .156	1.278	.805	9
10.8	11	.011	2.355 ± .107	2.481 ± .217	1.126 ± .106	1.291	.801	10
20.3	16	.025	2.259 ± .159	2.155 ± .330	.896 ± .165	1.225	.814	11
12.2	13	.021	2.541 ± .151	2.626 ± .308	1.085 ± .153	1.211	.849	12
17.1	17	.031	2.760 ± .156	3.074 ± .332	1.314 ± .170	1.235	.863	13
23.8	19	.033	1.877 ± .031	1.459 ± .067	.582 ± .046	1.220	.775	14
19.0	17	.022	2.798 ± .147	3.311 ± .299	1.513 ± .148	1.307	.842	15
17.8	16	.025	2.777 ± .135	3.074 ± .280	1.297 ± .141	1.221	.870	16
25.9	17	.029	2.265 ± .167	2.137 ± .347	.872 ± .175	1.213	.819	17
22.5	19	.029	2.536 ± .154	2.675 ± .323	1.139 ± .163	1.235	.839	18
18.0	16	.014	2.380 ± .064	2.369 ± .144	.989 ± .076	1.229	.831	19
23.9	17	.020	2.636 ± .140	2.825 ± .284	1.189 ± .139	1.223	.854	20
17.9	16	.013	2.430 ± .076	2.470 ± .160	1.040 ± .081	1.224	.827	21
26.1	23	.026	2.588 ± .103	2.807 ± .222	1.219 ± .115	1.252	.839	22
23.2	19	.019	2.443 ± .101	2.411 ± .212	.968 ± .107	1.194	.844	23
26.5	19	.010	2.673 ± .056	3.023 ± .115	1.350 ± .057	1.279	.839	24
19.3	15	.016	2.694 ± .088	3.127 ± .190	1.433 ± .098	1.308	.831	25
17.0	16	.024	2.621 ± .117	3.023 ± .253	1.402 ± .131	1.319	.819	26
21.3	16	.016	2.607 ± .074	2.970 ± .164	1.363 ± .086	1.307	.822	27
36.7	21	.018	2.541 ± .088	2.746 ± .185	1.205 ± .094	1.262	.831	28
36.0	17	.026	2.437 ± .138	2.634 ± .294	1.197 ± .150	1.294	.809	29
14.1	14	.020	2.087 ± .146	1.908 ± .299	.821 ± .148	1.251	.787	30
26.2	17	.016	2.323 ± .093	2.306 ± .192	.983 ± .096	1.240	.815	31
33.5	21	.023	2.475 ± .135	2.577 ± .276	1.102 ± .137	1.240	.831	32
32.6	19	.025	2.187 ± .103	2.020 ± .229	.833 ± .121	1.222	.807	33
48.4	20	.034	2.432 ± .262	2.467 ± .516	1.035 ± .248	1.226	.832	34
41.3	18	.029	3.315 ± .236	4.105 ± .463	1.790 ± .223	1.251	.916	35
43.5	24	.028	2.322 ± .140	2.344 ± .289	1.022 ± .145	1.258	.809	36
34.3	22	.019	2.575 ± .126	2.842 ± .250	1.267 ± .121	1.277	.829	37
36.1	22	.023	2.841 ± .119	3.328 ± .247	1.487 ± .124	1.281	.856	38
37.3	24	.011	2.484 ± .032	2.491 ± .066	1.007 ± .034	1.196	.847	39
35.2	25	.019	2.447 ± .096	2.587 ± .198	1.140 ± .099	1.266	.819	40
42.5	23	.017	2.629 ± .092	3.091 ± .188	1.462 ± .094	1.342	.812	41

opzichte van de boom- en kroonaanzethoogte. Men kan zich hiervan voldoende overtuigen door de middelbare fout op boom- of kroonaanzethoogte in een grafiekje uit te zetten.

Tusschen den waargenomen en den, na de vereffening berekenden $d_{1/4}$ (zie de kolommen 8 en 9) kan, vooral voor de dikkere boomen, soms een tamelijk groot verschil (in de tabel tot 2.5 cm toe) optreden. Dit is in hoofdzaak het gevolg van onregelmatigheden (verdikkingen) op die plaats, welke, vooral bij grootere boomen, zoo op het oog moeilijk te onderkennen zijn. Het zou daarom, zooals reeds eerder is opgemerkt, onjuist zijn om direct bij de vereffening van vormquotiënten uit te gaan.

Genoemde middelbare fout is over het algemeen klein; men dient daarbij vooral in aanmerking te nemen, dat de djati, zooals reeds eerder gezegd is, niet tot de loofhoutsoorten behoort, welke uitmunten door het bezit van een regelmatig gevormden stam. Deze geringe fout wijst er wel op, dat de gebezigde vergelijking voor het vastleggen van den stamvorm, over het geheel genomen, bevredigend voldoet.

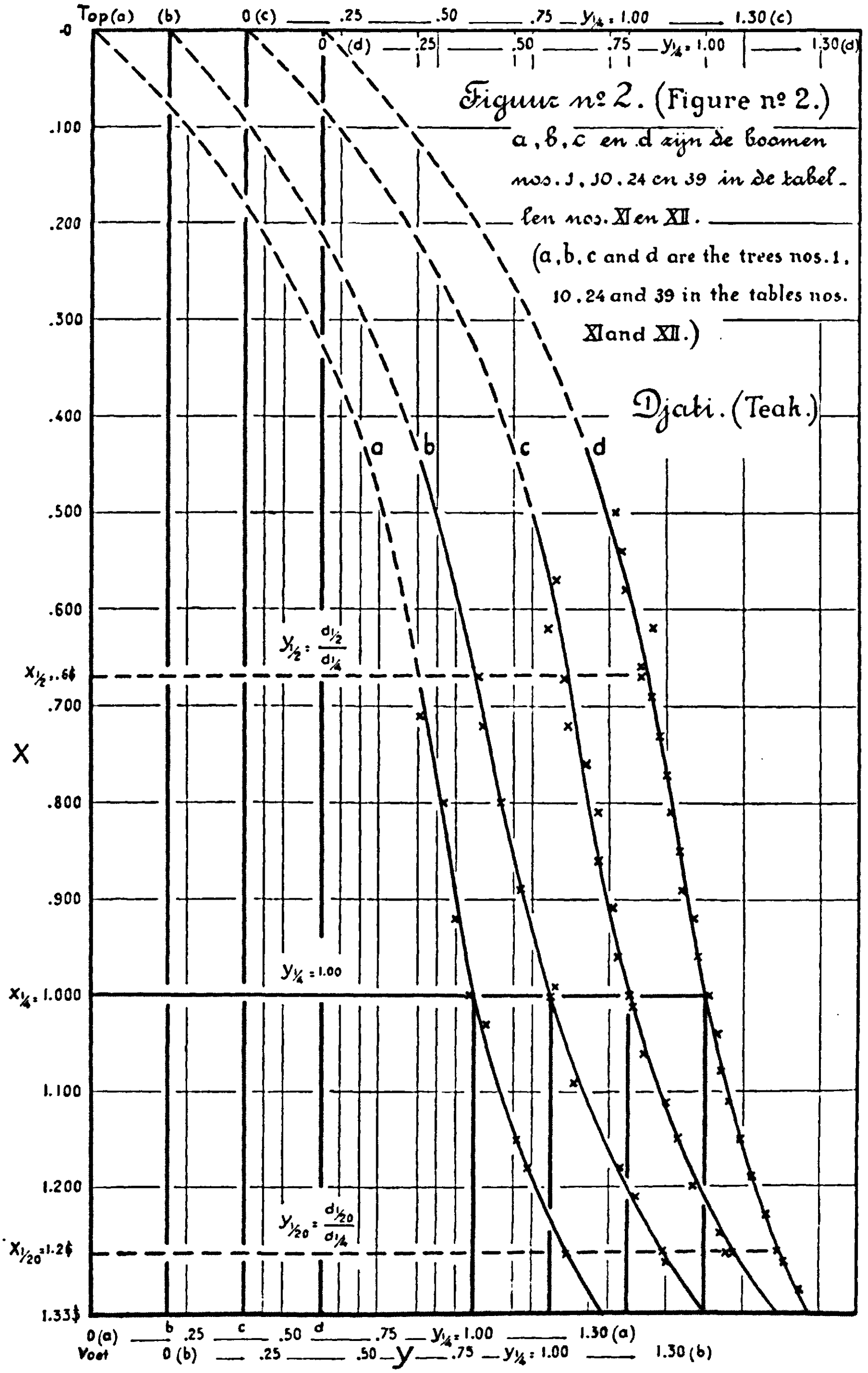
Voor de afzonderlijke boomen loopt zij echter eenigermate uiteen (van 0.008 tot 0.034). Met een fout van grootere beteekenis voor het vormquotiënt correspondeeren gewoonlijk ook grootere middelbare fouten voor de vereffende *a*, *b* en *c*, en omgekeerd.

De vraag rijst, of bij een onderlinge vergelijking van de cijfers in kolom 11 (en ook die in de kolommen 12, 13 en 14) de grootte van de fout een betrouwbare wijzer is voor de mate, waarin de vergelijking voor een bepaalden, waargenomen stamvorm voldoet.

Zoo'n wijzer bezit men in haar niet. Een groote middelbare fout kàn het gevolg zijn van de omstandigheid, dat de gekozen vergelijking voor een bepaalden stam minder passend is. Het is echter evenzeer mogelijk, dat de algemeene stamkromme zeer bevredigend door de vergelijking wordt weergegeven, doch dat de stam veel onregelmatigheden bezit (bijv. bij zeer gegroefde stammen of bij den zoogenaamden knobbeldjati). Verder is elke berekende fout niet even zeker; dit hangt af van het aantal waarnemingen per boom [30].

Ten einde den lezer in de gelegenheid te stellen zich ten volle een eigen oordeel te vormen over de geschiktheid der gebezigde vergelijking, zou het daarom het beste zijn om van alle onderzochte boomen het volledige cijfermateriaal en grafieken te publiceeren. Ter besparing van ruimte is echter schrijver dezes genoodzaakt zich in dit opzicht te beperken.

Van 12 stammen zijn daarom bijgaand gedetailleerde gegevens verstrekt (zie tabel no. XII en de figuren nos. 2, 3 en 4), namelijk van 4 boomen (de volgnummers 1, 10, 24 en 39 in tabel no. XI) met kleine fouten (0.010–0.011; zie kolom 11), van 4 boomen met middelmatige fouten (nos. 12, 20,


Top (a) (b) 0 (c) .25 .50 .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (c)
0 (d) .25 .50 .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (d)
Figuur nº 2. (Figure nº 2.)
a, b, c en d zijn de boomen nos. 1, 10, 24 en 39 in de tabellen nos. XI en XII.
(a, b, c and d are the trees nos. 1, 10, 24 and 39 in the tables nos. XI and XII.)
Djati. (Teak.)
a
b
c
d
$y_{1/2} = \frac{d_{1/2}}{d_{1/4}}$
$x_{1/2}$ .66
$y_{1/4}$ = 1.00
$x_{1/4}$ = 1.000
$y_{1/20} = \frac{d_{1/20}}{d_{1/4}}$
$x_{1/20}$ = 1.26
1.33
X
0 (a) b .25 c .50 d .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (a)
Voet 0 (b) .25 .50 y .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (b)

30 en 37; 0.019–0.021) en van 4 boomen met groote fouten (nos. 29 en 34; 0.026–0.034).

De verbeteringen voor de opeenvolgende waarnemingen bij een boom in tabel no. XII gedragen zich in het algemeen zooals men dat bij een bevredigende aanpassing mag verwachten. In verschillende gevallen heeft men haast een ideale afwisseling van het teeken (bijv. nos. 1, 39, 20, 30); in andere gevallen hebben voor een gedeelte van den stam telkens eenige achtereenvolgende verbeteringen hetzelfde teeken (bijv. nos. 13 en 37).

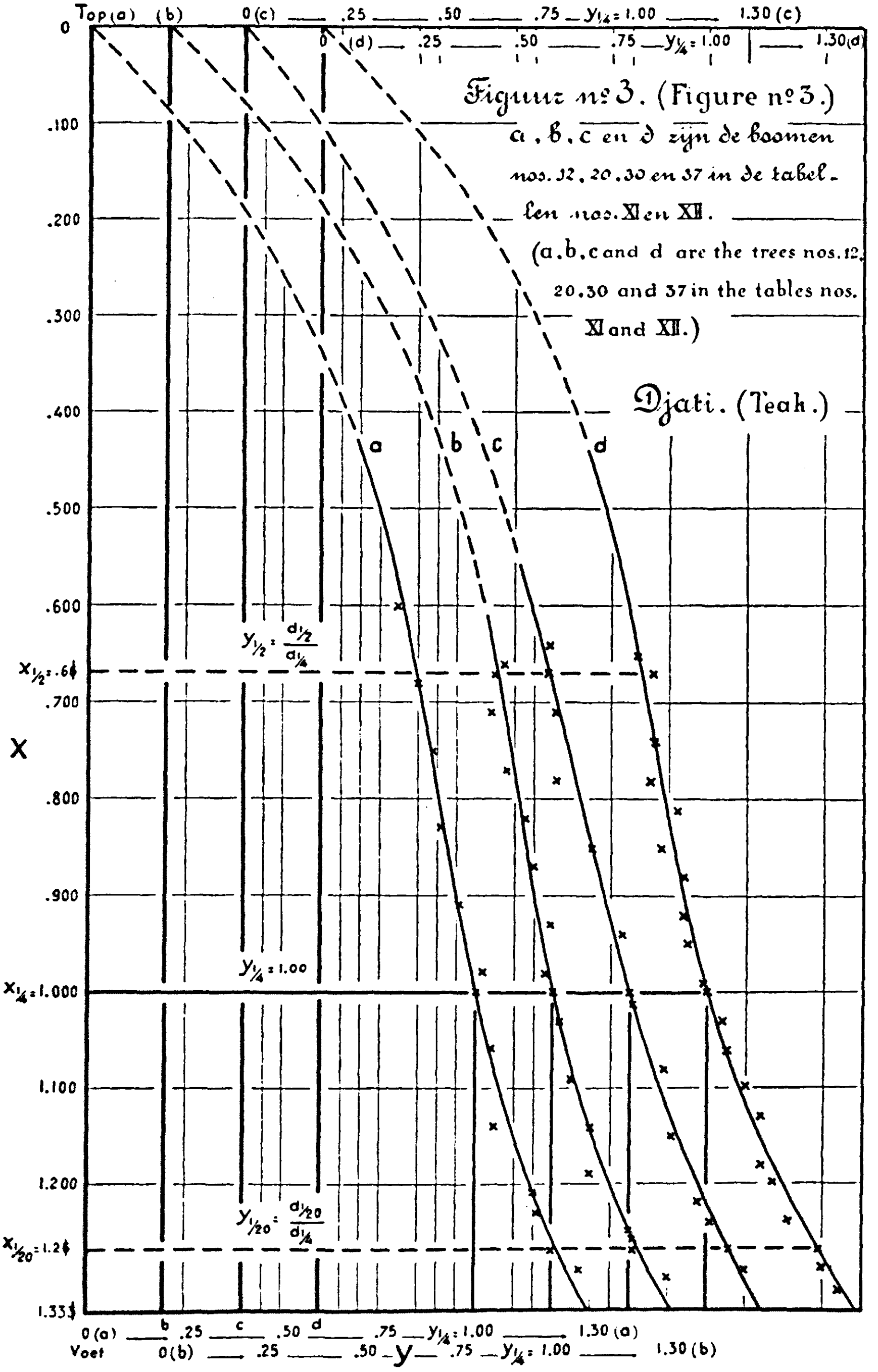
Men dient te bedenken, dat de opeenvolgende waarnemingen bij de verschillende boomen niet op dezelfde equidistante, relatieve afstanden, doch om den meter hebben plaats gehad en dat daarbij bovendien onregelmatigheden optreden ten gevolge der tusschengevoegde, bijzondere diameters ($d_{1/20}$, $d_{1.3}$, $d_{1/4}$, $d_{1/2}$) en der bij de opmeting overgeslagen stamstukken. De verdeeling der waarnemingen over den stam is dus bij de onderzochte boomen verschillend, hetgeen een vergelijking bemoeilijkt.

Waar groepjes van verbeteringen met hetzelfde teeken optreden, behoeft aan systematische fouten ten gevolge van het gebruik van een minder passende vergelijking nog niet gedacht te worden. Immers, bij zulke groepjes varieeren de grootten der opeenvolgende verbeteringen meestal zeer grillig.

De figuren nos. 2, 3 en 4 bevestigen het bovenstaande wellicht op meer overtuigende wijze dan de cijfers van tabel no. XII. In deze figuren, en ook in de later volgende, zijn de vereffenende krommen tot den kroonaanzet vol getrokken, daarbuiten door streepjes aangegeven. De waarnemingspunten zijn met kruisjes of cirkeltjes gemerkt.

Bij sommige boomen (bijv. nos. 12, 14, 20, 34) is de laagste diameter grooter dan die volgens de vereffenende kromme (steeds de diameter in het midden van de laagste sectie, 50 cm boven de stronkhoogte, dus 55–90 cm boven den grond). Dit gedeelte van den stam dicht bij den wortelaanzet is, met name bij boomen in opstanden, welke vroeger minder goed verpleegd zijn (brand en veeweide, stambeschadigingen, stronkopslagboomen in blandongbosschen), vaak diep en grillig gegleufd, terwijl de diameter daar naar den boomvoet toe zeer snel, soms min of meer sprongsgewijze toeneemt [31].

Het zal daarom, welke practisch bruikbare vergelijking men ook kiezen moge, in vele gevallen moeilijk zijn voor dit stamstuk een geheel bevredigende aanpassing te bereiken. Bij de genoemde boomen zal de negatieve fout tot gevolg hebben, dat het stamgedeelte vlak bij den wortelaanzet met behulp van de vergelijking een weinig te laag gekubeerd wordt; bij een inhoudsberekening voor den geheelen stam speelt deze afwijking echter een onbeteekenende rol.


Figuur nº 3. (Figure nº 3.)
a, b, c en d zijn de boomen nos. 12, 20, 30 en 37 in de tabellen nos. XI en XII.
(a, b, c and d are the trees nos. 12, 20, 30 and 37 in the tables nos. XI and XII.)
Djati. (Teak.)
a
b
c
d
X
$y_{1/2} = \frac{d_{1/2}}{d_{1/4}}$
$y_{1/4} = 1.00$
$y_{1/20} = \frac{d_{1/20}}{d_{1/4}}$
$x_{1/2} = .6\frac{4}{5}$
$x_{1/4} = 1.000$
$x_{1/20} = 1.2\frac{4}{5}$
1.33⅓
Top (a) (b) 0 (c) .25 .50 .75 $y_{1/4} = 1.00$ 1.30 (c)
0 (d) .25 .50 .75 $y_{1/4} = 1.00$ 1.30 (d)
0 (a) b .25 c .50 d .75 $y_{1/4} = 1.00$ 1.30 (a)
Voet 0 (b) .25 .50 y .75 $y_{1/4} = 1.00$ 1.30 (b)

Tabel no. XII. [*Table no. XII.*]

Vergelijking van vereffende en waargenomen *y*'s voor 12 boomen uit tabel no. XI.

[*Comparison of adjusted and observed y's for 12 trees from table no. XI.*]

Boom [*Tree*] no. 1					Boom [*Tree*] no. 10					Boom [*Tree*] no. 24					Boom [*Tree*] no. 39				
	y		Verbetering (*Correction*)			*y*		Verbetering (*Correction*)			*y*		Verbetering (*Correction*)			*y*		Verbetering (*Correction*)	
x	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−	*x*	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−	*x*	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−	*x*	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.269	1.243	1.239	.004	–	1.280	1.312	1.302	.010	–	1.300	1.332	1.380	–	.048	1.306	1.238	1.251	–	.013
1.267	1.239	1.239	–	–	1.267	1.292	1.292	–	–	1.270	1.283	1.270	.013	–	1.284	1.214	1.213	.001	–
1.181	1.139	1.145	–	.006	1.208	1.210	1.218	–	.008	1.267	1.281	1.263	.018	–	1.268	1.197	1.186	.011	–
1.152	1.113	1.110	.003	–	1.184	1.179	1.182	–	.003	1.252	1.257	1.244	.013	–	1.230	1.160	1.162	–	.002
1.035	1.022	1.029	–	.007	1.087	1.073	1.062	.011	–	1.203	1.192	1.172	.020	–	1.191	1.127	1.124	.003	–
1.000	1.000	.993	.007	–	1.000	1.000	.997	.003	–	1.154	1.133	1.127	.006	–	1.153	1.097	1.087	.010	–
.918	.957	.947	.010	–	.990	.992	1.015	–	.023	1.106	1.086	1.097	–	.011	1.115	1.069	1.065	.004	–
.801	.906	.923	–	.017	.894	.928	.923	.005	–	1.057	1.043	1.037	.006	–	1.077	1.043	1.041	.002	–
.713	.872	.865	.007	–	.797	.871	.868	.003	–	1.008	1.005	1.014	–	.009	1.039	1.020	1.030	–	.010
					.725	.831	.822	.009	–	1.000	1.000	.999	.001	–	1.000	1.000	1.006	–	.006
					.667	.800	.812	–	.012	.960	.974	.973	.001	–	.962	.982	.977	.005	–
										.911	.947	.957	–	.010	.924	.962	.966	–	.004
										.862	.923	.924	–	.001	.886	.946	.937	.009	–
										.814	.899	.924	–	.025	.848	.930	.931	–	.001
										.765	.881	.890	–	.009	.809	.913	.912	.001	–
										.716	.859	.841	.018	–	.771	.897	.899	–	.002
										.668	.840	.826	.014	–	.733	.880	.880	–	–
										.619	.817	.795	.022	–	.695	.862	.859	.003	–
										.570	.719	.810	–	.019	.667	.847	.835	.012	–
															.656	.842	.827	.015	–
															.618	.821	.856	–	.035
															.580	.800	.792	.008	–
															.542	.774	.778	–	.004
															.504	.748	.759	–	.011

Vervolgtabel no. XII. *[Table no. XII continued.]*

Vergelijking van vereffende en waargenomen *y*'s voor 12 boomen uit tabel no. XI.

[Comparison of adjusted and observed y's for 12 trees from table no. XI.]

Boom [*Tree*] no. 12					Boom [*Tree*] no. 20					Boom [*Tree*] no. 30					Boom [*Tree*] no. 37				
x	*y*		Verbetering (*Correction*)		*x*	*y*		Verbetering (*Correction*)		*x*	*y*		Verbetering (*Correction*)		*x*	*y*		Verbetering (*Correction*)	
	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−		Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−		Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−		Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.289	1.235	1.273	−	.038	1.300	1.265	1.298	−	.033	1.293	1.283	1.297	−	.014	1.306	1.337	1.345	−	.008
1.267	1.212	1.199	.013	−	1.267	1.224	1.215	.009	−	1.267	1.252	1.261	−	.009	1.288	1.309	1.301	.008	−
1.234	1.175	1.158	.017	−	1.264	1.218	1.210	.008	−	1.243	1.223	1.212	.011	−	1.271	1.284	1.287	−	.003
1.212	1.153	1.150	.003	−	1.246	1.197	1.202	−	.005	1.223	1.200	1.183	.017	−	1.267	1.278	1.290	−	.012
1.136	1.090	1.051	.039	−	1.193	1.144	1.101	.043	−	1.154	1.129	1.106	.023	−	1.236	1.232	1.208	.024	−
1.059	1.036	1.043	−	.007	1.140	1.095	1.101	−	.006	1.084	1.066	1.091	−	.025	1.201	1.189	1.168	.021	−
1.000	1.000	1.002	−	.002	1.086	1.055	1.051	.004	−	1.014	1.011	1.013	−	.002	1.166	1.146	1.141	.005	−
.982	.991	1.019	−	.028	1.033	1.019	1.022	−	.003	1.000	1.000	.999	.001	−	1.131	1.111	1.136	−	.025
.906	.953	.961	−	.008	1.000	1.000	1.005	−	.005	.944	.961	.985	−	.024	1.096	1.078	1.098	−	.020
.829	.921	.912	.009	−	.980	.990	.984	.006	−	.846	.896	.900	−	.004	1.061	1.045	1.051	−	.006
.752	.886	.887	−	.001	.926	.964	.988	−	.024	.777	.854	.815	.039	−	1.026	1.018	1.045	−	.027
.676	.853	.854	−	.001	.873	.939	.951	−	.012	.707	.811	.808	.003	−	1.000	1.000	.999	.001	−
.599	.813	.805	.008	−	.820	.918	.926	−	.008	.667	.787	.787	−	−	.991	.994	.987	.007	−
					.766	.895	.879	.016	−	.637	.767	.787	−	.020	.955	.971	.955	.016	−
					.713	.875	.842	.033	−						.920	.952	.938	.014	−
					.667	.854	.854	−	−						.885	.932	.943	−	.011
					.660	.849	.867	−	.018						.850	.915	.885	.030	−
															.815	.897	.917	−	.020
															.780	.882	.853	.029	−
															.745	.864	.856	.008	−
															.667	.829	.862	−	.033
															.650	.823	.818	.005	−

Vervolgtabel no. XII. [*Table no. XII continued.*]

Vergelijking van vereffende en waargenomen *y*'s voor 12 boomen uit tabel no. XI.

[*Comparison of adjusted and observed y's for 12 trees from table no. XI.*]

Boom [*Tree*] no. 13					Boom [*Tree*] no. 14					Boom [*Tree*] no. 29					Boom [*Tree*] no. 34				
	y		Verbetering (*Correction*)			*y*		Verbetering (*Correction*)			*y*		Verbetering (*Correction*)			*y*		Verbetering (*Correction*)	
x	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−	*x*	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−	*x*	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−	*x*	Vereffend (*Adjusted*)	Waargenomen (*Observed*)	+	−
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.293	1.270	1.335	−	.065	1.299	1.253	1.311	−	.058	1.293	1.335	1.377	−	.042	1.298	1.263	1.334	−	.071
1.267	1.236	1.253	−	.017	1.269	1.223	1.227	−	.004	1.267	1.295	1.307	−	.012	1.284	1.246	1.277	−	.031
1.248	1.210	1.188	.022	−	1.249	1.202	1.202	−	−	1.242	1.256	1.221	.035	−	1.267	1.227	1.192	.035	−
1.227	1.184	1.159	.025	−	1.200	1.157	1.122	.035	−	1.191	1.189	1.158	.031	−	1.260	1.217	1.190	.027	−
1.162	1.119	1.089	.030	−	1.150	1.115	1.068	.047	−	1.139	1.129	1.096	.033	−	1.222	1.178	1.142	.036	−
1.097	1.064	1.042	.022	−	1.100	1.074	1.038	.036	−	1.088	1.075	1.060	.015	−	1.184	1.139	1.099	.040	−
1.031	1.018	1.013	.005	−	1.050	1.037	1.026	.011	−	1.037	1.030	1.077	−	.047	1.145	1.104	1.082	.022	−
1.000	1.000	1.001	−	.001	1.000	1.000	.950	.050	−	.986	.991	.997	−	.006	1.107	1.075	1.060	.015	−
.966	.982	1.013	−	.031	.951	.967	.946	.021	−	.934	.955	.958	−	.003	1.069	1.045	1.070	−	.025
.901	.951	.966	−	.015	.876	.916	.925	−	.009	.883	.921	.919	.002	−	1.030	1.019	1.010	.009	−
.835	.927	.931	−	.004	.826	.884	.899	−	.015	.832	.894	.919	−	.025	1.000	1.000	1.051	−	.051
.770	.903	.948	−	.045	.777	.850	.870	−	.020	.788	.870	.861	.009	−	.992	.995	1.027	−	.032
.705	.878	.860	.018	−	.727	.816	.832	−	.016	.693	.823	.819	.004	−	.954	.974	.954	.020	−
.667	.863	.837	.026	−	.677	.783	.803	−	.020	.667	.809	.797	.012	−	.915	.953	.940	.013	−
.639	.852	.837	.015	−	.667	.776	.761	.015	−	.642	.797	.822	−	.025	.877	.934	.942	−	.008
.574	.821	.802	.019	−	.602	.729	.744	−	.015	.591	.768	.752	.016	−	.839	.915	.921	−	.006
.508	.781	.790	−	.009	.553	.690	.677	.013	−	.539	.735	.727	.008	−	.800	.897	.923	−	.026
					.503	.649	.672	−	.023						.762	.877	.878	−	.001
					.453	.605	.656	−	.051						.724	.861	.870	−	.009
															.693	.846	.799	.047	−

Er is nog een andere methode om te beoordeelen, of de gebezigde vergelijking geschikt is om te dienen als stamvormvergelijking voor den djati.

Wanneer men gebruik maakt van de methode der kleinste kwadraten, is na de vereffening de som der positieve fouten steeds in evenwicht met die der negatieve. Wordt daarna met behulp van de verkregen parameterwaarden van de gekozen stamvormvergelijking de stam gekubeerd, dan hangt het in het algemeen van de geschiktheid van de vergelijking om den stamvorm juist weer te geven af, of thans ook bij de inhoudsberekening een bevredigende opheffing van fouten verwacht mag worden. Men kan de spilkromme bijv. volgens een rechte vereffenen en daarbij al of niet den eisch stellen, dat deze rechte door den boomtop gaat. De spilkromme zal dan de vereffenende rechte op één plaats of op verschillende plaatsen snijden, zoodat deze kromme, van de x-as uit gezien, gedeeltelijk boven en gedeeltelijk onder de rechte ligt. Wanneer de vereffening op juiste wijze heeft plaats gehad, zal de som der negatieve en positieve afwijkingen [28] gelijk aan 0 zijn; de afwijkingen hebben elkaar dus geheel op.

Wanneer zoo'n vereffenende rechte om de x-as gewenteld wordt, verkrijgt men een kegel of een afgeknotten kegel. Thans mag niet verwacht worden, dat de inhoud van het verkregen omwentelingslichaam in het algemeen gelijk is aan den spilinhoud. Om dit in te zien, stelle men zich voor, dat op de plaatsen, waar de spilkromme de rechte snijdt, platte vlakken loodrecht op de spilas aanwezig zijn. Deze vlakken verdeelen dan de spil en het omwentelingslichaam in stukken; tusschen twee opeenvolgende vlakken is de kromme in haar geheel boven of onder de rechte. Waar de kromme zich tusschen genoemde vlakken boven de rechte bevindt, is de inhoud van het stamstuk grooter (positieve afwijking), waar zij zich onder de rechte bevindt, kleiner dan de inhoud van den afgeknotten kegel (negatieve afwijking).

Voor de inhouden der stamstukken zullen de positieve en negatieve afwijkingen elkaar in het algemeen niet geheel opheffen, omdat ook de ligging der stamstukken voor de grootte der inhoudsafwijkingen van gewicht is. Immers de diameter, en dus tevens het stamvlak, nemen van den boomtop naar den stamvoet voortdurend toe, terwijl de fout op het stamvlak, welke bij de kubeering een rol speelt, bij benadering recht evenredig is met den diameter [32]. Slechts in bijzondere gevallen zou, bij de vereffening der spilkromme volgens een rechte, tevens algeheele opheffing der inhoudsafwijkingen plaats kunnen hebben, wanneer men de boomspil kubeert met behulp van den kegel of afgeknotten kegel, welke met genoemde rechte correspondeert.

Reeds eerder (hoofdstuk I, § 5) zijn de tallooze onderzoekingen gememoreerd, welke verricht zijn om eenvoudige kubeeringsformules af te leiden.

Men ging dan gewoonlijk uit van een vergelijking, waarvan bekend was, dat zij slechts in staat was op gebrekkige wijze den vorm van den geheelen stam weer te geven. Ofschoon hiervan dikwijls onvoldoende rekenschap is gegeven, kan dit doel slechts worden bereikt door de parameters van de vergelijking, waarvan wordt uitgegaan, zoodanige waarden te geven, dat daardoor niet de beste aanpassing aan den stamvorm wordt verkregen.

Dit laatste wordt zeer duidelijk gedemonstreerd door het onderzoek van TOZAWA (1929), die aan de parameters der gekozen vergelijking $y^2 = px^r$ voor eenzelfden stam verschillende waarden moest toekennen, al naar gelang deze vergelijking moest dienen om den stamvorm vast te leggen (spilvormvergelijking) of om den staminhoud te berekenen (spilinhoudsvergelijking).

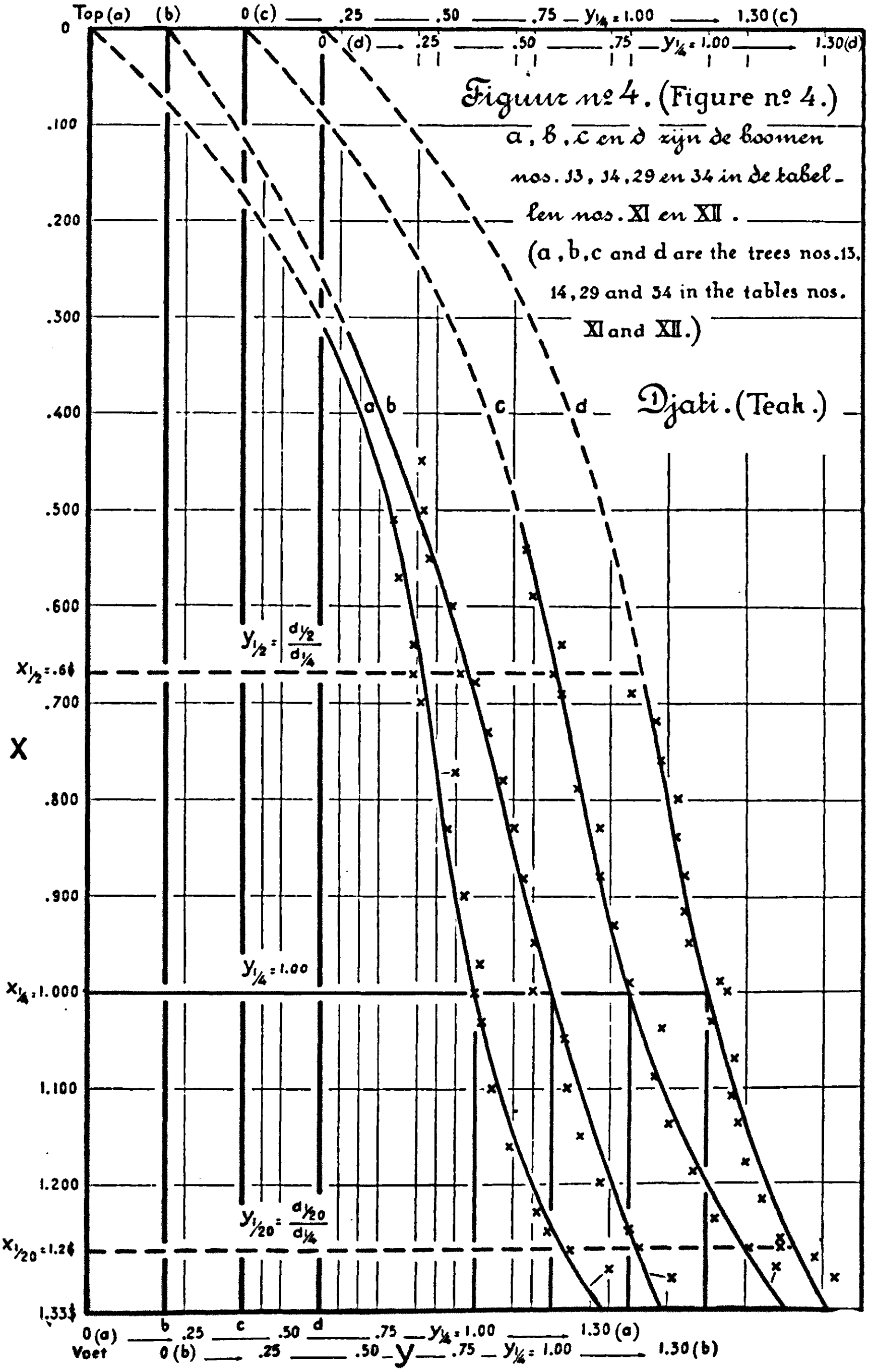
Van alle 41 onderzochte modelboomen werd het volume van den stam van de stronkhoogte af tot den kroonaanzet op de in § 1 van dit hoofdstuk beschreven wijze afzonderlijk bepaald. Verder zijn met behulp van de in tabel no. XI vermelde, vereffende a, b en c en van formule (8) voor genoemd stamstuk het vormgetal en daarna met $d_{1/4}$ en h het volume gecalculeerd.

In tabel no. XIII zijn beide volumina naast elkaar geplaatst (kolommen 4 en 5) en bovendien ook de verschillen, zoowel in m^3 (kolom 6) als in percenten van het gemeten volume (kolom 7), vermeld. Ter oriëntatie zijn ook de middelbare fouten voor den diameter en voor het vormquotiënt gegeven (kolommen 2 en 3).

Uit deze cijfers blijkt voldoende, dat er tusschen het gemeten en berekende volume bevredigende overeenstemming bestaat. Procentische verschillen van eenige beteekenis komen voor bij de boomen nos. 4, 14 en 33 (respectievelijk -5.1, $+4.2$ en $+5.0\%$). Boom no. 4 kan echter buiten beschouwing blijven, omdat het procentische verschil op zoo'n gering volume (0.003 m^3) betrekking heeft.

In het vorige hoofdstuk (§ 5) werd er reeds de aandacht op gevestigd, dat de boschbouwer uit een houtmeetkundig oogpunt slechts voor den stam, ontdaan van alle onregelmatigheden zooals takstompen, verdikkingen en dergelijke, belangstelling heeft. Bij de sectiemeting tracht men daarom zooveel mogelijk zulke onregelmatigheden te ontwijken (GEHRHARDT-1932), zoodat het op deze wijze verkregen volume als de beste benadering van het juiste volume beschouwd mag worden. Het stamvolume, dat berekend is met behulp van de stamvormvergelijking, zal dus met het voorgaande volume vergeleken moeten worden.

Zooals bekend is, geeft een xylometering hoogere uitkomsten dan de sectiemethode [33]. Het overwegen der positieve verschillen in de kolommen 6 en 7 (25 plus- tegen 13 min-verschillen) moet in hoofdzaak aan de


Top (a) (b) 0 (c) .25 .50 .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (c)
0 (d) .25 .50 .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (d)
Figuur nº 4. (Figure nº 4.)
a, b, c en d zijn de boomen nos. 13, 14, 29 en 34 in de tabellen nos. XI en XII.
(a, b, c and d are the trees nos. 13, 14, 29 and 34 in the tables nos. XI and XII.)
a b c d
① Djati. (Teak.)
$y_{1/2} = \frac{d_{1/2}}{d_{1/4}}$
$x_{1/2}$ = .68
$y_{1/4}$ = 1.00
$x_{1/4}$ = 1.000
$y_{1/20} = \frac{d_{1/20}}{d_{1/4}}$
$x_{1/20}$ = 1.28
1.33⅓
X
0 .100 .200 .300 .400 .500 .600 .700 .800 .900 1.100 1.200
0 (a) b .25 c .50 d .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (a)
Voet 0 (b) .25 .50 y .75 $y_{1/4}$ = 1.00 1.30 (b)

Tabel no. XIII. [*Table no. XIII.*]

Vergelijking van berekende en gemeten volumina van het takvrije stamstuk voor de boomen uit tabel no. XI.

[*Comparison of calculated and measured volumes of clear boles for the trees from table no. XI.*]

Volgnummer (*Successive number*)	Middelbare fout (*Mean square error*)		Volume van takvrij stamstuk (*Volume of clear bole*)		Verschil (*Difference*)		Volume gemeten met xylometer (*Volume measured with a xylometer*)		Volgnummer (*Successive number*)
	van den gemeten diameter (*of diameter measured*)	van het gemeten vormquotiënt (*of form quotient measured*)	Gemeten-sectiemethode en xylometer (*Measured – section method and xylometer*)	Berekend (*Calculated*)	Absoluut (*Absolute*)	In % van gemeten volume (*In % of volume measured*)	Absoluut (*Absolute*)	In % van volume van het takvrije stamstuk (*In % of volume of clear bole*)	
	cm		m³	m³	m³		m³		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	.08	.010	.034	.035	—.001	—2.9	–	–	1
2	.23	.022	.079	.080	—.001	—1.3	.002	2.5	2
3	.24	.024	.063	.063	–	–	–	–	3
4	.17	.017	.059	.062	—.003	—5.1	.007	11.9	4
5	.55	.030	.292	.293	—.001	— .3	–	–	5
6	.13	.008	.233	.239	—.006	—2.6	.057	24.5	6
7	.39	.027	.137	.135	+.002	+1.5	–	–	7
8	.31	.029	.073	.072	+.001	+1.4	.010	13.7	8
9	.21	.019	.081	.080	+.001	+1.2	–	–	9
10	.12	.011	.079	.080	—.001	—1.3	.013	16.5	10
11	.51	.025	.412	.409	+.003	+ .7	.026	6.3	11
12	.25	.021	.129	.128	+.001	+ .8	.011	8.5	12
13	.52	.031	.323	.321	+.002	+ .6	.026	8.0	13
14	.78	.033	.766	.734	+.032	+4.2	.087	11.4	14
15	.42	.022	.430	.421	+.009	+2.1	.038	8.8	15
16	.44	.025	.348	.358	—.010	—2.9	.020	5.7	16
17	.74	.029	.835	.832	+.003	+ .4	.111	13.3	17
18	.64	.029	.724	.713	+.011	+1.5	.094	13.0	18
19	.25	.014	.289	.289	–	–	–	–	19
20	.48	.020	.625	.626	—.001	— .2	.013	2.1	20
21	.24	.013	.289	.288	+.001	+ .3	–	–	21
22	.69	.026	.946	.951	—.005	— .5	–	–	22
23	.44	.019	.725	.726	—.001	— .1	.062	8.5	23
24	.27	.010	.946	.931	+.015	+1.6	.038	4.0	24
25	.31	.016	.353	.342	+.011	+3.1	.011	3.1	25
26	.40	.024	.272	.274	—.002	— .7	.026	9.6	26
27	.34	.016	.430	.426	+.004	+ .9	–	–	27
28	.66	.018	1.760	1.750	+.010	+ .6	–	–	28
29	.94	.026	1.586	1.579	+.007	+ .4	.081	5.1	29
30	.28	.020	.171	.170	+.001	+ .6	.011	6.4	30
31	.42	.016	.736	.736	–	–	–	–	31
32	.78	.023	1.670	1.637	+.033	+2.0	.071	4.2	32
33	.80	.025	1.768	1.679	+.089	+5.0	.369	20.9	33
34	1.63	.034	3.283	3.234	+.049	+1.5	–	–	34
35	1.22	.029	2.990	3.001	—.011	— .4	.738	24.7	35
36	1.21	.028	2.989	2.903	+.086	+2.9	–	–	36
37	.66	.019	2.235	2.234	+.001	–	.411	18.4	37
38	.82	.023	2.213	2.218	—.005	— .2	.081	3.7	38
39	.41	.011	2.404	2.378	+.026	+1.1	.103	4.3	39
40	.68	.019	2.279	2.231	+.048	+2.1	.196	8.6	40
41	.71	.017	3.010	3.009	+.001	–	–	–	41

xylometeringen der minder regelmatig gevormde stamstukken worden toegeschreven (zie de kolommen 8 en 9).

Houdt men bij de vergelijking van de cijfers der kolommen 4 en 5 met het voorgaande rekening, dan mag wel besloten worden, dat de gebezigde stamvormvergelijking ook voor kubeeringsdoeleinden goed voldoet [34].

Schrijver dezes heeft gemeend deze bespreking niet te mogen beëindigen zonder eenige resultaten te behandelen van het stamvormonderzoek voor andere houtsoorten dan djati. Immers, hierdoor zal men zich nog beter een oordeel kunnen vormen over de mate van bruikbaarheid der gebezigde stamvormvergelijking.

In tabel no. XIV vindt men in een bonte afwisseling de houtsoorten, voor welke het vereffeningsonderzoek verricht werd, met gegevens voor enkele der voornaamste kenmerken en uitkomsten der vereffening. Het materiaal is uitsluitend gegroepeerd naar de herkomst [35].

Eerste groep (nos. 1 t/m 21). De cijfers voor djohar, nangka, kleinbladigen en grootbladigen mahony zijn afkomstig van modelboomen van proefperken; zij zijn geheel op dezelfde wijze opgemeten als de djati.

Zooals reeds werd gezegd, mag men in de grootte der middelbare fout (kolom 7) niet uitsluitend een maat zien voor het aanpassingsvermogen van de vergelijking; dit cijfer wordt evenzeer beïnvloed door de eigenaardigheden van den stam.

De djohar bijv. kan in opstanden een stamvorm bezitten, welke iets fraaier is dan die van den djati. Veelal is echter de stamvorm van deze houtsoort, tengevolge van verschillende oorzaken zooals onvoldoende verpleging, een ongeschikte menging, enz. minder gunstig. Het perk (no. 107, gelegen in het complex Gadoengan der houtvesterij Blitar), waarvan de boomen afkomstig zijn, heeft geleden door insectenvraat, tengevolge waarvan vele kleine verdikkingen aan den stam zijn ontstaan. De middelbare fout is over het algemeen door deze omstandigheid iets grooter dan die van de onderzochte djatistammen. Opvallend is de geprononceerde wortelaanloop, gecombineerd met een zeer volhoutig bovenstamstuk (kolommen 11 en 12). Hetzelfde geldt ook voor den nangka.

De nangka bezit in gesloten opstanden een stamvorm, welke over het algemeen beter is dan die van den plantsoendjati. Helaas moest het nangkaperk (no. 105, gelegen in het complex Gadoengan der houtvesterij Blitar), waarvan de gegevens afkomstig zijn, reeds op zeer jeugdigen leeftijd (8 jaar) krachtig gedund — practisch zwak gelicht — worden, om diverse optredende schimmelziekten te bestrijden. Deze maatregel heeft succes gehad, doch de stamvorm heeft op de vrijstelling ongunstig gereageerd. Toch zijn

Tabel no. XIV. [*Table no. XIV.*]

Uitkomsten van de vereffening van 131 boomwaarnemingen voor verschillende houtsoorten volgens de stamvormvergelijking $y = ax + bx^2 + cx^3$.

[Results of the adjustment of observation data of 131 trees of different species according to the stem-form equation $y = ax + bx^2 + cx^3$.]

Volgnummer (*Successive number*) 1	Houtsoort (*Species*) 2	h m 3	ka m 4	$d_{1/4}$ Berekend cm (*Calculated*) 5	Aantal gemeten diameters (*Number of diameters measured*) 6	μ 7	a en [*and*] μ_a 8	b en [*and*] μ_b 9	c en [*and*] μ_c 10	$y_{1/20}$ 11	$y_{1/2}$ 12	Volgnummer (*Successive number*) 13
1	Djohar (*Cassia siamea* LAMK.; *Leg.*)	19.4	11.7	12.1	8	.023	+3.407 ± .240	−4.423 ± .472	+2.016 ± .227	1.316	.903	1
2	,, (,, ,, ,, ,,)	21.8	14.2	16.4	8	.040	+3.053 ± 1.131	−3.797 ± 1.990	+1.744 ± .869	1.320	.865	2
3	,, (,, ,, ,, ,,)	20.6	11.7	17.0	10	.040	+2.994 ± .415	−3.643 ± .806	+1.649 ± .386	1.299	.866	3
4	,, (,, ,, ,, ,,)	18.0	9.8	9.0	7	.041	+3.159 ± .461	−4.072 ± .916	+1.913 ± .444	1.356	.863	4
5	,, (,, ,, ,, ,,)	19.5	10.5	10.4	6	.070	+3.840 ± .810	−5.395 ± 1.630	+2.555 ± .795	1.401	.920	5
6	,, (,, ,, ,, ,,)	20.0	11.7	14.2	10	.028	+3.010 ± .235	−3.768 ± .483	+1.758 ± .240	1.340	.853	6
7	Nangka (*Artocarpus integra* MERR.; *Morac.*)	16.3	8.8	18.0	13	.030	+3.259 ± .224	−4.339 ± .461	+2.080 ± .230	1.394	.861	7
8	,, (,, ,, ,, ,,)	15.4	8.2	14.0	12	.017	+2 933 ± .132	−3.458 ± .271	+1.525 ± .135	1.266	.871	8
9	,, (,, ,, ,, ,,)	16.0	9.9	15.6	11	.043	+2.922 ± .425	−3.527 ± .840	+1.605 ± .406	1.304	.856	9
10	,, (,, ,, ,, ,,)	16.0	6.4	15.9	9	.034	+6.138 ± .826	−9.480 ± 1.521	+4.342 ± .691	1.389	1.166	10
11	,, (,, ,, ,, ,,)	16.2	11.0	15 2	13	.033	+2.561 ± .250	−2.806 ± .516	+1.245 ± .257	1.272	.829	11
12	,, (,, ,, ,, ,,)	14.9	9.4	14.3	10	.032	+2.946 ± .314	−3.625 ± .647	+1.679 ± .321	1.328	.851	12
13	Kleinbl mahony (*Swetlenia mahagoni* JACQ.; *Meliac.*)....	25.2	11.6	23.1	10	.019	+2.464 ± .389	−2.609 ± 730	+1.145 ± .336	1.262	.823	13
14	,, ,, (,, ,, ,, ,,)....	23.0	11.0	20.1	12	.035	+1.483 ± .376	− .964 ± .732	+ .481 ± .349	1.309	.703	14
15	,, ,, (,, ,, ,, ,,)....	22.2	8.0	22.3	11	.020	+3.766 ± .501	−5.091 ± .916	+2.325 ± .413	1.327	.937	15
16	,, ,, (,, ,, ,, ,,)....	23.0	13.6	19.9	17	.025	+2.168 ± .142	−2.177 ± .301	+1.009 ± .153	1.304	.777	16
17	,, ,, (,, ,, ,, ,,)....	23.9	10.0	32.7	11	.021	+1.386 ± .400	− .575 ± .750	+ .189 ± .345	1.217	.724	17
18	,, ,, (,, ,, ,, ,,)....	23.8	13.8	18.1	15	.030	+2.143 ± .217	−2.093 ± .438	+ .950 ± .215	1.287	.780	18
19	,, ,, (,, ,, ,, ,,)....	21.6	16.7	18.7	11	.019	+2.157 ± .184	−1.993 ± .360	+ .836 ± .172	1.234	.800	19
20	Grootbl. mahony (*Swietenia macrophylla* KING.; *Meliac.*)	18.9	12.1	16.5	9	.031	+2.520 ± .281	−2.993 ± .581	+1.473 ± .290	1.384	.786	20
21	,, ,, (,, ,, ,, ,,)	18.4	13.0	15.7	11	.023	+2.285 ± .192	−2.386 ± .405	+1.101 ± .205	1.304	.789	21
22	Poespa (*Schima Noronhae* REINW.; *Theac.*)	37.3	22.3	36.1	30	.028	+2.349 ± .064	−2.320 ± .154	+ .971 ± .088	1.227	.823	22
23	,, (,, ,, ,, ,,)	32.2	22.8	34.3	8	.016	+2.792 ± .089	−3.026 ± .196	+1.234 ± .104	1.190	.882	23
24	,, (,, ,, ,, ,,)	33.6	24.7	30.0	11	.015	+2.354 ± .068	−2.531 ± .155	+1.177 ± .084	1.313	.793	24
25	Rasamala (*Altingia excelsa* NORONH.; *Ham.*)	36.4	21.3	39.3	8	.003	+2.624 ± .022	−2.740 ± .045	+1.116 ± .023	1.196	.862	25
26	Baros (*Manglietia glauca* BL.; *Magn.*)	31.0	–	47.5	8	.015	+2.069 ± .459	−1.838 ± .848	+ .769 ± .388	1.235	790	26
27	Pasang apoe (Quercus sp.; Fag.)	32.0	20.7	36.6	17	.027	+2.856 ± .147	−3.328 ± .344	+1.472 ± .194	1.270	.861	27
28	,, ,, (,, ,, ,,)	32.2	20.0	33.7	17	.020	+2.139 ± .082	−1.898 ± .195	+ .759 ± .111	1.207	.807	28

29	*Djamoedjoe (Podocarpus imbricata* BL.; *Pod.)*	33.0	20.0	53.0	13	.024	+2.567± .145	−2.554± .312	+ .987± .161	1.160	.869	29
30	,, (,, ,, ,, ,,)	31.0	18.5	48.7	13	.017	+2.623± .104	−2.666± .222	+1.043± .114	1.165	.873	30
31	*Lenggajang (Hopea* sp.; *Dipt.)*	36.2	25.5	38.8	8	.010	+3.129± .153	−3.910± .329	+1.781± .172	1.310	.876	31
32	Resak gelingga (*Vatica bancana* SCHEFF.; *Dipt.)*	23.7	16.4	24.5	8	.026	+2.848± .202	−3.265± .435	+1.417± .225	1.249	.868	32
33	Resak rawang (*Vatica Wallichii* DYER.; *Dipt.)*	23.0	12.5	20.6	8	.071	+4.295± .690	−6 089±1.399	+2.794± .686	1.349	.985	33
34	Tjengal (*Hopea micrantha* (HASSK.); *Dipt.)*	30.4	16.0	35.4	8	.027	+2.259± .275	−1.977± .578	+ .718± .296	1.149	.840	34
35	,, ,, ,, ,, ,, ...	35.0	13.8	40.0	7	.042	+3.075± .847	−3.638±1.645	+1.563± .787	1.235	.896	35
36	Ngerawan (*Hopea Mengerawan* MIQ.;*Dipt.)*	34.7	22.5	45.0	10	.019	+3.281± .146	−3.811± .313	+1.530± .163	1.151	.947	36
37	,, (,, ,, ,, ,,)	33.5	25.0	39.1	12	.071	+3.270± .324	−3.804± .741	+1.534± .399	1.156	.944	37
38	Meranti oeloe toepai (*Shorea* sp.; *Dipt.)*	41.2	21.2	60.9	11	.023	+1.686± .225	− .986± .446	+ .300± .216	1.163	.775	38
39	Kedontang (*Shorea bracteolata* DYER.; *Dipt*).....	36.0	29.2	43.7	15	.031	+3.746± .113	−4.696± .260	+1.950± .141	1.174	.988	39
40	Kaloep (*Shorea eximia* SCHEFF.; *Dipt.)*	42.4	26.4	68.7	12	.016	+2.773± .119	−2.727± .254	+ .954± .131	1.076	.920	40
41	Damar boewah (*Shorea* sp.; *Dipt.)*.....	39.0	28.0	52.0	12	.032	+2.882± .202	−3.140± .446	+1.258± .236	1.169	.899	41
42	Merloewang (*Dipterocarpus gracilis* BL.; *Dipt.)*	37.6	29.6	52.3	15	.036	+3.365± .138	−3.936± .312	+1.571± .168	1.140	.960	42
43	Lagan (*Dipterocarpus humerata* V. SL.; *Dipt.)*	43.4	26.4	74.7	11	.088	+3.594± .570	−4.324± .257	+1.730± .664	1.131	.987	43
44	Merkoejoeng itam (*Shorea* sp.; *Dipt.)*.....	47.8	28.0	64.9	14	.030	+2.392± .191	−2.431± .409	+1.039± .213	1.241	.822	44
45	Kedawang (*Isoptera sumatrana* V. SL.; *Dipt.)*	32.5	12.5	78.5	5	.036	+4.266±1.509	−5.434±2.774	+2.168±1.264	1 091	1.072	45
46	Tenam (*Anisoptera marginata* KORTH.; *Dipt.)*	37.1	22.1	65.3	10	.014	+2.784± .033	−3.088± .062	+1.304± .034	1.222	.870	46
47	Tenam (*Anisoptera costata* KORTH.; DIPT.).....	38.0	24.4	51.7	13	.027	+2.463± .143	−2.318± .309	+ .855± .160	1.138	.865	47
48	Terentang (*Campnosperma auriculata* HOOK.F.; *Anac.)* ..	35.5	17.0	42.0	7	.014	+2.288± .183	−2.234± .364	+ .946± .176	1.237	.813	48
49	Rengas (*Gluta Renghas* L.; *Anac.)*	38.8	18.5	51.0	8	.024	+2.416± 421	−2.454± .830	+1.038± .402	1.233	.828	49
50	Loelan (*Calophyllum* sp.; *Gutt.)*	36.5	18.5	58.6	10	.020	+2.818± .198	−3.022± .397	+1.204± .194	1.168	892	50
51	Boenoet rawang (*Calophyllum* sp.; *Gutt.)*.....	27.0	14.6	32.5	8	.042	+2.466± .431	−2.171± .886	+ .705± .441	1.073	.888	51
52	Terpahat (*Calophyllum* sp.; *Gutt.)*	26.0	–	38.6	7	.010	+1.718± .143	− .921± .284	+ .203± .138	1.111	.796	52
53	Saga (*Adenanthera tamarindifolia* ROXB.; *Leg.)*	37.8	14.9	54.2	6	.024	+6.436± .701	−10.054±1.362	+4.618± .652	1.407	1.191	53
54	Garoe boeaja (*Urandra corniculata* FOXW.; *Icac.)*.....	29.0	19.5	51.2	9	.025	+3.055± .171	−3.581± .380	+1.526± .203	1.226	.897	54
55	Tampang telor (*Prainea Limpato* BEUMÉE; *Morac.)*	32.2	16.2	42.8	8	.040	+2.831± .586	−3.378±1.146	+1.547± .549	1.310	.845	55
56	Tjampedak (*Artocarpus Champeden* SPRENG.; *Morac.)* ...	27.0	10.8	34.4	6	.023	+1.440± .575	− .558±1.091	+ .118± .509	1.169	.747	56
57	Koedoe (*Artocarpus Kemando* MIQ.; *Morac.)*	33.0	21.0	56.3	9	.019	+2.063± .243	−1.730± .564	+ .667± .314	1.193	.804	57
58	Koelim (*Scorodocarpus borneënse* BECC.; *Olac.)*	28.0	17.5	37.3	7	.034	+2.897± .277	−3.007± .651	+1.110± .350	1.101	.924	58
59	Kajoe katjang (*Strombosia javanica* BL.; *Olac.)*	30.0	21.2	46.0	11	.029	+3.188± .044	−3.684± .044	+1.496± .023	1.168	.931	59
60	Kajoe patin (*Mussaëndopsis Beccariana* BAILL.; *Rub.)* ..	33.6	16.5	47.6	8	.079	+ .999±1.209	+ .324±2.525	− .323±1.289	1.129	.714	60
61	Njatoe (*Palaquim xanthochymum* PIERRE, var. *glabrum*... H. J. L.; *Sapot.)*	40.1	26.0	54.7	12	.018	+2.523± .131	−2.496± .296	+ .973± .161	1.169	.861	61
62	Balam tenginai (*Palaquium Ridleyi* K. ET G.; *Sapot.)* ...	39.0	18.0	34.9	8	.054	+3.479± .960	−4.420±1.864	+1.941± .890	1.260	.930	62
63	Balam teroeng (*Palaquium hexandrum* ENGL.; *Sapot.)* ...	34.0	19.0	43.8	9	.024	+2.426± .051	−2.158± .089	+ .732± .051	1.098	.875	63
64	Balam poetjoeng (*Palaquium rostratum* BURCK.; *Sapot.)* .	31.0	22.0	41.0	9	.020	+2.559± .161	−2.401± .349	+ .842± .183	1.100	.889	64
65	Setebal (*Podocarpus Beccarii* PARL.; *Pod.)*	37.0	28.2	38.5	13	.025	+2.146± .117	−1.742± .267	+ .596± .146	1.135	.833	65
66	Pedada paja (*Tetramerista glabra* MIQ.; *Theac.)*.....	28.0	14.5	46.5	7	.026	+1.988± .125	−1.706± .219	+ .718± .101	1.240	.780	66
67	Tapak andjing (*Adinandra lamponga* MIQ.; *Theac.)*	32.4	14.2	66.5	7	.018	+2.658± .172	−2.450± .380	+ .792± .200	1.046	.918	67

Vervolg tabel no. XIV. [*Table no. XIV continued.*]

Volgnummer (*Successive number*)	Houtsoort (*Species*)	h m	ka m	$d_{1/4}$ Berekeud cm (*Calculated*)	Aantal gemeten diameters (*Number of diameters measured*)	μ	a en [*and*] μ_a	b en [*and*] μ_b	c en [*and*] μ_c	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	Volgnummer (*Successive number*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
68	Kajoe kelat poetih (*Eugenia* sp.; *Myrt.*)	29.5	16.5	46.2	7	.023	+2.829 ± .210	−3.234 ± .446	+1.405 ± .228	1.250	.865	68
69	Kajoe kelat (*Eugenia* sp.; *Myrt.*)	29.9	18.2	33.3	8	.046	+2.836 ± .468	−3.004 ± .984	+1 168 ± .497	1.146	.902	69
70	Tembesoe talang (*Fagraea sororia* J. J. S.; *Log.*)	35.0	20.0	63.4	11	.033	+2.102 ± .234	−1.612 ± .491	+ .510 ± .248	1.113	.836	70
71	Randa tijoeng (*Fagraea elliptica* ROXB.; *Log.*)	24.0	10.7	29.3	6	.072	+5.884 ±1.369	−9.378 ±2.671	+4.494 ±1.276	1.541	1.087	71
72	Medang bamban (*Michelia Koordersiana* DANDY.; *Magn.*)	29.6	17.2	42.7	7	.030	+2.248 ± .302	−2.023 ± .651	+ .775 ± .339	1.177	.829	72
73	Meranti paja (*Shorea* sp.; *Dipt.*).....	43.0	30.0	71.5	12	.040	+2.607 ± .192	−2.444 ± .455	+ .837 ± .255	1.082	.900	73
74	Petaling (*Ochanostachys amentacea* MAST.; *Olac.*)	38.0	19.0	36.1	6	.029	+1.871 ± .638	−1.684 ±1.275	+ .813 ± .613	1.320	.740	74
75	Menggeris (*Koompassia malaccensis* MAING.; *Leg.*)	46.8	26.8	73.8	12	.018	+2.062 ± .142	−1.384 ± .305	+ 322 ± .159	1.046	.855	75
76	Kerandji asap (*Dialium platysepalum* BAKER; *Leg.*).....	31.0	13.0	67.8	7	045	+2.039 ± .946	−1.610 ±1.830	+ .571 ± .868	1.160	.813	76
77	Doerian paja (*Durio carinatus* MAST.; *Bomb.*)	37.0	21.0	75.3	9	.020	+2.864 ± .149	−3.107 ± .328	+1.243 ± .171	1.169	.897	77
78	Boelian (*Eusideroxylon Zwageri* T. ET B.; LAUR.)	30.0	15.5	53.7	8	.052	+2.182 ± .593	−1.871 ±1.215	+ .689 ± .604	1.164	.828	78
79	Ngerawan (*Hopea Mengarawan* MIQ.; *Dipt.*).....	38.0	25.0	47.9	12	.051	+3.077 ± .216	−3.559 ± .521	+1.482 ± .296	1.199	.909	79
80	Merasam (*Triomma malaccensis* HOOK.F.; *Burs.*)	41.0	27.0	44.2	11	.066	+2.955 ± .302	−3.105 ± .749	+1.150 ± .430	1.099	.931	80
81	Poelai rawang (*Alstonia pneumatophora* BACKER, msc.; *Apoc.*)	41.0	29.7	58.3	12	.023	+3.497 ± .094	−4.754 ± .260	+2.257 ± .169	1.389	.888	81
82	Meranti sarang poenai (*Shorea parvifolia* DYER.; *Dipt.*) ...	35.5	22.5	45.6	11	.014	+2.479 ± .081	−2.398 ± .178	+ .919 ± .094	1.160	.859	82
83	Meranti boenga (*Shorea leprosula* MIQ.; *Dipt.*)	38.0	25.7	48.9	13	.048	+2.477 ± .185	−2.201 ± .436	+ .724 ± .241	1.078	.888	83
84	Melaboewai (*Dyera costulata* HOOK.F.; *Apoc.*)	33.0	23.6	55.4	12	.060	+3.055 ± .202	−4.180 ± .495	+2.125 ± .281	1.482	.809	84
85	Tembesoe talang (*Fagraea sororia* J. J. S.; *Log.*)	35.0	20.0	62.9	11	.041	+2.245 ± .225	−1.911 ± .500	+ .666 ± .265	1.131	.845	85
86	Sindoer (*Sindora leiocarpa* BACKER, msc.; *Leg.*)	37.0	23.0	53.6	11	.039	+3.062 ± .201	−3.339 ± .465	+1.277 ± .324	1.117	.936	86
87	Meranti baloer (*Shorea* sp.; *Dipt.*)	42.0	22.0	69.0	10	.047	+2.437 ± .517	−2.335 ±1.083	+ .898 ± .552	1 116	.853	87
88	,, ,, (,, ,, ,,)	43.0	29.7	60.2	14	.042	+2.796 ± .146	−3.055 ± .355	+1.259 ± .203	1.199	.879	88
89	Damar (*Agathis alba* FOXW.; *Arauc.*)	29.3	19.6	30.9	27	.056	+2.449 ± .141	−3.227 ± .340	+1.778 ± .192	1.538	.725	89
90	,, (,, ,, ,, ,,)	45.3	30.3	55.6	39	.037	+1.890 ± .077	−2.070 ± .179	+1.180 ± .100	1.471	.690	90
91	,, (,, ,, ,, ,,)	31.4	17.0	32.0	27	.032	+2.273 ± .082	−2.697 ± .191	+1.424 ± .106	1.446	.739	91
92	,, (,, ,, ,, ,,)	35.5	23.2	39.9	29	.045	+2.007 ± .107	−2.143 ± .251	+1.136 ± .140	1.413	.722	92
93	,, (,, ,, ,, ,,)	27.9	15.1	76.4	17	.077	+1.640 ± .301	− .968 ± .680	+ .328 ± .366	1.191	.760	93
94	,, (,, ,, ,, ,,)	34.4	16.8	78.6	24	.068	+1.685 ± .200	− .852 ± .437	+ .167 ± .231	1.107	.794	94
95	,, (,, ,, ,, ,,)	26.2	12.2	43.4	24	.025	+1.213 ± .066	− .067 ± .157	— .146 ± .089	1.132	.736	95
96	Sareh (Dacrydium sp.; Pod.).....	38.3	20.7	69.5	27	.014	+2.293 ± .043	−2.066 ± .097	+ .773 ± .052	1.161	.840	96
97	Meranti daoen haloes (Shorea sp.; Dipt.)	34.1	22.5	53.7	20	.021	+2.071 ± .088	−2.974 ± .218	+1.303 ± .117	1.260	.845	97

98	*Meranti daoen lebar (Shorea sp.; Dipt.)*	28.3	14 6	51.1	19	.027	+2.994± .103	−3.282± .236	+1.288± .131	1.144	.919	98
99	*Soentai (Palaquium Burckii H. J. L.; Sapot.)*	25.1	14.8	42.1	13	.026	+2.627± .194	−2.525± .440	+ .898± .242	1.102	.895	99
100	*Tarentang (Campnosperma macrophylla* HOOK.F.; *Anac.)*.	28.1	18.2	44.1	17	.010	+2.636± .050	−2.673± .113	+1.037± .061	1.158	.877	100
101	Bengkoe (*Ganua Motleyana* PIERRE; *Sapot.*)	30.3	17.9	41.5	17	.013	+2.675± .077	−2.722± .163	+1.047± .084	1.149	.884	101
102	Geronggang (*Cratoxylon arborescens* BL.; *Gutt.*).....	29.6	16.9	39.7	16	.019	+2.524± .125	−2.444± .263	+ .920± .134	1.146	.869	102
103	Balam poetih (*Palaquium* sp.; *Sapot.*)	32.0	19.2	35.2	18	.012	+2.410± .071	−2.334± .158	+ .924± .085	1.186	.843	103
104	Kempas (*Koompassia malaccensis* MAING.; *Leg.*)	33.8	21.0	28.8	21	.023	+2.692± .109	−2.933± .237	+1.241± .124	1.226	.859	104
105	Toesam (*Pinus Merkusii* JUNGH. et DE VR.; *Pin.*) .	39.6	16.6	34.8	37	.013	+1.766± .028	−1.194± .064	+ .428± .035	1.191	.774	105
106	,, (,, ,, ,, ,, ,, ,, ,,)	32.0	15.1	26.9	35	.017	+1.974± .038	−1.582± .090	+ .608± .050	1.198	.793	106
107	,, (,, ,, ,, ,, ,, ,, ,,)	37.0	18.3	43.4	37	.034	+1.729± .070	−1.170± .164	+ .441± .091	1.209	.763	107
108	,, (,, ,, ,, ,, ,, ,, ,,)	27.7	25.4	22.9	29	.046	+2.909± .106	−3.449± .251	+1.540± .140	1.281	.863	108
109	Oelin (*Eusideroxylon Zwageri* T. et B.; *Laur.*)	30.1	–	61.7	16	.029	+4.001± .251	−5.347± .526	+2.346± .269	1.257	1.986	109
110	Fijnspar (*Picea excelsa* [LAM.|LINK.;*Pin.*).....	18.8	14.8	11.0	11	.022	+2.366± .101	−2.364± .220	+ .998± .115	1.232	.822	110
111	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	23.8	16.8	20 0	15	.021	+2.370± .073	−2.483± .164	+1.113± .088	1.280	.806	111
112	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	22.6	15.6	18.9	14	.016	+2.209± .058	−1.955± .131	+ .746± .070	1.178	.825	112
113	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	20.2	14.4	14.7	13	.023	+2.618± .089	−2.802± .201	+1.184± .107	1.227	.851	113
114	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	22.0	15.8	16.7	13	.019	+1.910± .076	−1.556± .169	+ .646± .089	1.236	.773	114
115	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	24.6	14.4	22.8	15	.028	+2.081± .099	−1.768± .222	+ .687± .118	1.196	.805	115
116	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	22.2	15.6	16.8	13	.035	+2.557± .134	−2.796± .301	+1.239± .160	1.271	.829	116
117	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	20.6	16.0	14.1	12	.030	+2.314± .130	−2.188± .287	+ .874± .150	1.197	.829	117
118	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	21.6	16.8	14.4	12	.016	+2.369± .063	−2.278± .143	+ .909± .077	1.193	.836	118
119	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	21.0	15.4	14.6	13	.025	+2.221± .096	−2.039± .215	+ .818± .114	1.204	.817	119
120	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	21.2	16.0	14.7	13	.011	+2.374± .044	−2.325± .099	+ .951± .052	1.210	.831	120
121	,, (,, ,, ,, ,, ,).....	26.4	15.2	24.1	16	.028	+2.021± .096	−1.687± .216	+ .666± .115	1.207	.795	121
122	,, (,, ,, ,, ,, ,,).....	22.6	12.9	24.9	37	.013	+1.932± .029	−1.354± .067	+ .422± .037	1.133	.811	122
123	Eik (*Quercus pedunculata* EHRH. of *Q. sessiliflora* SMITH; *Fag.*)	13.0	–	13.9	11	.074	+ .803± .295	+ .440± .671	− .243± .363	1.229	.659	123
124	Eik (*Quercus pedunculata* EHRH. of *Q. sessiliflora* SMITH; *Fag.*)	13.0	–	15.3	11	.046	+1.940± .184	−1.629± .418	+ .689± .226	1.244	.774	124
125	Eik (*Quercus pedunculata* EHRH. of *Q. sessiliflora* SMITH; *Fag.*)	15.8	–	13.1	11	.039	− .554± .204	+2.638± .442	−1.084± .229	1.328	.482	125
126	Eik (*Quercus pedunculata* EHRH. of *Q. sessiliflora* SMITH; *Fag.*)	14.5	10.7	15.7	10	.033	+1.698± .181	−1.045± .416	+ .347± .229	1.179	.770	126
127	Eik (*Quercus pedunculata* EHRH. of *Q. sessiliflora* SMITH; *Fag.*)	22.0	16.0	17.2	16	.022	+2.508± .085	−2.324± .194	+ .816± .106	1.107	.881	127
128	Grove den (*Pinus silvestris* L.; *Pin.*)	27.3	24.7	21.1	27	.047	+2.781± .118	−3.232± .276	+1.451± .153	1.286	.848	128
129	,, ,, (,, ,, ,, ,,)	27.7	20.4	23.8	27	.036	+2.922± .091	−3.599± .212	+1.677± .118	1.335	.846	129
130	,, ,, (,, ,, ,, ,,)	30.6	22.2	29.8	31	.026	+2.765± .062	−3.162± .145	+1.397± .081	1.268	.852	130
131	Randoe (*Ceiba pentandra* GAERTN. var *caribaea* BAKH.; *Bomb.*)	13.5	5.9	72.5	16	.045	+ .115± .543	+1.604±1.055	− .719± .503	1.258	.576	131

de middelbare fouten (kolom 7), met uitzondering van die voor no. 9, niet grooter dan die van de onderzochte djatistammen.

Op boom no. 10 dient de aandacht gevestigd te worden. De waarden voor de parameters wijken in grootte aanmerkelijk af van die der overige boomen; $y_{1/2}$ is grooter dan één, hetgeen wel op een merkwaardigen stamvorm wijst.

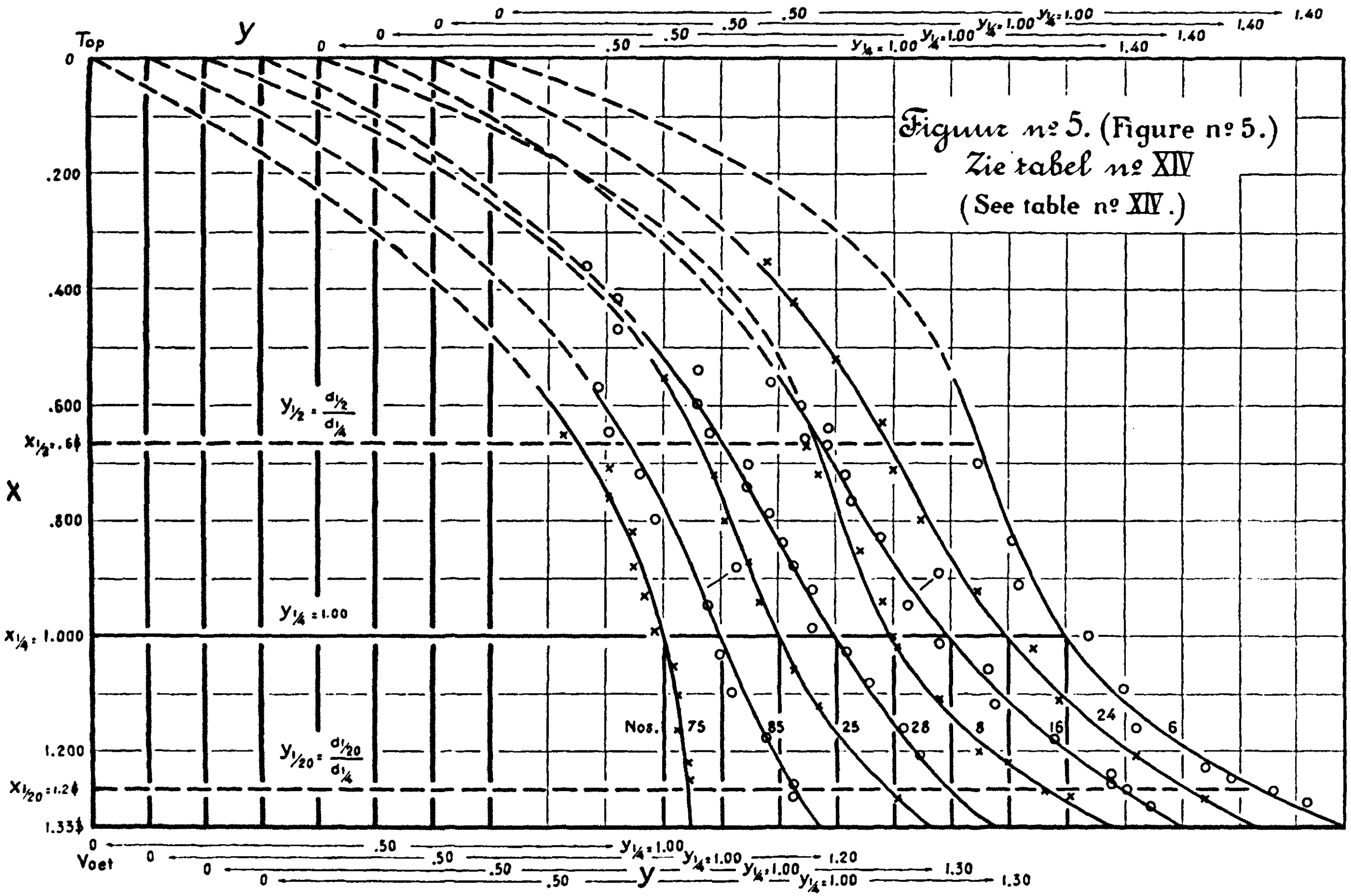
Uit de cijfers voor de boom- (16.0 m) en kroonaanzethoogte (6.4 m) blijkt echter, dat men hier met een laag aangezette kroon te doen heeft. Het waargenomen stamstuk bezit verder een gepronónceerden wortelaanloop. De boom werd als voorbeeld ter vereffening gekozen om eens na te gaan, welke resultaten verkregen zouden worden. Voor het waarnemingsgebied is de aanpassing van de kromme zeer bevredigend, zoodat zij voor kubeeringsdoeleinden goed kan dienen. Daarbuiten, dus tusschen den kroonaanzet en den top, heeft de kromme een vorm, welke voor nangka onwaarschijnlijk is. Het vormquotiënt voor halve boomhoogte, $y_{1/2}$, ligt in dit gebied en heeft derhalve slechts theoretische waarde.

De klein- en in het bijzonder de grootbladige mahony zullen bij een ongestoorde ontwikkeling zeer waarschijnlijk een stamvorm bezitten, welke niet onderdoet voor dien van den plantsoendjati. Ten gevolge van verschillende plagen, waarvan deze houtsoorten op Java te lijden hebben, met name van de vreterij van den mahony-topboorder (*Hypsipyla robusta* MOORE [36]), is de stamvorm meestal ongunstig. De boomen, welke onderzocht werden, behooren dan ook tot de best gevormde modelboomen, afkomstig van verschillende perken [37].

Voor de onderzochte mahonieboomen bleek een tamelijk groote verscheidenheid van stamvorm te bestaan. Sommige stammen hadden een vorm, welke dien van een afgeknotten kegel nabijkwam (bijv. no. 14), andere kwamen meer met den plantsoendjati overeen. No. 15 bezit een lage kroonaanzethoogte; $y_{1/2}$ heeft dus voor dezen boom theoretische waarde.

In de figuren nos. 5, 6 en 7 zijn vereffeningsresultaten van een 24-tal wildhoutboomen uit tabel no. XIV in beeld gebracht. De nummers, welke bij de krommen geschreven zijn, correspondeeren met de boomnummers in genoemde tabel. Voorbeelden voor djohar, nangka en kleinbladigen mahony vindt men in figuur no. 5 (nos. 6, 8 en 16).

Met uitzondering van den randoe en den oelin is elke groep in vermelde figuren vertegenwoordigd. In verband met de geboden beperking zijn slechts voorbeelden van „gewone" stamvormen gekozen, welke voor de tropische — en zeker voor de gematigde luchtstreken — voor stamtafelonderzoekingen de grootste waarde zullen hebben. Aangezien van de meeste houtsoorten slechts één boom onderzocht werd, is het onzeker of een ongewone stamvorm voor zoo'n houtsoort typeerend is, of dat men met



Figuur nº 5. (Figure nº 5.)
Zie tabel nº XIV
(See table nº XIV.)

Nº 75 Menggeris (Koompassia malaccensis Maing.; Leg.)
„ 85 Tembesoe talang (Fagraea sororia J.J.S.; Log.)
„ 25 Rasamala (Altingia excelsa Nordnh.; Ham.)
„ 28 Pasang apoe (Quercus sp.; Fag.)
Nº 8 Bangka (Artocarpus integra Merr.; Morac.)
„ 16 Kleinbladige mahony (Swietenia Mahagoni Jacq.; Meliac.)
„ 24 Poespa (Schima Noronhae Reinw.; Theac.)
„ 6 Djahar (Cassia siamea Lamk.; Leg.)

een toevallig verschijnsel te maken heeft. Dit kan pas worden beslist, wanneer voor een tafelonderzoek een groot aantal exemplaren van een bepaalde soort onderzocht is. Alle onderzochte naaldhoutsoorten, de troetelkinderen der houtmeetkundigen in de gematigde luchtstreken, zijn verder in figuur no. 6 vertegenwoordigd.

Tweede groep (nos. 22 t/m 30). Deze Preanger wildhoutsoorten zijn opgemeten onder leiding van den Houtvester Ir. J. H. DE HAAN, volgens aanwijzingen door schrijver dezes gegeven [38]. Zooveel mogelijk werd hierbij aan den stam, voorzoover deze regelmatig gevormd was, om den meter de omtrek tot in cm bepaald (meestal tot ongeveer den kroonaanzet; bij sommige boomen werd ook een deel der kroonspil gemeten). Bij boomen met wortellijsten werden dus in het gebied ervan geen metingen gedaan.

Vereffend werden de diameters, uit de omtrekken afgeleid. Hierbij is, bij gebrek aan verdere gegevens, aangenomen, dat het stamvlak den vorm bezit van een cirkel; berekend zijn bijgevolg zoogenaamde omtrekdiameters ($_od$). Voor fraai gevormde stammen, zooals bijv. die van rasamala, zullen deze diameters weinig afwijken van de stamvlakdiameters; voor min of meer gegroefde stammen, zooals bijv. die van verschillende Indische eikensoorten, zullen eerstgenoemde diameters grooter zijn dan de stamvlakdiameters.

Dat de onderzochte boomen over het algemeen goed gevormde stammen bezaten, blijkt voldoende uit de middelbare fouten (kolom 7), waarvan niet één de maximale waarde bereikt, welke bij den djati voorkwam. Opvallend klein is de fout bij rasamala (0.003); de waarnemingspunten liggen alle practisch op de vereffenende kromme (boom no. 25 in grafiek no. 5).

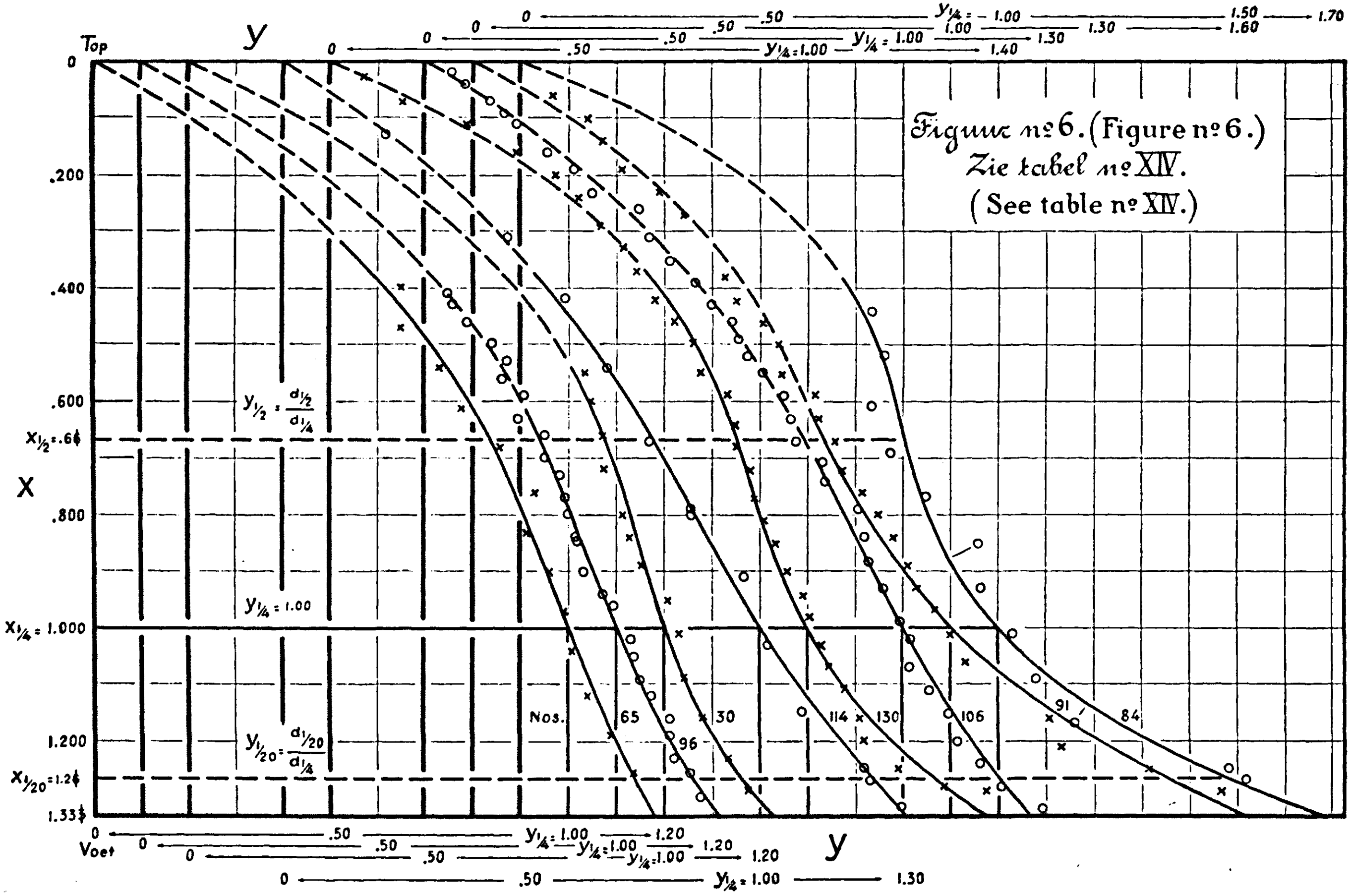
De rasamala is bekend om zijn zeer fraaien stamvorm. Wanneer deze houtsoort in Europa voorkwam, zou het loofhout wat betreft stamvormonderzoekingen ongetwijfeld minder stiefmoederlijk zijn bedeeld dan thans het geval is.

In de figuren nos. 5 en 6 vindt men verder grafieken voor poespa (no. 24), pasang (no. 28) en djamoedjoe (no. 30; een conifeer).

Derde groep (nos. 31 t/m 88). Deze gegevens zijn afkomstig van genummerde boomen uit de monstervlakten van de afdeeling: Botanisch-houttechnische boschexploratie van het Boschbouwproefstation, gelegen in de bosschen nabij Bajoenglintjir en Moeara Enim (Residentie Palembang, Dienstkring Zuid-Sumatra).

De genummerde boomen dienden voor het verzamelen van volledig herbariummateriaal en bijbehoorende houtmonsters, benevens voor het doen van waarnemingen omtrent bloei en vruchtdracht.

Van deze boomen zijn er later verscheidene geveld, voor meer uitvoerig



Nº 65 Setebal (Podocarpus Beccarii Parl.; Pod.)
„ 96 Sareh (Dacrydium sp.; Pod.)
„ 30 Djamoedjoe (Podocarpus imbricata Bl.; Pod.)
„ 114 Fijnspar (Picea excelsa [Lam.] Link.; Pin.)
Nº 130 Grove den (Pinus silvestris L.; Pin.)
„ 106 Toesam (Pinus Merkusii Jungh. et de Vr.; Pin.)
„ 91 Damar (Agathis alba Foxw.; Arauc.)
„ 84 Melaboewai (Dyera costulata Hook. f.; Apoc.)

onderzoek van het hout. Van de gevelde boomen werden tevens gemeten: de boomhoogte, de hoogte der wortellijsten en de lengte van het takvrije stamstuk, terwijl van laatstgenoemd stamstuk boven de wortellijsten om de twee meter de diameter (tot in cm) bepaald werd. Dit werk had plaats onder leiding van den toenmaligen Houtvester Ir. A. THORENAAR en den toenmaligen Opziener J. VAN DER ZWAAN.

Laatstgenoemde metingen werden verricht, ten einde eenige, zij het ook globale gegevens te verkrijgen omtrent de afmetingen der boomen en de inhouden der stamstukken. Bijgevolg behoefden daarbij niet die voorzorgen in acht genomen te worden, welke bij het opmeten van modelboomen gewoonlijk noodig zijn. Met voorkomende onregelmatigheden aan den stam werd bijv. bij de diameterbepalingen weinig rekening gehouden, zoodat de cijfers van boomen met een ongunstigen stamvorm feitelijk voor een stamvormonderzoek minder geschikt zijn.

Dit laatste blijkt ook uit de grootte van de middelbare fout voor sommiboomen (bijv. no. 43 lagan 0.088, no. 60 kajoe patin 0.079, enz.). Voor dergelijke boomen liggen de waarnemingspunten dermate onregelmatig, dat men — om het eens zoo te zeggen — zich moeilijk een oordeel kan vormen over de bedoelingen, welke de natuur bij den opbouw van den stam heeft nagestreefd. De onzekerheid bij de vereffening is dan van denzelfden aard als die bij de reconstructie van een oude ruïne, welke reeds in te groote mate in puin is gevallen.

Bij zulke boomen is de vereffenende kromme weinig bewijskrachtig, omdat men in staat is tamelijk van elkaar afwijkende lijnen te trekken, welke ongeveer even goed voldoen. Een, zij het ook niet extreem voorbeeld hiervan vindt men in figuur no. 6 (no. 84 melaboewai, middelbare fout 0.060).

Voor de boomen nos. 33 (resak rawang), 45 (kedawang), 53 (saga) en 71 (randa tijoeng) werd als resultaat van de vereffening een stamkromme verkregen, welke onwaarschijnlijk is of zelden zal voorkomen. De kromme kenmerkt zich hierdoor dat van den stamvoet af naar boven toe de vormquotiënten in het gebied van den wortelaanloop snel af-, daarna toenemen en ten slotte in de nabijheid van den boomtop weer snel afnemen. De abnormale waarden voor de parameters verraden reeds, dat men met een bijzonderen stamvorm te doen heeft.

Uit de cijfers in de kolommen 7 en 12 blijkt echter, dat òf de middelbare fout groot is, zoodat men met een twijfelachtig geval te doen heeft (bijv. no. 33 met een fout van 0.071), òf de kroonaanzethoogte gering is (nos. 45 en 53), waardoor de verdikking buiten het waarnemingsgebied ligt en dus slechts theoretische waarde heeft.

No. 60 (kajoe patin) bezit voor *a*, *b* en *c* abnormaal kleine waarden, terwijl bovendien in afwijking met de andere boomen *b* positief en *c* negatief is.

De stamkromme wijst op een, zij het ook weinig geprononceerd knotsvormigen stam. Zooals reeds is gezegd, liggen de waarnemingspunten voor dezen boom zeer onregelmatig, zoodat het resultaat der vereffening geringe bewijskracht heeft.

Voor bovenbesproken boomen is binnen het waarnemingsgebied de aanpassing van de stamkromme bevredigend. Mocht dus voor een bepaalde houtsoort zulk een bijzondere stamvorm veel voorkomen of regel zijn — voor weinig geprononceerde knotsvormen bestaat deze mogelijkheid —, dan zal dus ook van de stamvormvergelijking gebruik gemaakt kunnen worden.

De overige boomen van deze groep bezitten wel is waar „gewone" stamvormen, doch de verscheidenheid is hierin, zooals de vormklassen uitwijzen (kolommen 11 en 12), zeer groot. Men heeft boomen met zeer weinig volhoutige stammen (bijv. nos. 56, 66, 74, 84, enz.), waarvan sommige haast den kegelvorm naderen, met buitengewoon volhoutige stammen zooals nos. 37, 40, 58, 64, 75, enz. Andere weer bezitten een volhoutigen boven- en een weinig volhoutigen benedenstam (bijv. no. 62), of omgekeerd (bijv. no. 52).

In de figuren nos. 5, 6 en 7 zijn een 7-tal stamkrommen uit deze groep afgebeeld (nos. 40-kaloep, 46-tenam, 65-setebal — een conifeer! —, 75-menggeris, 79-ngerawan, 84-melaboewai, 85-tembesoe talang).

Vierde groep (nos. 89 t/m 96). De toenmalige Opperhoutvester van den Dienstkring Celebes c. a., de Heer E. KRAMER, was zoo welwillend gegevens te doen verzamelen van enkele, in zijn ambtsgebied veel voorkomende coniferen. De damar, de boom welke het copal levert, behoort, tezamen met den toesam (zie verder), tot de hoogste woudreuzen van den Archipel (hoogten tot 70 m toe; zie VAN DE KOPPEL-1926, 1929 en BRANDTS BUYS, JAPING en FERNANDES-1928). De opgemeten boomen, waarvan de grootste 45.3 m hoog is, bezitten dus slechts middelmatige of tamelijk kleine afmetingen.

De opmeting geschiedde op dezelfde wijze als bij de Preanger wildhoutsoorten van de tweede groep. Gekozen werden boomen, welke door langdurig aantappen in erge mate verwond waren en ten slotte ten gevolge van inrotting en aantasting door boorders waren omgevallen. Aangezien dit aantappen tot circa 3 m boven den grond plaats had (VAN DE KOPPEL-1926, 1929), is een belangrijk gedeelte van den onderstam min of meer misvormd. Bij de vereffening bleek dit bij sommige boomen zeer duidelijk (bijv. nos. 93, 94 en vooral 95).

Van de meeste boomen kon tot dicht bij den top de kroonspil gemeten worden, zoodat het mogelijk was na te gaan, of de kromme ook daarvoor gebezigd kon worden. Dit laatste bleek in bevredigende mate het geval te

zijn. In figuur no. 6 vindt men een afbeelding van damar no. 91 en van no. 96-sareh.

Vijfde groep (nos. 97 t/m 104). De gegevens zijn afkomstig van Bengkalis (ressorteerend onder den Dienstkring: Oostkust van Sumatra), één der belangrijkste boschexploitatiegebieden van de Buitengewesten. De toenmalige Houtvester van genoemd gebied, de Heer Ir. J. G. G. JELLES, liet de opmetingen door zijn personeel verrichten op één der panglongs (Chineesche houtaankappen), zoodat zonder bezwaar goed gevormde boomen daarvoor aangewezen konden worden. Dit blijkt ook uit de geringe middelbare fouten in kolom 7.

De opmetingen hadden op dezelfde wijze plaats als bij de Preanger wildhoutsoorten (dit geldt ook voor de zesde en zevende groep).

In figuur no. 7 vindt men afbeeldingen voor de boomen nos. 97-meranti daoen haloes, 100-tarentang, 101-bengkoe en 103-balam poetih.

Zesde groep (nos. 105 t/m 108). De gegevens van den toesam, de eenige Pinussoort, welke van nature in den Archipel voorkomt, zijn afkomstig van den Dienstkring: Atjeh en Onderhoorigheden, waar ze in opdracht van den toenmaligen Opperhoutvester van genoemd ressort, Ir. F. SWART verzameld werden.

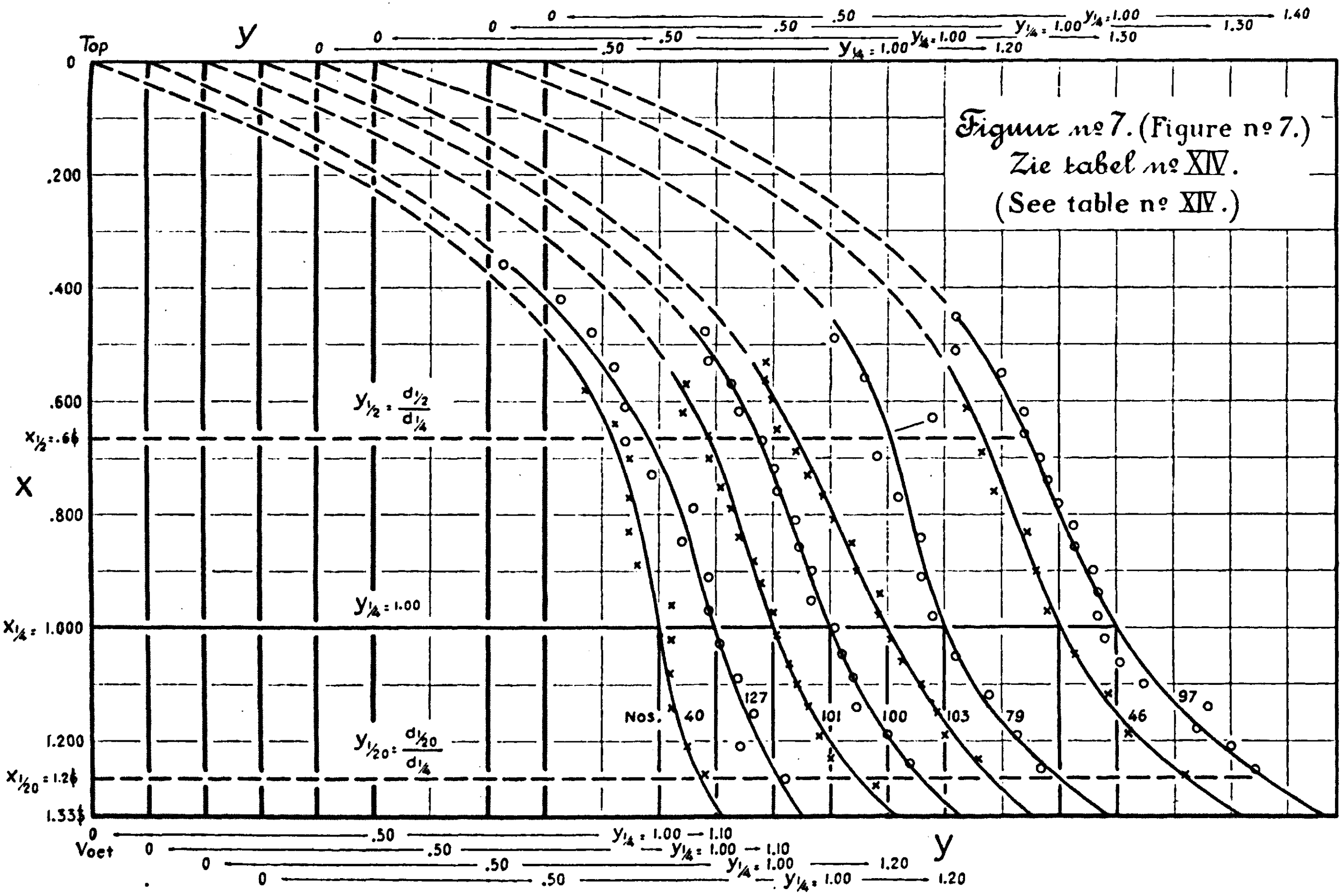
Ook hier deed zich gelegenheid voor na te gaan, of de gebezigde vergelijking voor de kroonspil bruikbaar was. De nos. 105 en 106 hadden zeer regelmatig gevormde stammen; in het bijzonder gold dit voor no. 105. De vereffenende krommen passen voor deze boomen zeer goed aan de waarnemingspunten aan; de middelbare fouten (respectievelijk 0.013 en 0.017; zie kolom 7) zijn dan ook klein.

Bij nos. 107 en 108 moet uit het verloop der punten besloten worden, dat de boomen tamelijk takkig zijn of geweest zijn. Op verschillende plaatsen neemt de diameter min of meer sprongsgewijze naar boven toe af. Doch ook voor deze boomen voldoet de vergelijking bevredigend, al zijn in zulke gevallen de resultaten der vereffening minder overtuigend.

In figuur no. 6 is boom no. 106 afgebeeld.

Zevende groep (no. 109). De cijfers voor den oelin, den boom welke het bekende ijzerhout levert, zijn afkomstig van de Zuider- en Oosterafdeeling van Borneo (verzameld door personeel van den Dienst van het Boschwezen in opdracht van den Opperhoutvester J. L. P. ZONDAG). Helaas bezaten de opgemeten boomen (een 4-tal) dermate onregelmatig gevormde stammen (laag gevorkte of gegaffelde boomen), dat slechts één voor het onderzoek kon worden gebezigd.

Achtste groep (nos. 110 t/m 122). De cijfers voor fijnspar heeft schrijver dezes — no. 122 uitgezonderd — ontleend aan een rapport van den toenmaligen Candidaat-houtvester A. J. LOUWERSE over zijn Zwitserschen



Figuur nº 7. (Figure nº 7.)
Zie tabel nº XIV.
(See table nº XIV.)

Nº 40 Haloep (Shorea eximia Scheff.; Dipt.)
„ 127 Eik (Quercus pedunculata. Ehrh. of Q. sessiliflora Smith; Fag.)
„ 101 Bengkoe (Ganua Motleyana Pierre; Sapot.)
„ 100 Tarentang (Campnosperma macrophylla Hook. f.; Anac.)
Nº 103 Balam poetih (Palaquium sp.; Sapot.)
„ 79 Mgerawan (Hopea Mengarawan Miq.; Dipt.)
„ 46 Tenam (Anisoptera marginata Korth.; Dipt.)
„ 97 Meranti daoen haloes (Shorea sp.; Dipt.)

praktijktijd. Het zijn modelboom-opmetingen voor de 9e opname (in 1911) van subperk no. 62c van het Zwitsersche Proefstation (gelegen in het boschcomplex Bodenmatt, Kanton Zürich, Gemeente Horgen, Boschbezitter: de stad Zürich). De cijfers voor no. 122 zijn afkomstig van een publicatie van FRITZSCHE (1929).

De diameters zijn door overkruisklemming bepaald. De aanpassing van de vereffenende kromme aan de waarnemingspunten is voor alle boomen zeer bevredigend; in figuur no. 6 is boom no. 114 afgebeeld.

Geheel in overeenstemming met de resultaten van verschillende Skandinavische onderzoekingen (Hoofdstuk I, § 5), blijkt uit de kolommen 11 en 12, dat de vormklassen der boomen in een gelijkmatigen opstand — zelfs die van boomen met overeenkomstige afmetingen — tamelijk uiteen kunnen loopen [39].

Zonder bepaling van verschillende diameters is het dus niet mogelijk eenigermate nauwkeurig de individueele vormklasse te schatten. Bij gebruik van een stamtafel van het gewone type zal men zich dus moeten vergenoegen met een gemiddelde vormklasse, welke ongeveer voor alle boomen van een opstand geldt.

Negende groep (nos. 123 t/m 127). Gebruik is hierbij gemaakt van cijfers, voorkomend in de publicaties van HEDEBY-1929 (nos. 123 t/m 125) en FRITZSCHE-1929 (nos. 126 en 127).

Het Skandinavische materiaal is niet fraai. De Europeesche eik is in Zweden reeds tamelijk ver van zijn optimum-gebied verwijderd. Zooals in het vorige hoofdstuk bij de bespreking van de publicatie van HEDEBY is medegedeeld, was deze onderzoeker gedwongen van de 245 opgemeten boomen slechts 56 (23%) aan te houden en zelfs van laatstgenoemd aantal moesten weer 11 stuks (20%) voor het stamvormonderzoek uitgeschakeld worden.

De boomen bezaten tamelijk onregelmatig gevormde stammen; met name gold dit voor de kroonspil, waarop HEDEBY dan ook verschillende malen de aandacht vestigt. In verband met dit laatste zou het naar mijn meening beter zijn geweest het onderzoek hoogstens voor het geheele, takvrije stamstuk te verrichten.

De onwaarschijnlijke stamkrommen, voor de nos. 123 en 125 verkregen, zijn een gevolg van de kroonspildiameters, welke mede in de vereffening zijn opgenomen. Ondanks dit alles voldoen deze krommen voor de waarnemingspunten bevredigend.

De boomen, welke FRITZSCHE heeft onderzocht, bezaten goed gevormde stammen. In figuur no. 7 is boom no. 127 afgebeeld.

Tiende groep (nos. 128 t/m 130). De gegevens zijn afkomstig uit een publicatie van EIDMANN (1927). Voor den groven den is het voldoende be-

kend, dat hij vaak een minder fraai gevormde spil bezit; vooral geldt dit voor de kroonspil.

Bij de boomen nos. 128 en 129 nam, als men den stam naar boven toe vervolgde, de diameter op verschillende plaatsen, ook onder den kroonaanzet, min of meer sprongsgewijze af. In figuur no. 6 is een beeld van den best gevormden stam (no. 130) gegeven.

Elfde groep (no. 131). Een buitenlandsche variëteit van den randoe, welke in 's Lands Plantentuin te Buitenzorg voorkomt en een zeer gepronnonceerd knotsvormigen stam bezit [40], werd door personeel van het Proefstation opgemeten (omtrekken). Het bijzondere karakter van den stamvorm blijkt reeds uit de abnormale waarden voor de parameters en de afwijkende teekens voor *b* en *c*.

De vereffenende kromme voldoet minder bevredigend. Voor dergelijke stamvormen, welke gelukkig zelden voorkomen, is het dus beter niet van de vergelijking gebruik te maken.

§ 4. De gebezigde boomgegevens.

Het spreekt vanzelf, dat de methode, welke in de vorige paragraaf voor de vaststelling der waarschijnlijkste waarden van de parameters der stamvormvergelijking is toegepast, te tijdroovend zou zijn voor een onderzoek van ruim 3700 boomen (zie tabel no. I*e*). Daarom werd als volgt te werk gegaan.

Van elken boom werden de gemeten stamvlakdiameters (tot in mm) op de erbij behoorende afstanden van den grond af (tot in cm) in een grafiekje uitgezet [41]. Vervolgens werden op het oog, met behulp van mallen of (en) uit de vrije hand, op deze grafiekjes vereffenende krommen getrokken. Dit werk werd aan vaardige teekenaars opgedragen, die uitsluitend dezen arbeid hadden te verrichten. De aflezingen op de krommen en de daarop volgende berekeningen werden weer door andere personen gedaan.

De toegepaste arbeidsverdeeling is niet alleen bevorderlijk voor de snelheid van het werk, doch men voorkomt daardoor ook, dat de teekenaars „op de uitkomst werken".

Bijgaand grafiekje (figuur no. 8) geeft een voorbeeld van een dergelijke vereffening voor modelboom 13 BO van proefperk no. 22, gelegen in de houtvesterij Balapoelang (afdeeling Margasari, opname van 1930, leeftijd toen circa 99 jaar).

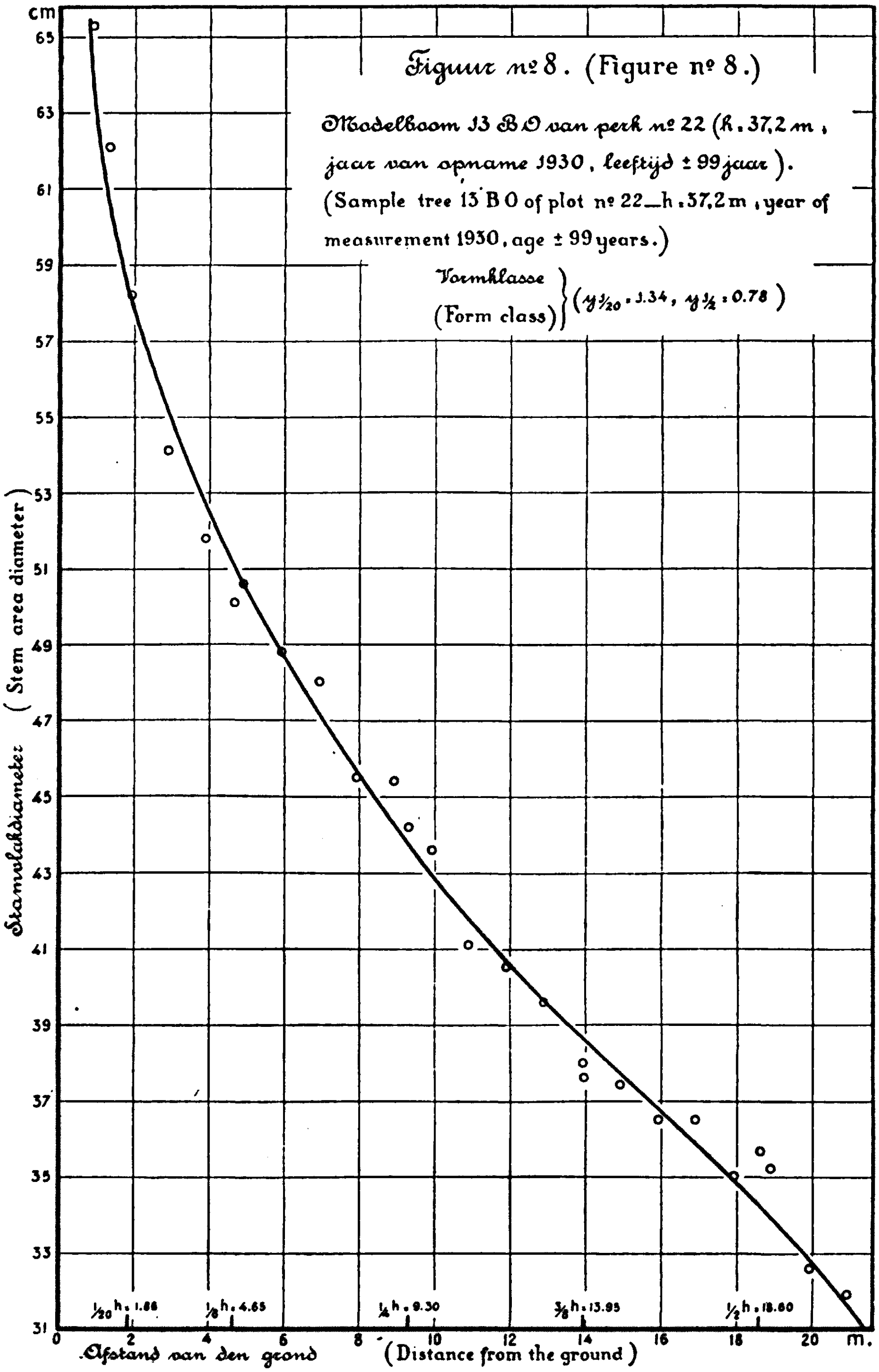
De hoogte van dezen boom was $h = 37.2$ m; de diameters op $^1/_{20}$, $^1/_8$, $^1/_4$, $^3/_8$ en $^1/_2$ der boomhoogte liggen dus respectievelijk 1.86, 4.65, 9.30, 13.95 en 18.60 m van den grond af (zie de vertikale streepjes in de grafiek op de as, welke de afstanden van den grond af aangeven).

Op de vereffenende kromme werden daarna afgelezen: $d_{1/20} = 58.4$ cm,

Figuur nº 8. (Figure nº 8.)

Modelboom 13 B O van perk nº 22 (h. 37,2 m, jaar van opname 1930, leeftijd ± 99 jaar).
(Sample tree 13 B O of plot nº 22 — h. 37,2 m, year of measurement 1930, age ± 99 years.)

Vormklasse (Form class) (y 1/20 = 1.34, y 1/2 = 0.78)



$d_{1/8}$ = 51.1 cm, $d_{1/4}$ = 43.7 cm, $d_{3/8}$ = 38.6 cm en $d_{1/2}$ = 34.2 cm. Deelt men deze diameterwaarden door $d_{1/4}$, dan verkrijgt men de echte vormquotiënten $y_{1/20}$ = 1.34, $y_{1/8}$ = 1.17, $y_{3/8}$ = 0.88 en $y_{1/2}$ = 0.78. Voor deze deelingen is het gebruik van de rekentafel van CRELLE aan te bevelen.

Zooals reeds werd opgemerkt, zijn de parameters van de gebezigde stamvormvergelijking door twee vormquotiënten, bijv. door de gekozen vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) bepaald (zie vergelijkingen 9 in § 2 van dit hoofdstuk). Er zijn dus twee waarnemingen te veel gedaan (in dit geval $y_{1/8}$ en $y_{3/8}$).

Deze overtollige waarnemingen maakten het mogelijk om met behulp van tabel no. V te controleeren, of zoo'n vereffenende kromme redelijk voldeed aan de stamvormvergelijking. In genoemde tabel vindt men namelijk bij vormklasse ($y_{1/20}$ = 1.34, $y_{1/2}$ = 0.78) voor $y_{1/8}$ = 1.18 en voor $y_{3/8}$ = 0.88. Er blijkt dus bij vermelden modelboom voor $y_{1/8}$ een afwijking te bestaan ter grootte van 0.01.

Hoewel in vele gevallen voor de vereffende waarden van $y_{1/8}$ en $y_{3/8}$ volkomen overeenstemming met die van de tabel gevonden werd, kwam het toch ook vaak voor, dat hetzij bij $y_{1/8}$ of bij $y_{3/8}$ een verschil van 0.01 optrad. Dergelijke geringe verschillen mag men natuurlijk bij de toegepaste, min of meer subjectieve wijze van vereffening verwachten. Zij kwamen bij $y_{1/8}$ en $y_{3/8}$ ongeveer even veelvuldig voor en wisselden zonder regelmaat van teeken, gedroegen zich dus als toevallige verschijnselen.

Wanneer zoowel bij $y_{1/8}$ als bij $y_{3/8}$ een verschil optrad, of één verschil grooter was dan 0.01, werd nagegaan, waaraan dit moest worden toegeschreven. Meestal bleek dan het aantal diameterbepalingen te gering, te ongunstig verdeeld, of het verloop der diameters te onregelmatig te zijn om met voldoende zekerheid de vereffenende kromme te kunnen trekken. Dergelijke boomgegevens werden voor het onderzoek uitgeschakeld (zie § 1 van dit hoofdstuk).

Bij een gering aantal boomen bleek, dat bij de vereffening minder goed met alle waarnemingen was rekening gehouden, zoodat de krommen verbeterd moesten worden.

Bij boomen, waarvan de kroonaanzethoogte kleiner was dan de halve boomhoogte, of waarvan een gedeelte van den stam nabij den kroonaanzet bij de velling zoodanig beschadigd was, dat daar geen voldoend aantal nauwkeurige diameterbepalingen mogelijk waren, zou $d_{1/2}$ slechts door extrapolatie op de grafiek gevonden kunnen worden.

Deze methode werd echter niet gevolgd, omdat daardoor een te groote wissel op de teekenaars getrokken zou moeten worden. In zulke gevallen werd volstaan met de aflezing van $d_{1/20}$, $d_{1/8}$, $d_{1/4}$ en $d_{3/8}$. Na berekening der vormquotiënten werd vervolgens met behulp van $y_{1/20}$ en $y_{3/8}$ de erbij behoorende $y_{1/2}$ opgezocht. De contrôle beperkte zich dus tot $y_{1/8}$.

Het kwam bij den plantsoendjati practisch niet voor, dat goed gevormde boomen een stamvorm bezaten, welke slechts op onbevredigende wijze door vergelijking (1) kon worden weergegeven. Dezelfde ervaring werd ook opgedaan bij het stamtafelonderzoek van enkele, reeds eerder genoemde Preanger wildhoutsoorten.

Behalve de reeds besproken kenmerken werden nog de volgende bepaald:

a) De parameters *a*, *b* en *c* behoorende bij de gevonden vormklasse. Voor de vormklasse ($y_{1/20} = 1.34$, $y_{1/2} = 0.78$) van het gekozen voorbeeld geeft tabel no. VI $a = 2.3179$, $b = -2.5297$ en $c = 1.2118$.

b) De slankheidsfactor $s = \frac{d_{1/4}}{h} \times 100$ (voor het voorbeeld $s = \frac{0.437}{37.2} \times 100 = 1.175$).

c) De hoogte van den kroonaanzet in m ($ka = 27.5$ m) en in percenten van de boomhoogte ($ka\% = \frac{27.5}{37.2} \times 100 = 73.9\%$).

d) De kroonlengte in m ($krl = 37.2 - 27.5 = 9.7$ m).

e) De vereffende diameter bij den kroonaanzet (d_{ka}). In tabel no. VII vindt men voor 73.9% van de boomhoogte $x = 0.3480$, $x^2 = 0.1211$ en $x^3 = 0.0421$; het vormquotiënt bij den kroonaanzet (y_{ka}) is dus volgens vergelijking (1):

$$y_{ka} = 0.3480 \times 2.3179 - 0.1211 \times 2.5297 + 0.0421 \times 1.2118 = 0.551.$$

Men heeft dan:

$$d_{ka} = y_{ka} \times d_{1/4} = 0.551 \times 43.7 = 24.1 \text{ cm}.$$

f) Het dikhoutpercentage van de kroon (*krdk*%). Het kroonhoutvolume van den besproken boom was 0.944 m³, het dikhoutvolume van de kroon 0.457 m³. Dus:

$$krdk\% = \frac{0.457}{0.944} \times 100 = 48.4\%.$$

g) Bij het hier toegepaste stamtafelonderzoek verdient het aanbeveling een methode op te sporen, welke het mogelijk maakt op eenvoudige wijze het kroonvolume uit het spilvolume af te leiden. Verschillende kenmerken, welke daarvoor werden beproefd, gaven een onbevredigend resultaat, zoodat zij onbesproken kunnen blijven. Ten slotte bleek de volgende methode nog het meest te voldoen.

Hoewel de djati, vooral op ouderen leeftijd, meestal geen duidelijk herkenbare kroonspil bezit, zou men zich kunnen voorstellen, dat de spil zich ook boven den kroonaanzet voortzet en bovendien een vorm heeft, welke luistert naar vergelijking (1).

Wanneer de parameters van de stamvormvergelijking bekend zijn, kan het vormgetal van deze hypothetische kroonspil berekend worden. Voor den besproken boom vindt men met behulp van de tabellen nos. VI en VII volgens vergelijking (8) bijv:

$$f_{73.9\rightarrow 100.0\,\%} = 0.033.$$

Het vormgetal van de geheele kroon (*fkr*) is te calculeeren met behulp van het kroonvolume ($vkr = 0.994$ m³) en den inhoud van den vergelijkingscylinder $g_{1/4} \times h = 0.1500 \times 37.2 = 5.580$ m³:

$$fkr = \frac{0.944}{5.580} = 0.169.$$

Als kroonfactor (*krf*) werd gedefinieerd de verhouding tusschen het vormgetal van de kroon en dat van de denkbeeldige kroonspil (of de verhouding tusschen de volumina van kroon en kroonspil). Men heeft dus:

$$krf = \frac{0.169}{0.033} = 5.12.$$

Bij den plantsoendjati is deze kroonfactor steeds grooter dan één.

Tevens werd voor contrôle het volume van het stamstuk van de stronkhoogte tot aan den kroonaanzet met behulp van vergelijking (8), $g_{1/4}$ en h berekend en vergeleken met het volume, op de gebruikelijke wijze bij de modelboomopmeting verkregen.

Bij den besproken boom is de stronkhoogte (*strh*) 1.0% van de boomhoogte; voor het vormgetal van het stamstuk werd gevonden:

$$f_{1.0\rightarrow 73.9\,\%} = 0.649.$$

Het volume is dus:

$$f_{1.0\rightarrow 73.9\,\%} \times g_{1/4} \times h = 0.649 \times 5.580 = 3.621 \text{ m}^3.$$

De sectiemeting plus de xylometering gaven voor het volume van genoemd stamstuk 3.705 m³. Het berekende volume is dus 0.084 m³ of 2.3% (van 3.705 m³) kleiner. In de vorige paragraaf is reeds medegedeeld, waarom bij de berekening gewoonlijk een iets kleinere uitkomst verwacht mag worden [42]; hier komen dan nog de onvermijdelijke onnauwkeurigheden van de grafische vereffening bij, welke in ongunstige gevallen het verschil iets grooter kunnen maken.

h) Voor enkele bijzondere stamvlakken werd de bastdikte [43] gemeten, terwijl bij een deel der boomen, behalve de stamvlakdiameters, ook de omtrekken werden bepaald (zie § 1 van dit hoofdstuk).

§ 5. De mate van afhankelijkheid der vormklasse van verschillende boomkenmerken.

Het is, ten volle gebruik makend van de in de vorige paragraaf bespro-

ken stamvormvergelijking, eenvoudig thans een stamtafel samen te stellen, welke voor den individueelen boom tamelijk nauwkeurige resultaten geeft. Zoo'n tafel zou dan de volgende metingskenmerken moeten bevatten:

a. de boomhoogte (*h*),

b. de kroonaanzethoogte, absoluut (*ka*) of procentisch (*ka*%),

c. de vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) en een, op een geschikte hoogte gelegen diameter, of men kieze drie diameters, voldoende ver van elkaar verwijderd [44].

De inrichting van deze tafel is geheel een kwestie van berekening, waarbij men volledige vrijheid heeft in de keuze der waarden voor de metingskenmerken. De vormgetallen der takvrije stamstukken, verminderd met het vormgetal van een willekeurig gekozen stronkstuk, en de volumina van deze stamstukken kunnen nauwkeurig gecalculeerd worden. Ook zou men, indien dit gewenscht wordt, diameters voor hoogten telkens met een zekere lengte opklimmend en de volumina der stamstukken, waarvan genoemde diameters de topdiameters zijn, kunnen geven.

De boom- en kroonaanzethoogten zijn bij gebruik van goede instrumenten en toepassing van geschikte methoden (bijv. diametrale meting) voldoend nauwkeurig te bepalen. De belangrijkste bron van fouten zou in dit geval nog de vaststelling der vormklasse zijn, omdat bij meting van drie diameters eventueele onregelmatigheden van den stamvorm niet tot uiting komen.

Zooals reeds is gezegd, zou deze tafel evenwel — ondanks voorgaande omstandigheid — uitkomsten geven, welke belangrijk beter zijn dan die der gebruikelijke tafels; zij heeft echter één zeer groot nadeel, namelijk... dat de practijk er nooit gebruik van zou maken, omdat het meten van drie diameters voor haar te bezwaarlijk zou zijn.

Het vraagstuk, dat thans aan de orde is, bestaat dus in het zoeken van een geschikte methode om — wanneer slechts één diameter wordt bepaald — een vormklasse aan een stel gemeten boomkenmerken toe te kunnen voegen.

De zeer magere resultaten der onderzoekingen, op dit gebied in Europa en Amerika voor diverse houtsoorten verricht (zie hoofdstuk I, § 5), gaven weinig hoop, dat het voor een markante lichthoutsoort als de djati mogelijk zou zijn op indirecte wijze de vormklasse van den enkelen boom met eenigszins bevredigende nauwkeurigheid vast te stellen.

Een vingerwijzing in deze richting werd reeds verkregen bij het volgende onderzoek, dat toevalligerwijze in aansluiting met andere onderzoekingen verricht kon worden.

Ten einde bij de inrichting van een opstandstafel voor djatiplantsoenen

[45], behalve de opperhoogten (volgens de door HART-1928 gegeven definitie), ook de gemiddelde opstandshoogten te kunnen geven, werden voor de daarvoor in aanmerking komende perken laatstgenoemde hoogten op de opperhoogten in een grafiek uitgezet. Met behulp van de klemstaten en de hoogtelijnen der perken was het ook mogelijk de gemiddelde kleinste en grootste hoogte voor elk perk te vinden [46]; ook deze hoogten werden in genoemde grafiek uitgezet. Vervolgens werd voor elken band van punten een vereffenende kromme getrokken.

De krommen voor de grootste en kleinste hoogten sluiten een, met toenemende opperhoogte breeder wordende strook in, waarbinnen de boomhoogten der onderzochte perken in hoofdzaak liggen. Deze strook werd vervolgens, steunende op de kromme voor de gemiddelde opstandshoogte, door krommen in vier kleinere strooken verdeeld, welke echter niet even groot waren. Rekening werd namelijk gehouden met de mate, waarin de verschillende hoogten in een opstand voorkwamen, dus met de frequenties.

Een bespreking der verdere details over genoemde indeeling moge, als zijnde voor het doel van het onderwerp van weinig belang, achterwege worden gelaten. Hoofdzaak is, dat door zoo'n indeeling het kronendak van een opstand in vier lagen wordt verdeeld, dus min of meer een indeeling volgens boomtype wordt bewerkstelligd.

De boomen, waarvan de toppen in de onderste laag gelegen zijn (hier boomklasse I genoemd), zullen in hoofdzaak onderdrukte exemplaren zijn. De boomen van klasse IV zijn voor het meerendeel groote heerschers. De daartusschen liggende typen behooren dan tot de klassen II en III.

Op elke boomkaart was ook de opperhoogte van den opstand, waarvan de boom afkomstig is, vermeld. Met behulp van de besproken grafiek of een tabel, door aflezingen op deze grafiek verkregen, kon dus voor elken boom de klasse worden vastgesteld.

De boomen werden tevens naar hun slankheidsfactor *s* ingedeeld. In samenhang met de boomhoogte, door de boomklasse weergegeven, verkrijgt men op deze wijze ook eenigermate een schifting volgens de dikte.

Wanneer men nu voor elke gevormde groep de gemiddelde vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) berekent, zou men — als inderdaad onderdrukte boomen een anderen stamvorm bezaten dan heerschers — mogen verwachten, dat bij een bepaalde *s*-waarde voor de diverse boomklassen, in het bijzonder voor de uiterste klassen, gemiddelde vormklassen gevonden worden, welke duidelijk van elkaar verschillen.

Het merkwaardige is nu, dat dergelijke opvallende verschillen voor den plantsoendjati in het geheel niet optreden. Ter illustratie zijn in tabel no. XV cijfers voor de best vertegenwoordigde groepen gegeven. Hieruit blijkt, dat de gemiddelde waarde voor $y_{1/2}$ practisch onaf-

hankelijk is van boomklasse en slankheidsfactor; men kan zonder bezwaar één gemiddelde $y_{I/2}$ voor alle boomen kiezen. Voor $y_{I/20}$ kan, zij het ook in uiterst geringe mate, met toenemende s een afname en, wanneer men voor de grootere s-waarden de cijfers van boomklasse I naar IV leest, eveneens een afname geconstateerd worden. Ook in dit geval zou echter met één gemiddelde waarde $y_{I/20}$ = circa 1.25 voor alle boomen volstaan kunnen worden.

Vooral dient hier de aandacht gevestigd te worden op bovenaangegeven afnamen, omdat een overeenkomstig gedrag ook bij practisch alle, door schrijver dezes onderzochte Preanger wildhoutsoorten geconstateerd werd [47]. Het komt er dus op neer, dat een slanke, onderdrukte stam in het algemeen iets minder volhoutig is dan een meer gedrongen, heerschende stam [48].

Deze slotsom lijkt zoo op het eerste gezicht absurd, omdat zij indruischt tegen de algemeen heerschende opvatting en bevindingen van vele onderzoekers. Men dient echter te bedenken, dat de kenmerken voor de volhoutigheid, slankheid, enz. hier op andere wijzen gedefinieerd zijn dan gewoonlijk de practijk dat doet. Verder zijn meestal onjuiste maatstaven gebezigd voor het vastleggen van den stamvorm. Het zou voor het boschonderzoek zeker een belangrijken stap vooruit beteekenen, indien alle onderzoekers ertoe mochten besluiten voor het stamvormonderzoek uitsluitend van echte vormquotiënten gebruik te maken.

Hoewel tabel no. XV reeds een belangrijke aanwijzing heeft gegeven, is de daar gebezigde indeeling volgens boomklassen voor een tafelonderzoek minder practisch. Voor het vastleggen van een verband met de vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) is het, op grond der beschikbare boomgegevens, beter de volgende metingskenmerken [49] in beschouwing te nemen:

a. de boomhoogte h,
b. de slankheidsfactor s,
c. de procentische kroonaanzethoogte $ka\%$.

Een diktekenmerk bevat den slankheidsfactor ($s = \frac{d_{1/4}}{h} \times 100$); wanneer men s onderzoekt voor bepaalde waarden van h, wordt feitelijk het gedrag van $d_{1/4}$ nagegaan.

Reeds eerder heeft schrijver dezes er op gewezen (hoofdstuk I, § 4), dat — evenals bij de meeste tafelonderzoekingen — het cijfermateriaal voor den djati ten gevolge van zijn, onder andere heterogene samenstelling ongeschikt is om daarop met volle gestrengheid de correlatie-methode toe te passen. Dit neemt niet weg, dat men wel van deze methode gebruik zou kunnen maken om op objectieve wijze na te gaan, welke weg voor

Tabel no. XV. [*Table no. XV.*]

De gemiddelde vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) voor verschillende boomklassen en slankheidsfactoren (*s*).

[*The average form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) for different tree classes and factors of slenderness (s).*] *n* = aantal waarnemingen [*number of observations*]

Boomklasse (*Class of tree*)	Slankheidsfactor (*s*). [*Factor of slenderness (s).*]																											
	0.501–0.600				0.601–0.700				0.701–0.800				0.801–0.900				0.901–1.000				1.001–1.100				1.101–1.200			
	n	*s*	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	*n*	*s*	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	*n*	*s*	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	*n*	*s*	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	*n*	*s*	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	*n*	*s*	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$	*n*	*s*	$y_{1/20}$	$y_{1/2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
I	63	.572	1.267	.824	195	.655	1.255	.825	192	.748	1.256	.823	98	.840	1.255	.823	31	.940	1.255	.825	12	1.037	1.261	.819	4	1.164	1.265	.815
II	49	.576	1.273	823	217	.662	1.257	.818	367	.747	1.250	.820	237	.845	1.254	.823	112	.939	1.242	.824	46	1.043	1.239	.819	31	1.146	1.241	.817
III	28	.580	1.260	.803	195	.659	1.255	.815	443	.753	1.249	.818	415	.851	1.244	.816	257	.947	1.243	.819	153	1.039	1.242	.819	71	1.137	1.239	.816
IV	3	.583	1.270	.823	25	.662	1.248	.819	87	.749	1.249	.811	120	.852	1.243	.813	123	.948	1.239	.814	72	1.039	1.243	.813	34	1.145	1.238	.810

de verdere verwerking der gegevens het best gevolgd kan worden.

Voor bovengenoemd doel bezit men in den correlatie-coëfficiënt een betrouwbaren wijzer; het is in dit geval voldoende om bij de berekening ervan de methode voor de zoogenaamde lineaire correlatie toe te passen [50].

Ten einde met getallen te werken, welke zooveel mogelijk dezelfde grootte-orde bezitten, werd s met 10 en werden $y_{1/2}$ en $y_{1/20}$ met 100 vermenigvuldigd. Zooals bekend is, doet het er voor de berekening der correlatie-coëfficiënten niets toe, welke maateenheden voor de veranderlijken gekozen worden; bij de standaard-afwijkingen en regressie-vergelijkingen moet men er natuurlijk wel rekening mede houden. Verder zullen de veranderlijken voor het gemak als volgt worden aangeduid:

$$x_1 = h \text{ (in m)},$$
$$x_2 = ka^0/_0,$$
$$x_3 = s\ (\times 10),$$
$$x_4 = y_{1/2}\ (\times 100),$$
$$x_5 = y_{1/20}\ (\times\ 100).$$

In de eerste plaats moeten de elementen van den, ten opzichte van de hoofddiagonaal symmetrischen determinant van de 5e orde:

$$M \equiv \begin{vmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} & m_{15} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} & m_{25} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} & m_{35} \\ m_{41} & m_{42} & m_{43} & m_{44} & m_{45} \\ m_{51} & m_{52} & m_{53} & m_{54} & m_{55} \end{vmatrix} \quad \ldots\ldots\ (22)$$

berekend worden. Deze elementen worden bij benadering door de waarnemingen geleverd; noemt men voor een bepaald kenmerk x_k de afwijking van de gemiddelde waarde voor dat kenmerk — zonder daarbij met de overige kenmerken rekening te houden — u_k, dan is $m_{kl} = u_k u_l$, d.i. de gemiddelde waarde der producten $u_k u_l$ $(k \neq l)$, $m_{kk} = \overline{u_k^2}$, d.i. de gemiddelde waarde der kwadraten u_k^2; m_{kk} is dus het kwadraat van de totale standaard-afwijking voor x_k $(= \varepsilon_k^2)$.

De calculatie der waarden van bovenstaande elementen ontmoet men in leerboeken en verhandelingen bij correlatie-berekeningen voor twee veranderlijken zoo vaak, dat schrijver dezes ervan zal afzien voorbeelden te geven. Volstaan kan worden met de mededeeling, dat deze arbeid zich bijzonder goed leent voor „Schablone"-werk, waarbij onder andere van rekentabellen (CRELLE, BARLOW) nuttig gebruik kan worden gemaakt. Ter vereenvoudiging der berekening is het raadzaam voorloopig de grootten der gekozen klasse-intervallen gelijk aan de eenheid te stellen en hulp-nulpunten in te voeren. De verkregen uitkomsten moeten dan op de bekende wijze gecorrigeerd worden. Ten slotte kan men — indien daarop prijs gesteld wordt — m_{kk} met $^1/_{12}$ van het kwadraat van het klasse-interval voor x_k verminderen (correctie van SHEPPARD) [51]. De correlatie-tabellen, met behulp waarvan de diverse m-waarden berekend werden, zijn, ter besparing van ruimte, hier niet weergegeven.

Voor de elementen van M werden de volgende waarden verkregen:

$m_{11} = +40.30628$, $m_{22} = +56.54136$, $m_{34} = m_{43} = -0.15679$
$m_{21} = m_{12} = -5.31937$, $m_{23} = m_{32} = -1.39120$, $m_{35} = m_{53} = -0.73012$
$m_{31} = m_{13} = +6.36450$, $m_{24} = m_{42} = -1.16880$, $m_{44} = +10.66953$
$m_{41} = m_{14} = +0.05596$, $m_{25} = m_{52} = -3.25925$, $m_{45} = m_{54} = -3.23921$
$m_{51} = m_{15} = -1.75291$, $m_{33} = +2.28691$, $m_{55} = +17.99260$

Het is onnoodig voor het gestelde doel alle mogelijke correlatie-coëfficiënten, welke zich bij een beschouwing van 5 veranderlijken kunnen voordoen, te berekenen. In de eerste plaats zijn hier van belang de correlatie-coëfficiënten tusschen één van de metingskenmerken x_1, x_2 en x_3 en één van de vormquotiënten x_4 en x_5. Immers het is noodig na te gaan, in hoeverre het mogelijk is de vormklasse van een boom op grond van zijne metingskenmerken te schatten. Op blz. 126 is aangegeven, op welke wijze de teekens der minoren, welke voor de berekening van correlatie-coëfficiënten en standaardafwijkingen noodig zijn, gevonden kunnen worden.

Als voorbeeld mogen gekozen worden de partieele correlatie-coëfficiënten tusschen x_3 (= s) en x_5 (= $y_{1/20}$). Hierbij kan men de volgende gevallen onderzoeken:

a. Bepaalde waarden worden aan de overige kenmerken (x_1, x_2 en x_4) voorgeschreven (van de 3e orde).

$$\gamma_{35;124} = -\frac{M_{35}}{\sqrt{M_{33} \cdot M_{55}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23a)$$

b. Eén kenmerk, bijv. x_4, wordt buiten beschouwing gelaten, terwijl bepaalde waarden aan de overige kenmerken (x_1 en x_2) worden voorgeschreven (van de 2e orde).

$$\gamma_{35;12} = -\frac{M_{35,44}}{\sqrt{M_{33,44} \cdot M_{55,44}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23b)$$

c. Twee kenmerken, bijv. x_1 en x_4, worden buiten beschouwing gelaten, terwijl een bepaalde waarde aan het overblijvende kenmerk (x_2) wordt voorgeschreven (van de 1e orde).

$$\gamma_{35;2} = -\frac{M_{35,11,44}}{\sqrt{M_{33,11,44} \cdot M_{55,11,44}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23c)$$

d. Alle overige kenmerken worden buiten beschouwing gelaten (van de 0e orde; de totale correlatie-coëfficiënt).

$$\gamma_{35} = \frac{m_{35}}{\sqrt{m_{33} \cdot m_{55}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23d)$$

Voor de middelbare fouten van bovengenoemde correlatie-coëfficiënten geldt één algemeene formule, namelijk $\mu_{\gamma} = \frac{1-\gamma^2}{\sqrt{N}}$, waarin N het totale aantal waargenomen boomen (3757) voorstelt. Om de berekening van deze fouten te vergemakkelijken, kan men gebruik maken van een tabel voor $(1-\gamma^2)$ [52].

Uit de formules (23a t/m d) blijkt, dat de waarden van diverse minoren berekend moeten worden. Ook hier gold het weer het werk zoodanig te schematiseeren en te vereenvoudigen, dat het door het Inlandsche rekenpersoneel zonder bezwaar en met een minimale kans op fouten uitgevoerd kon worden. Voor dit doel werden van rechte stukjes ijzerdraad kruisen vervaardigd; door deze kruisen op zoo'n wijze op den determinant M te leggen, dat de elementen der te schrappen rijen en kolommen bedekt worden, kunnen de onbedekte elementen van den gewenschten minor zonder vergissingen te maken uitgeschreven worden.

Men schrijft dan bijv. voor $M_{35,44}$ direct:

$$\begin{vmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{51} & m_{52} & m_{53} \end{vmatrix}$$

In deze minoren moet verder het teeken worden opgenomen. Voor de minoren van den 4den graad gaf deze teekenbepaling geen moeilijkheid. Opdracht werd gegeven de indices te sommeeren; was de uitkomst een oneven getal, dan moest het negatieve, anders het positieve teeken geschreven worden. Voor M_{35} bijv. geldt $+$, voor M_{23} $-$.

Voor de minoren van lageren graad is daarbij de volgende weg gekozen. Aan de indices van den minor werden toegevoegd die van de elementen in de hoofddiagonaal van den minor. Voor $M_{35,44}$ bijv. beteekent dat:

35, 44, 11, 22, 53.

Schrijft men vervolgens de eerste of tweede indices in de natuurlijke volgorde, dan behoeft slechts het aantal inversies voor de tweede respectievelijk eerste indices geteld te worden om het teeken te kunnen bepalen (bij een oneven aantal moet het negatief, bij een even aantal het positief teeken gegeven worden).

In de natuurlijke volgorde voor de tweede indices wordt voor bovenstaand voorbeeld verkregen:

11, 22, 53, 44, 35.

Het aantal inversies voor de eerste indices (*1, 2, 5, 4, 3*) is drie; de determinant van $M_{35,44}$ moet dus het negatieve teeken hebben [53].

Voor de berekening der waarde van een determinant werd de methode van Chiò [54] gevolgd, welke steunt op de bekende eigenschappen der determinanten en daarin bestaat, dat de graad op automatische wijze telkens met één verlaagd wordt.

Een willekeurige rij en kolom moeten gemarkeerd worden; hiervoor werden steeds de eerste rij en kolom gekozen, zoodat het eerste element van de hoofddiagonaal op het snijpunt der geschrapte rij en kolom ligt.

De elementen van den gereduceerden determinant verkrijgt men door elk oud element te verminderen met het product der oude elementen, gelegen aan den voet der loodlijnen, uit eerstgenoemd oud element op de geschrapte rij en kolom neergelaten, gedeeld door het oude element op het snijpunt van geschrapte rij en kolom. Laatstgenoemd element moet dan tevens als factor vóór den nieuwen determinant geplaatst worden; door de keuze van geschrapte rij en kolom heeft geen teekenwisseling plaats.

Past men deze methode bijv. toe op M (22), dan krijgt men:

$$M \equiv m_{11} \begin{vmatrix} m_{22} - \dfrac{m_{12}m_{21}}{m_{11}}, & m_{23} - \dfrac{m_{13}m_{21}}{m_{11}}, & \cdots\cdots \\ m_{32} - \dfrac{m_{12}m_{31}}{m_{11}}, & m_{33} - \dfrac{m_{13}m_{31}}{m_{11}}, & \cdots\cdots \\ \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & \\ \cdot & \cdot & \end{vmatrix}$$

Deze reductie moet worden voortgezet tot een determinant van den tweeden graad is verkregen, waarvan de waarde gemakkelijk direct te bepalen is.

In tabel no. XVI zijn de verschillende correlatie-coëfficiënten, op overzichtelijke wijze gegroepeerd, weergegeven. Voor het tafelonderzoek zijn, zooals reeds werd medegedeeld, slechts de correlatiecijfers tusschen één der metingskenmerken en één der vormquotiënten van belang, dus de groepen a) t/m f). Ofschoon volstaan kon worden met de gegevens voor het totale aantal onderzochte boomen, meende schrijver dezes goed te doen bovendien nog die voor de leeggekapte perken nos. 99, 102 en 104 te berekenen [55]. Men verkrijgt daardoor een indruk van den invloed, welke het mengen van het materiaal uit vele perken eventueel op de cijfers heeft geoefend en bovendien enkele aanwijzingen ten aanzien van de richting, waarin het onderzoek voortgezet moet worden.

Bij beschouwing der cijfers voor de boomen van het tafelonderzoek (kolom 2, a t/m f) is wel de hoofdindruk, welke men krijgt, dat men met zéér kleine tot minimale correlatie-coëfficiënten te doen heeft (afgezien van het teeken varieeren de cijfers tusschen 0.003 — voor *14;2* en *14* — en 0.141 — voor *35;24*). In dit opzicht is bovenstaande uitkomst geheel in overeenstemming met de cijfers van tabel no. XV en de conclusies, waartoe verschillende Skandinavische en Amerikaansche onderzoekers gekomen zijn (zie hoofdstuk I, § 5). Ook voor den plantsoendjati zou het op grond van practische overwegingen volkomen gerechtvaardigd zijn het zeer geringe verband tusschen metingskenmerken en vormklasse bij de tafelopstelling geheel buiten beschouwing te laten en met één gemiddelde vormklasse voor boomen met uiteenloopende afmetingen te werken.

Men zou ook zijn eischen minder hoog kunnen stellen en het geringe verband, dat tusschen sommige metingskenmerken en de vormklasse bestaat, in de tafel kunnen verwerken, wanneer dit met hoogstens een geringe arbeidsvermeerdering mogelijk is. Het is dan echter noodig van tevoren, zij het ook op grond van subjectieve overwegingen, voor de beoordeeling der cijfers maatstaven te kiezen.

Schrijver dezes heeft gemeend te moeten eischen, dat — afgezien van het teeken — de correlatie-coëfficiënt minstens 0.1 en grooter dan twee maal zijn middelbare fout moet zijn, vóórdat het beschouwde verband voor verwerking in aanmerking komt. Door laatstgenoemden eisch wordt de kans, dat geen (dus $\gamma = 0$) of een tegengesteld verband bestaat, gelijk aan of kleiner dan $\frac{1 - 0.9545}{2} = 0.0227$ of ongeveer 23 tegen 977.

Uit de cijfers voor de groepen a) en b) blijkt wel, dat voor het stamtafelonderzoek de boomhoogte in het geheel niet in aanmerking komt om als vormbepalend kenmerk gebezigd te worden; deze conclusie is dus in overeenstemming met die, waartoe verschillende onderzoekers reeds

gekomen zijn (zie hoofdstuk I, § 5). De grootste correlatie-coëfficiënt vindt men voor *15;24* (— 0.080); daarna volgen *15;2*, *15;4* en *15* (respectievelijk — 0.077, — 0.066 en — 0.065). Voor het onderzoek zijn slechts van belang *15;2* en *15*, omdat bij de schatting $y_{1/2}$ nooit van tevoren bekend is. Hiermede correspondeeren de correlaties *14;2* en *14* (respectievelijk — 0.003 en + 0.003).

Bij toenemende hoogte blijft dus $y_{1/2}$ gemiddeld constant, terwijl $y_{1/20}$ een weinig afneemt; de boom wordt dus volhoutiger. Het maakt practisch geen verschil, of men hierbij *ka*% buiten beschouwing laat of bepaalde waarden ervan in het oog houdt.

Merkwaardig is het gedrag der boomhoogte voor de onderzochte perken. Voor perk no. 99 zijn de correlatie-coëfficiënten — vergeleken met die voor het tafelonderzoek — tamelijk groot en, rekening houdend met hunne middelbare fouten, essentieel; voor perk no. 102 zijn de correlaties belangrijk kleiner dan die voor perk no. 99, doch meestal ook nog essentieel, terwijl aan de correlaties van perk no. 104 weinig waarde moet worden toegekend. Hieruit volgt, dat de zeer kleine cijfers voor het tafelonderzoek slechts gedeeltelijk mogen worden toegeschreven aan de heterogeniteit van het materiaal, ten gevolge van de gezamenlijke verwerking van boomgegevens uit opstanden van verschillende leeftijden en boniteiten.

Perk no. 99 werd ongeveer twee jaar na een heropname, waarbij krachtig gedund is (laagdunning), geveld; perk no. 102 was eenige jaren vóór de velling door het beheer matig gedund, terwijl perk no. 104 bij de velling een tamelijk grooten dunningsachterstand had. Het ligt voor de hand de verschillen tusschen de correlatie-coëfficiënten van genoemde perken met de selectieve werking van een dunning in verband te brengen.

Men is geneigd aan te nemen, dat de hoogte als vormbepalend kenmerk des te meer waarde heeft, naarmate bij het onderzoek een scherpere scheiding tusschen de boomklassen in een opstand gemaakt wordt [56]. Het spreekt vanzelf, dat een grooter aantal perken met behulp van boomsgewijze opmeting onderzocht zullen moeten worden, vóórdat een definitieve conclusie getrokken kan worden.

De standaard-afwijkingen voor $y_{1/2}$ en $y_{1/20}$, op zichzelf beschouwd (ε_4 en ε_5) en die waarbij bepaalde waarden voor de overige kenmerken in het oog worden gehouden (zooals $\varepsilon_{4;1}$, $\varepsilon_{4;12}$, $\varepsilon_{5;1}$, $\varepsilon_{5;13}$, enz.) [57], blijken — zooals wel te verwachten was — bij het materiaal van het tafelonderzoek voor elk der vormquotiënten zeer weinig uiteen te loopen. Voor $y_{1/2}$ werd $\varepsilon_4 = 0.032 - 0.033$ en voor $y_{1/20}$ $\varepsilon_5 = 0.041 - 0.042$ gevonden; de totale uiteenspreiding mag men op circa zes maal de standaard-afwijking stellen, dus voor $y_{1/2}$ op 0.200 en voor $y_{1/20}$ op 0.250. Wanneer bij een meting van den staanden boom, in navolging van Mac Donald (1931) en anderen,

slechts voor den benedenstam de vorm wordt vastgelegd, geschiedt dit juist voor het meest variabele gedeelte van de spil.

Dat door vermenging van het materiaal de standaard-afwijkingen meestal iets grooter geworden zijn, blijkt uit de cijfers voor de perken. Gevonden werd voor:

het tafelonderzoek	$\varepsilon_4 = 0.032-0.033$,	$\varepsilon_5 = 0.041-0.042$,
perk no. 99	$\varepsilon_4 = 0.027-0.030$,	$\varepsilon_5 = 0.031-0.034$,
perk no. 102	$\varepsilon_4 = 0.028-0.029$,	$\varepsilon_5 = 0.043-0.045$, [58]
perk no. 104	$\varepsilon_4 = 0.022-0.024$,	$\varepsilon_5 = 0.031-0.036$.

De aandacht moet erop gevestigd worden, dat bij voorgaande bespreking der standaard-afwijkingen voor $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ deze grootheden gegeven zijn in de eenheid, waarin genoemde vormquotiënten gemeten zijn; de vermenigvuldiging met 100 (zie het begin van deze paragraaf) is dus hier ongedaan gemaakt.

De cijfers voor de groepen c) en d) in tabel no. XVI laten zien, dat de procentische kroonaanzethoogte ($ka\%$) als vormbepalend kenmerk bij het tafelonderzoek iets betere diensten zou kunnen bewijzen dan de boomhoogte, al zijn ook hier de grootten der berekende correlatie-coëfficiënten weinig bemoedigend. Voor de bepaling van $y_{1/20}$ is verder $ka\%$ beter te gebruiken dan voor de bepaling van $y_{1/2}$.

Beschouwt men echter de cijfers voor de onderzochte perken, dan blijken de correlatie-coëfficiënten — met uitzondering van die voor $ka\%/y_{1/20}$ van perk no. 104 — alle zeer onzeker te zijn.

Aangezien de correlaties $ka\%/y_{1/20}$ voor het tafelonderzoek en de perken overeenstemmend teeken bezitten, mag men wel besluiten, dat de boom met toenemend $ka\%$ voor den onderstam in geringe mate volhoutiger wordt. Dit beteekent echter niet, dat in het algemeen in een opstand de onderdrukte stammen volhoutiger zijn dan de heerschende, omdat het $ka\%$ — behoudens misschien de extreme gevallen — bij den plantsoendjati zoo weinig met de boomklasse-indeeling te maken heeft.

Deze conclusie is gebaseerd op de ervaring, bij de perkopnamen opgedaan. Van de boomen van den blijvenden opstand, welke voor de verspreide hoogtemeting zijn aangewezen, wordt, behalve de boomhoogte, sedert geruimen tijd ook de kroonaanzethoogte bepaald [59]. Zet men de hoogten dezer boomen — afzonderlijk of tezamen met die van den dunningsopstand — in een grafiek op hunne diameters uit, dan verkijgt men een band van punten, waardoor gewoonlijk zonder moeite een vereffenende kromme, de zoogenaamde hoogtelijn, getrokken kan worden. Bij een overeenkomstige bewerking der procentische kroonaanzethoogten wordt echter bij den

Tabel no. XVI. [*Table no. XVI.*]

Partieele en totale correlatie-coëfficiënten voor de boomen van het stamtafelonderzoek ($N = 3757$) en die van de proefperken nos. 99 ($N = 115$), 102 ($N = 583$) en 104 ($N = 207$).

[*Partial and total correlation coefficients for the trees of the stem-table investigation ($N = 3757$) and those of the sample plots nos. 99 ($N = 115$), 102 ($N = 583$) and 104 ($N = 207$).*]

N = aantal gemeten boomen [*number of trees measured*]; γ = correlatie-coëfficiënt [*correlation coefficient*]; μ_γ = middelbare fout van den correlatie-coëfficiënt [*mean square error of the correlation coefficient*]; $x_1 = h$; $x_2 = ka^0/_0$; $x_3 = s$; $x_4 = y_{1/2}$; $x_5 = y_{1/20}$.

	Stamtafelonderzoek (*Stem-table investigation*)		Perk no. 99 (*Plot no. 99*)		Perk no. 102 (*Plot no. 102*)		Perk no. 104 (*Plot no. 104*)		
	γ	μ_γ	γ	μ_γ	γ	μ_γ	γ	μ_γ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			a. $x_1-x_4 = h-y_{1/2}$						
14;235	+.033	.016	—.370	.080	—.148	.041	—.092	.069	*14;235*
14;23	+.030	.016	—.330	.083	—.135	.041	—.093	.069	*14;23*
14;25	—.022	.016	—.398	.078	—.148	.041	—.117	.069	*14;25*
14;35	+.036	.016	—.381	.080	—.151	.040	—.086	.069	*14;35*
14;2	—.003	.016	—.331	.083	—.132	.041	—.085	.069	*14;2*
14;3	+.032	.016	—.339	.083	—.140	.041	—.091	.069	*14;3*
14;5	—.013	.016	—.405	.078	—.152	.040	—.111	.069	*14;5*
14	+.003	.016	—.338	.083	—.137	.041	—.083	.069	*14*
			b. $x_1-x_5 = h-y_{1/20}$						
15;234	+.017	.016	—.225	.089	—.084	.041	—.019	.069	*15;234*
15;23	+.009	.016	—.140	.091	—.060	.041	+.024	.069	*15;23*
15;24	—.080	.016	—.364	.081	—.108	.041	—.094	.069	*15;24*
15;34	+.022	.016	—.240	.088	—.075	.041	—.010	.069	*15;34*
15;2	—.077	.016	—.285	.086	—.083	.041	—.049	.069	*15;2*
15;3	+.014	.016	—.156	.091	—.050	.041	+.029	.069	*15;3*
15;4	—.066	.016	—.371	.080	—.100	.041	—.086	.069	*15;4*
15	—.065	.016	—.294	.085	—.075	.041	—.044	.069	*15*
			c. $x_2-x_4 = ka^0/_0-y_{1/2}$						
24;135	—.082	.016	—.068	.093	+.006	.041	—.134	.068	*24;135*
24;13	—.051	.016	—.041	.093	+.018	.041	—.057	.069	*24;13*
24;15	—.076	.016	—.074	.093	+.006	.041	—.131	.068	*24;15*
24;35	—.083	.016	—.118	.092	+.033	.041	—.130	.068	*24;35*
24;1	—.048	.016	—.051	.093	+.015	.041	—.056	.069	*24;1*
24;3	—.052	.016	—.093	.092	+.042	.041	—.054	.069	*24;3*
24;5	—.074	.016	—.108	.092	+.036	.041	—.126	.068	*24;5*
24	—.048	.016	—.090	.092	+.041	.041	—.053	.069	*24*
			d. $x_2-x_5 = ka^0/_0y-_{1/20}$						
25;134	—.133	.016	—.107	.092	—.064	.041	—.190	.067	*25;134*
25;13	-.117	.016	—.092	.092	—.066	.041	—.147	.068	*25;13*
25;14	—.125	.016	—.087	.093	—.050	.041	—.188	.067	*25;14*
25;34	—.134	.016	—.136	.092	—.050	.041	—.189	.067	*25;34*
25;1	—.110	.016	—.069	.093	—.052	.041	—.148	.068	*25;1*

Vervolg tabel no. XVI. [*Table no. XVI continued.*]

	Stamtafelonderzoek (*Stem-table investigation*		Perk no. 99 (*Plot no. 99*)		Perk no. 102 (*Plot no. 102*)		Perk no. 104 (*Plot no. 104*)		
	γ	μ_γ	γ	μ_γ	γ	μ_γ	γ	μ_γ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			d. $x_2-x_5 = ka^0/_0-y_{1/20}$ (vervolg)						
25;3	—.118	.016	—.115	.092	—.056	.041	—.148	.068	*25;3*
25;4	—.117	.016	—.117	.092	—.030	.041	—.184	.067	*25;4*
25	—.102	.016	—.102	.092	—.036	.041	—.146	.068	*25*
			e. $x_3-x_4 = s-y_{1/2}$						
34;125	—.075	.016	+.044	.093	+.007	.041	—.094	.069	*34;125*
34;12	—.048	.016	+.099	.092	+.031	.041	+.044	.069	*34;12*
34;15	—.069	.016	+.053	.093	+.007	.041	—.091	.069	*34;15*
34;25	—.071	.016	—.164	.091	—.016	.041	—.119	.069	*34;25*
34;1	—.045	.016	+.104	.092	+.029	.041	+.042	.069	*34;1*
34;2	—.038	.016	—.102	.092	+.008	.041	+.022	.069	*34;2*
34;5	—.060	.016	—.157	.091	—.021	.041	—.114	.069	*34;5*
34	—.032	.016	—.099	.092	+.002	.041	+.021	.069	*34*
			f. $x_3-x_5 = s-y_{1/20}$						
35;124	—.118	.016	—.184	.090	—.131	.041	—.303	.063	*35;124*
35;12	—.103	.016	—.203	.089	—.134	.041	—.291	.064	*35;12*
35;14	—.108	.016	—.055	.093	—.125	.041	—.301	.063	*35;14*
35;24	—.141	.016	—.342	.082	—.147	.041	—.315	.063	*35;24*
35;1	—.095	.016	—.194	.090	—.128	.041	—.291	.064	*35;1*
35;2	—.128	.016	—.319	.084	—.146	.041	—.294	.063	*35;2*
35;4	—.125	.016	—.335	.083	—.141	.041	—.312	.063	*35;4*
35	—.114	.016	—.315	.084	—.139	.041	—.293	.064	*35*
			g. $x_4-x_5 = y_{1/2}-y_{1/20}$						
45;123	—.248	.015	—.270	.086	—.175	.040	—.437	.056	*45;123*
45;12	—.241	.015	—.284	.086	—.177	.040	—.430	.057	*45;12*
45;13	—.240	.015	—.265	.087	—.176	.040	—.423	.057	*45;13*
45;23	—.247	.015	—.206	.089	—.165	.040	—.437	.056	*45;23*
45;1	—.234	.015	—.279	.086	—.178	.040	—.417	.057	*45;1*
45;2	—.240	.015	—.162	.091	—.164	.040	—.424	.057	*45;2*
45;3	—.239	.015	—.194	.090	—.167	.040	—.424	.057	*45;3*
45	—.234	.015	—.152	.091	—.165	.040	—.411	.058	*45*
	h. **Totale correlatie-coëfficiënten** [*Total correlation coefficients*]								
12	—.111	.016	+.125	.092	—.194	.040	—.033	.069	*12*
13	+.663	.009	+.538	.066	+.191	.040	+.242	.065	*13*
14	+.003	.016	—.338	.083	—.137	.041	—.083	.069	*14*
15	—.065	.016	—.294	.085	—.075	.041	—.044	.069	*15*
23	—.122	.016	—.023	.093	—.137	.041	+.013	.069	*23*
24	—.048	.016	—.090	.092	+.041	.041	—.053	.069	*25*
25	—.102	.016	—.102	.092	—.360	.036	—.146	.068	*24*
34	—.032	.016	—.099	.092	+.002	.041	+.021	.069	*34*
35	—.114	.016	—.315	.084	—.139	.041	—.293	.064	*35*
45	—.234	.015	—.152	.091	—.165	.040	—.411	.058	*45*

djati meestal zoo'n breede band van punten verkregen, dat men geheel in het onzekere verkeert, hoe de vereffenende kromme getrokken zou moeten worden.

De berekening van het gemiddeld $ka\%$, dat dus voor den geheelen opstand geldt, verdient in zulke gevallen nog het meest aanbeveling [60]. Slechts voor zeer jeugdige opstanden zou men een kromme kunnen trekken, waarbij het $ka\%$ met toenemenden diameter iets afneemt.

Indien het $ka\%$ een betrouwbaar kenmerk voor de uitscheiding in boomklassen ware, zou de standaard-afwijking ervan voor gegeven h, s, $y_{1/2}$ en $y_{1/20}$ (dus $\varepsilon_{2;1345}$) in een opstand, vooral na sterke dunning, gering moeten zijn. Dat het niet zoo is, blijkt uit de volgende cijfers:

	Tafelonderzoek	Perk no. 99	Perk no. 102	Perk no. 104
$\varepsilon_{2;1345}$	7.2	5.9	7.1	6.1

Wanneer voor gegeven h, s, $y_{1/2}$ en $y_{1/20}$ bijv. gemiddeld $ka\% = 60$ gevonden werd, zou het bovenstaande beteekenen, dat er dispersies bestaan van respectievelijk 38–82, 42–78, 39–81 en 42–78 voor het tafelonderzoek en de perken nos. 99, 102 en 104.

Opgemerkt moet worden, dat het verkregen resultaat in overeenstemming is met dat van verschillende andere onderzoekers (zie hoofdstuk I).

De slankheidsfactor (s) is, volgens de cijfers der groepen e) en f), voor het tafelonderzoek als vormbepalend kenmerk eveneens iets beter te gebruiken dan de boomhoogte.

Terwijl aan de correlaties $s/y_{1/2}$ voor het tafelonderzoek en de onderzochte perken weinig of geen beteekenis moet worden toegekend, zijn die voor $s/y_{1/20}$ — uitgezonderd $\gamma_{35;14}$ voor perk no. 99 en $\gamma_{35;1}$ voor het tafelonderzoek — bij toepassing der reeds eerder aangegeven maatstaven alle essentieel. Bovendien bezitten overeenkomstige correlaties steeds hetzelfde teeken, zoodat men eenige garantie heeft, dat het beschouwde verband voor boomen van een opstand op ongeveer gelijke wijze bestaat als voor het gemengde materiaal van het tafelonderzoek.

Van alle tot nog toe besproken groepen bevat groep f) dus cijfers, welke zich in verschillende opzichten nog het best leenen om als wijzer bij de verwerking der gegevens voor de tafelopstelling te dienen.

Bij een vereffening van $y_{1/20}$ op s zou het weinig zin hebben rekening te houden met h of $ka\%$. Uit de correlatie-cijfers blijkt, dat een indeeling volgens h over het algemeen zelfs een, zij het ook geringen, ongunstigen invloed heeft.

Verder toonen de cijfers onder e en f aan, dat, naar mate de boomen in een opstand een grooteren slankheidsfactor bezitten, zij ook iets volhoutiger

zijn. Uit de totale correlaties γ_{13} (groep h) blijkt duidelijk, dat in een opstand een groote slankheidsfactor bij voorkeur gepaard gaat met een groote boomhoogte. Hieruit volgt dus, dat een heerschende boom in het algemeen een weinig volhoutiger is dan een onderdrukte, een resultaat, geheel in overeenstemming met de cijfers van tabel no. XV.

Dat de standaard-afwijkingen voor s bij bepaalde $y_{1/20}$, evenals bij bepaalde $y_{1/2}$, aanmerkelijk zijn, blijkt uit de volgende cijfers (de cijfers gelden voor de oorspronkelijke s-waarden; zij zijn dus niet met 10 vermenigvuldigd):

	Tafelonderzoek	Perk no. 99	Perk no. 102	Perk no. 104
$\varepsilon_{3;4}$	0.151	0.101	0.079	0.090
$\varepsilon_{3;5}$	0.150	0.096	0.075	0.089
$\varepsilon_{3;45}$	0.150	0.095	0.075	0.089

Ook deze gegevens laten duidelijk zien, dat de vermenging van het materiaal bij het tafelonderzoek een ongunstigen invloed op de grootte der standaard-afwijkingen heeft geoefend.

Zooals reeds eerder is gezegd, zou het, op grond van het geringe verband, dat tusschen de metingskenmerken en de vormklasse bestaat, volkomen gerechtvaardigd zijn om bij de tafelopstelling slechts van één gemiddelde vormklasse gebruik te maken.

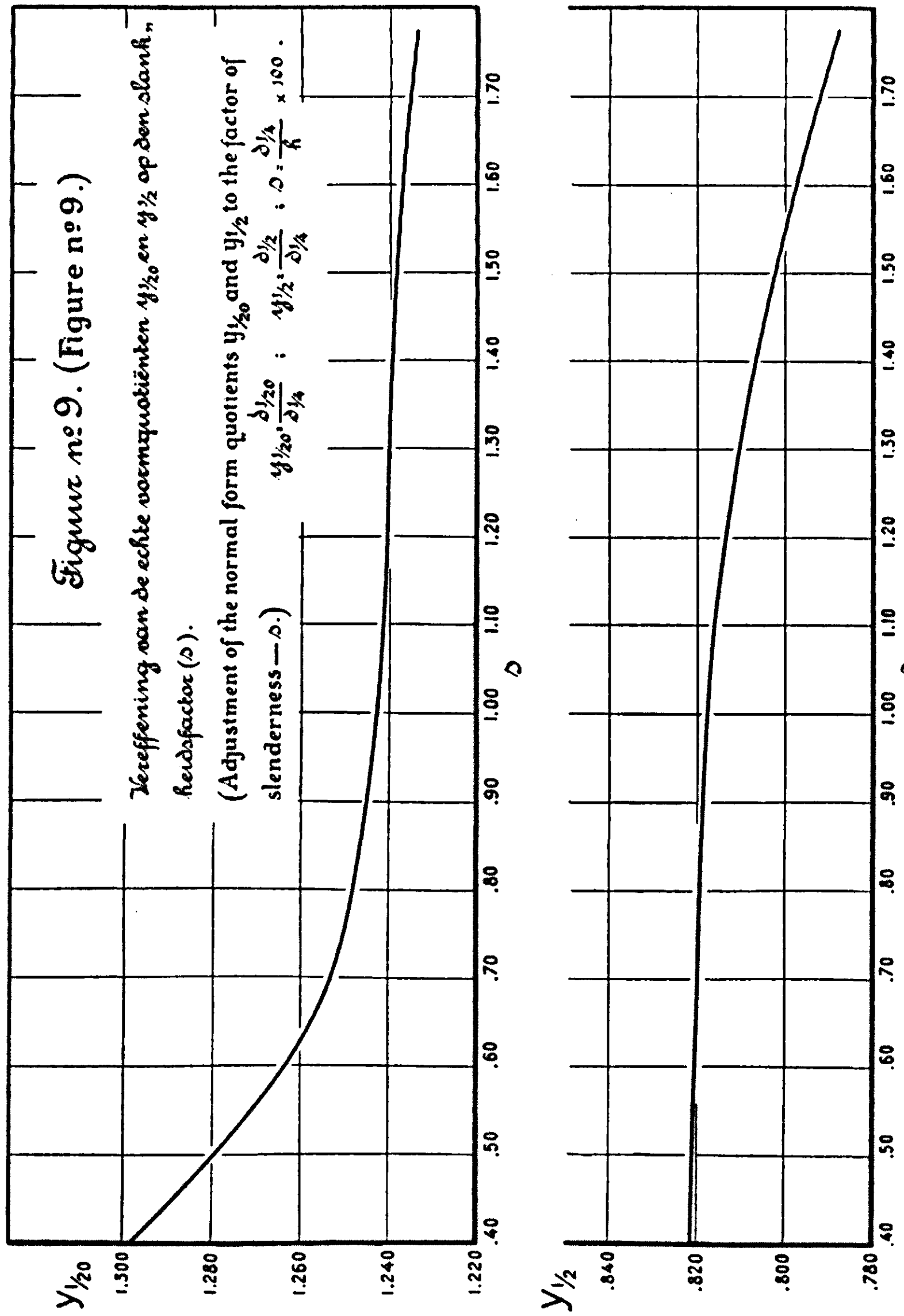
Indien men echter met een metingskenmerk rekening wenscht te houden, zou de slankheidsfactor s hiervoor nog het meest in aanmerking komen, en wel voornamelijk voor de bepaling van $y_{1/20}$.

Schrijver dezes heeft, zij het ook na eenig aarzelen, gemeend dit te moeten doen, niet zoozeer omdat verwacht wordt, dat de tafels daardoor in belangrijke mate aan waarde zullen winnen als wel om met een voorbeeld te kunnen illustreeren, op welke wijze zulk een verband bij de gevolgde methode van opstelling zonder bezwaar in de tafels verwerkt kan worden. Het is immers zeer goed mogelijk, dat zoo'n bewerking voor andere houtsoorten dan djati en bij andere bedrijfsvormen (bijv. planterbedrijven) meer op haar plaats is.

Wenscht men de verandering der vormklasse bij toenemende s vast te leggen, dan moeten zoowel $y_{1/20}$ als $y_{1/2}$ op s vereffend worden. Dit kan op de gebruikelijke wijze plaats hebben door voor de s-waarden klassen te vormen, voor deze klassen gemiddelden voor $y_{1/2}$, $y_{1/20}$ en s te berekenen, deze gemiddelden in grafieken uit te zetten en daarna zoo goed mogelijk vereffenende krommen te trekken. In figuur no. 9 zijn de resultaten van dezen arbeid aanschouwelijk weergegeven.

Bovenstaande werkwijze heeft echter het bezwaar, dat $y_{1/2}$ en $y_{1/20}$ onafhankelijk van elkaar op s vereffend worden, zoodat het zeer goed

mogelijk is, dat de verandering van de vormklasse bij toenemende *s* min of meer grillig plaats heeft [61]. Men kan dit voorkomen door gebruik te maken van de parameters *a*, *b* en *c*, welke — al spreken ze minder tot het



voorstellingsvermogen — in mathematischen zin beter dan $y_{1/2}$ en $y_{1/20}$ de vormklasse aangeven.

Reeds eerder is er op gewezen, dat steeds geldt — zie vergelijking (2) —:

$$a + b + c = 1.$$

Met behulp van de parameters der stamvormvergelijking kan dus een bepaalde vormklasse door een punt in een zoogenaamde driehoeksgrafiek aanschouwelijk worden voorgesteld. Een simultane vereffening van *a*, *b* en *c* op *s* is thans op de volgende wijze mogelijk (zie figuur no. 10).

Nadat voor de *s*-waarden klassen gevormd zijn, worden hiervoor, behalve gemiddelden voor *s*, met behulp der gegevens van de boomkaarten ook die voor *a*, *b* en *c* berekend. Deze *a*-, *b*- en *c*-waarden worden vervolgens, op drie afzonderlijke grafieken, volgens de gebruikelijke wijze op de gemiddelde *s*-waarden uitgezet. De grafieken zijn opgericht op de zijden van de driehoeksgrafiek.

Op elke grafiek wordt thans een vereffenende kromme getrokken, waarna onderzocht moet worden, of deze krommen voldoende bij elkaar passen. Hiertoe leest men bij de gemiddelde *s*-waarden der gevormde klassen de vereffende *a*-, *b*- en *c*-waarden op de krommen af en brengt deze parameterwaarden over op de zijden van de driehoeksgrafiek. Aangezien ervoor gezorgd werd, dat de indeelingen op de *a*-, *b*- en *c*-assen der gewone grafieken geheel correspondeeren met die voor *a*, *b* en *c* op de zijden der driehoeksgrafiek, is dit overbrengen een eenvoudige arbeid.

Wanneer de eerste vereffeningen juist verricht waren, zouden steeds de voor een bepaalde *s* afgelezen waarden voor *a*, *b* en *c* moeten voldoen aan de vergelijking $a + b + c = 1$, met andere woorden: in de driehoeksgrafiek zijn ze telkens coördinaatwaarden voor een punt. In het algemeen zal dit echter niet het geval zijn; men krijgt bedragen, welke iets grooter of kleiner zijn dan één.

Voor $s = 1.039$ bijv. vindt men op de gewone grafieken:

$$\begin{array}{r} a = +2.342 \\ b = -2.344 \\ c = +1.013 \\ \hline +1.011 \end{array}$$

Het beste is nu voor de combinaties *ab*, *bc* en *ac* de ontbrekende parameterwaarden zoodanig te kiezen, dat aan bovenstaande voorwaarde voldaan wordt. Men vindt dan:

$a = +2.342$	$+2.331$	$+2.342$
$b = -2.344$	-2.344	-2.355
$c = +1.002$	$+1.013$	$+1.013$
$+1.000$	$+1.000$	$+1.000$

Deze stellen waarden wijzen in de driehoeksgrafiek drie, overigens dicht bij elkaar gelegen punten aan. Aangezien aan geen van deze stellen bijzondere voorkeur gegeven mag worden, zijn ze alle drie geteekend [62]. Op deze wijze verkrijgt men dus in de driehoeksgrafiek voor de gemiddelde

s-waarden der klassen een band van punten, waarvan er telkens drie dicht bij elkaar liggen.

Nadat door dezen band een vereffenende kromme getrokken is, wordt de omgekeerde weg gevolgd, namelijk op geschikte afstanden van elkaar worden op laatstgenoemde kromme de bij elkaar behoorende stellen *a*-, *b*- en *c*-waarden op de zijden van den driehoek en vervolgens op de gewone grafieken de *s*-waarden op de daar geteekende krommen afgelezen.

Voor een bepaald punt op de kromme in de driehoeksgrafiek zouden, wanneer overeenstemming was bereikt, via de *a*-, *b*- en *c*-waarde driemaal dezelfde *s*-waarde in de gewone grafieken gevonden moeten worden. In werkelijkheid krijgt men *s*-waarden, welke een weinig van elkaar afwijken.

Het beste is weer de berekening van een gemiddelde *s*-waarde, waarop in de gewone grafieken respectievelijk de waarden voor *a*, *b* en *c* uit de driehoeksgrafiek uitgezet moeten worden. Zoodoende worden in de gewone grafieken punten verkregen, welke een weinig van de krommen afwijken. Zij geven aan, in welke richting deze krommen verbeterd moeten worden.

Nadat de verbeteringen zijn aangebracht, wordt het eerste proces weer herhaald en de kromme in de driehoeksgrafiek verbeterd, enz.

Wanneer de vereffeningen met eenige zorg zijn verricht, wordt spoedig een toestand bereikt, waarbij voldoende overeenstemming voor de vier grafieken bestaat. Deze eindtoestand is in figuur no. 10 weergegeven. Ten slotte moge worden opgemerkt, dat in het voorgaande met behulp van grafieken een methode van vereffening is besproken, welke in de meeste leerboeken over vereffeningsberekening ook behandeld wordt (zie bijv. JORDAN-1920, blz. 168 e.v., § 54: „Vermittelnde Beobachtungen mit Bedingungsgleichungen"). Het voordeel van het gebruik van grafieken is, dat het vereffeningswerk aanschouwelijker en sneller geschiedt, terwijl bovendien de mathematische vorm der betrekkingen tusschen *s*, *a*, *b* en *c* niet opgespoord behoeft te worden.

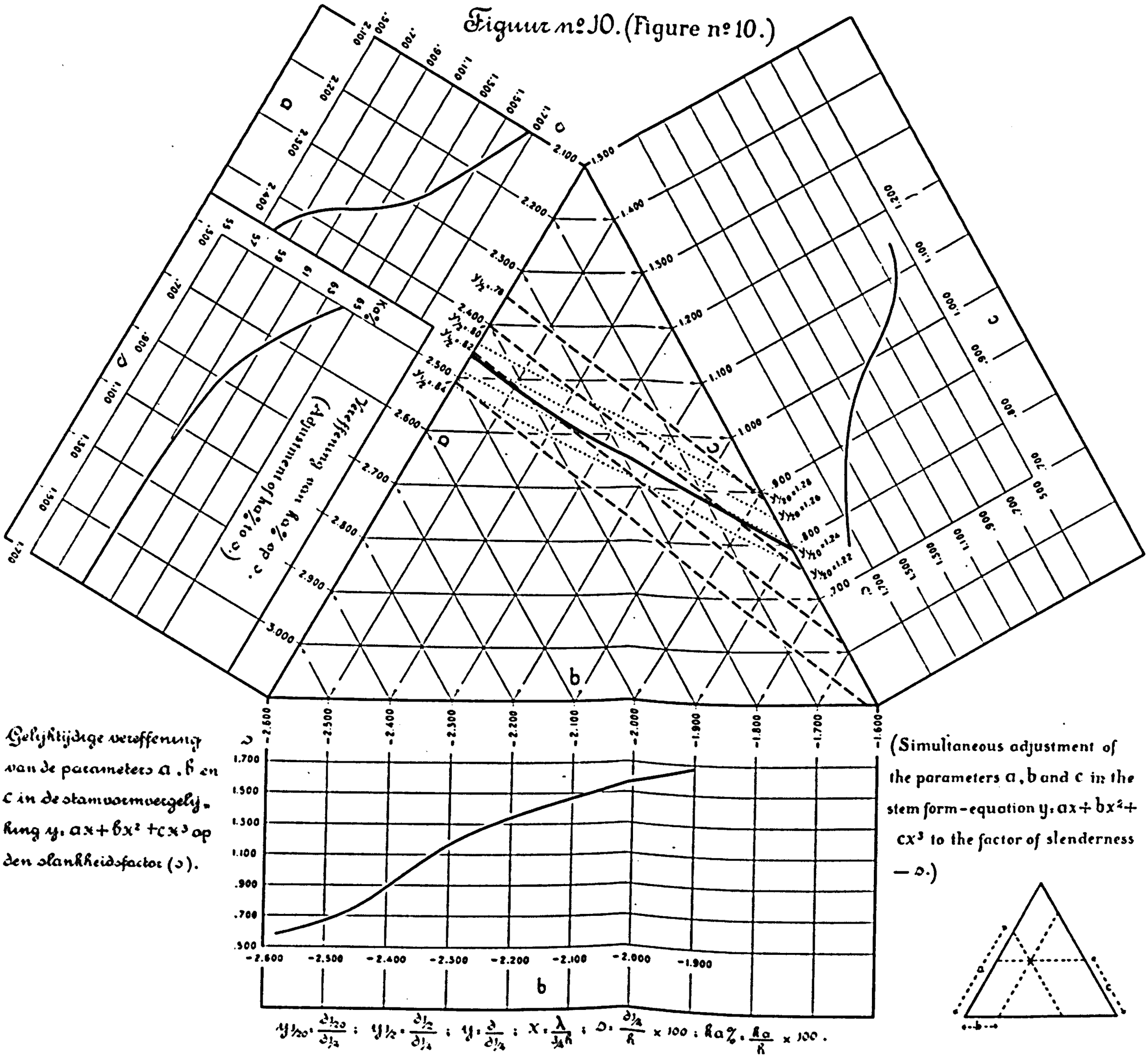
In de driehoeksgrafiek is de meetkundige plaats der punten, welke met een bepaalde $y_{1/2}$- of $y_{1/20}$-waarde correspondeeren, een rechte. In de grafiek zijn enkele van deze rechten ingeteekend; zij wordt op deze wijze overdekt met een scheefhoekig coördinatennet, zoodat men ook een indruk krijgt, hoe de vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) met toenemende *s* verandert.

In verband met de kleine correlaties $s/y_{1/2}$ en $s/y_{1/20}$ was wel te verwachten, dat deze verandering gering zou zijn. Dit blijkt ook uit de grafieken van figuur no. 9, welke in overeenstemming met de resultaten der driehoeksvereffening zijn geteekend.

In tabel no. 3a [1]) zijn de uitkomsten der vereffening genoteerd; van

[1]) De tabellen, welke in den tekst voorkomen, zijn met Romeinsche, die van de gemimeografeerde bijlage met Arabische cijfers aangegeven.

Figuur nº 10. (Figure nº 10.)



Gelijktijdige vereffening van de parameters a, b en c in de stamvormvergelijking $y = ax + bx^2 + cx^3$ op den slankheidsfactor (d).

(Simultaneous adjustment of the parameters a, b and c in the stem form-equation $y = ax + bx^2 + cx^3$ to the factor of slenderness — d.)

$y_{1/20} = \frac{\partial_{1/20}}{\partial_{1/2}}$; $y_{1/2} = \frac{\partial_{1/2}}{\partial_{1/4}}$; $y = \frac{\partial}{\partial_{1/2}}$; $x = \frac{\lambda}{\lambda_{1/4}}$; $d = \frac{\partial_{1/2}}{R} \times 100$; $ka\% = \frac{ka}{R} \times 100$.

$s = 0.400$ tot $s = 2.00$ verandert $y_{1/2}$ van 0.82 tot 0.78 en $y_{1/20}$ van 1.30 tot 1.23 [63].

Voor de vormklassen, waarmede men bij de opstelling der tafels te maken heeft, zijn de vormgetallen voor de geheele spil en voor gedeelten ervan berekend; de resultaten van deze berekeningen vindt men in tabel no. 3b. De wijze, waarop de calculaties hebben plaats gehad, is reeds in § 2 van dit hoofdstuk besproken.

De gegevens van laatstgenoemde tabel houden natuurlijk verband met de inrichting der tafels. Zoo liggen de ondereinden der stamstukken op 1% der boomhoogte, dat is de als normaal vastgestelde stronkhoogte. De boveneinden bij respectievelijk 40, 50, 60, 70 en 80% der boomhoogte zijn gekozen in verband met de procentische kroonaanzethoogten, welke in de tafel vermeld zijn. De vormgetallen der hypothetische kroonspillen dienen om later met behulp der kroonfactoren — zie § 4 van dit hoofdstuk — de kroonvolumina te bepalen.

De uitkomsten van het stamvorm-onderzoek voor den plantsoendjati, de ervaring, welke schrijver dezes heeft opgedaan bij het tafelonderzoek voor verschillende Preanger wildhoutsoorten, tezamen met de resultaten van overeenkomstige onderzoekingen voor diverse houtsoorten uit de gematigde luchtstreken (zie hoofdstuk I), geven aanleiding tot de volgende opmerkingen, welke natuurlijk uitsluitend op de boomspil betrekking hebben.

a. Wanneer, zooals practisch steeds geschiedt, met boomgegevens uit opstanden van uiteenloopende leeftijden en boniteiten een tafel wordt samengesteld door deze gegevens gezamenlijk te verwerken, dan blijkt, dat in verscheidene gevallen practisch met één stamvorm kan worden volstaan.

Indien voor zulke houtsoorten tafels volgens het volume-principe worden opgesteld, houdt men zich bij de verwerking der gegevens in hoofdzaak bezig met een oneigenlijk, kunstmatig verband. Immers, dat een groote boom meer volume bezit dan een kleine, is in zoo'n geval uitsluitend het gevolg van uiteenloopende dimensies. Het gebruik van den diameter op borsthoogte, welke voor boomen van uiteenloopende hoogten verschillende beteekenis bezit, vertroebelt het vraagstuk nog meer.

Ook bij gebruik van onechte vormgetallen, al dan niet gecombineerd met onechte vormklassen, van absolute vormgetallen, van onechte of absolute vormquotiënten bij stamvormonderzoekingen houdt men zich met kunstmatige betrekkingen bezig. Schrijver dezes schreef naar aanleiding van de toepassing van genoemde vormgetallen reeds eerder (Stamtafels 1930, blz. 423):

„Het is dus zeer wel mogelijk, dat door de wijze van samenstellingen van dergelijke tafels de eigenaardigheden van den spilvorm grootendeels verdoezeld is en feitelijk een verloop vereffend wordt, dat de samenstellers van zulke tafels door het gebruik van onechte vormgetallen en andere voor den vorm ongeëigende kenmerken in hoofdzaak er zelf ingebracht hebben" [64].

b. Zou het geval zich kunnen voordoen, dat het bij gezamenlijke verwerking van gegevens uit verschillende opstanden bleek, dat van eenigszins uiteenloopende stamvormen gebruik moet worden gemaakt?

Deze vraag zou schrijver dezes bevestigend willen beantwoorden. Wanneer bijv. een onderzoek zou worden verricht voor den Europeeschen eik in zijn geheele verspreidingsgebied, is het mogelijk, dat men genoodzaakt zou zijn kleinere gebieden af te zonderen en voor elk subgebied een anderen, gemiddelden stamvorm te kiezen (ten gevolge van uiteenloopende klimaatsomstandigheden, verschillende rassen, enz.). Het aantal van dergelijke ondergebieden zal echter vermoedelijk klein zijn.

Verder is het mogelijk, dat bij een onderzoek in een klein homogeen gebied verschillende stamvormen moeten worden gebezigd als gevolg der eigenaardigheden van den opstandsvorm gezamenlijk met die van de waargenomen houtsoort.

Wanneer men te doen heeft met opstanden met in hoofdzaak één kronendak en bij de verpleging getracht wordt dit beeld te bestendigen, hebben de, van het gemiddelde afwijkende, omstandigheden nagenoeg geen kans om op sommige boomtypen krachtig invloed te oefenen en op den stamvorm merkbaar haar stempel te drukken; in het bijzonder geldt dit voor een lichthoutsoort als de djati.

Geheel onderdrukte boomen bijv. verkeeren slechts gedurende korten tijd in dezen toestand. Bij den djati worden ze spoedig topdroog of geveld. De factor „tijd" is hier in het minimum.

Andere omstandigheden heeft men in natuurbosschen, bijv. de wildhoutbosschen in het gebergte van Java of in de Buitengewesten. Van een bepaalde houtsoort kunnen in zulke bosschen exemplaren voorkomen, waarvan het eene langen tijd — wellicht een paar eeuwen — heerscher en het andere langen tijd onderdrukt is geweest. In dergelijke gevallen is het mogelijk, dat de kroonaanzethoogte en andere kenmerken inniger met den stamvorm verband houden. Hoewel het onderzochte materiaal tamelijk gering was, kreeg schrijver dezes dezen indruk bij sommige Preanger wildhoutsoorten zooals bijv. rasamala. In enkele typen plenterbosch (bijv. het zoogenaamde „Femelwald") kunnen de omstandigheden in bovengenoemd opzicht die in natuurbosschen een weinig nabij komen.

c. De boomschatting zou op twee manieren verbeterd kunnen worden.

De eerste manier, het meten van verscheidene diameters bijv. met

behulp van een laddertje, komt niet voor de practijk, doch uitsluitend voor proefstations in aanmerking. In deze richting zijn methoden uitgewerkt door MAC DONALD, PETTERSON, JONSON en anderen (zie Hoofdstuk I, § 5). De vraag is nu of, wanneer bij den djati de onderstam zoo wordt opgemeten, met eenige zekerheid de vorm van den bovenstam kan worden geschat [65].

Op deze vraag geven de correlatie-cijfers onder groep g) in tabel no. XVI antwoord. Tusschen $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ blijkt, zoowel voor het tafelonderzoek als voor de onderzochte perken, een essentieele, negatieve correlatie te bestaan: zij is echter minder groot dan men a priori zou verwachten. Een volhoutig benedenstamstuk correspondeert dus in het algemeen met een volhoutig bovenstamstuk.

Met uitzondering van perk no. 99 doen de cijfers zien, dat het er weinig toe doet, of daarbij met de overige kenmerken rekening wordt gehouden of niet. Voor perk no. 99 zou men kunnen besluiten, dat het zaak is daarbij de boomhoogte in het oog te houden. Het spreekt vanzelf, dat het Proefstation in deze richting nog verder gaande onderzoekingen zal moeten doen.

De tweede manier is, om de correlaties tusschen de metings- en vormkenmerken beter tot haar recht te doen komen door het onderzoek niet voor gemengd materiaal, doch perksgewijs te verrichten.

Men moet dan geheel van den gebruikelijken weg bij tafelonderzoekingen afwijken, aangezien van een groot aantal perken alle boomen volledig moeten worden opgemeten. In jonge opstanden zou dit voor de staande boomen kunnen worden gedaan; oudere perken moeten echter daarvoor geveld worden.

Zooals reeds eerder is medegedeeld, verricht het Proefstation dergelijke onderzoekingen, waar zich de gelegenheid voordoet. In de tegenwoordige tijdsomstandigheden kan er niet aan gedacht worden dezen arbeid op groote schaal te entameeren.

Het grond-idee bij dit onderzoek stemt overeen met dat van BERKHOUT, EIDE en anderen (zie Hoofdstuk I, § 4), doch de verdere uitwerking is anders.

Elke onderzochte opstand geeft een reeks cijfers, welke het verband tusschen de verschillende kenmerken aangeeft; de opstanden moeten daarna op een of andere wijze gegroepeerd worden. Het resultaat kan dan zijn: een algemeene tafel bestaande uit een stel locale tafels.

Het is echter de vraag, of bovenstaande tafels bij de schatting uitkomsten zullen geven, welke in belangrijke mate beter zijn dan die van de gewone, algemeene tafel. Tabel no. XVI toont voldoende aan, dat ook voor de onderzochte perken de correlaties klein zijn, al zijn ze voor sommige kenmerken beter dan die voor het tafelonderzoek.

d. Het feit, dat de variatie in stamvorm in een opstand zoo weinig verband blijkt te houden met kenmerken, die in belangrijke mate het gevolg zijn van uitwendige omstandigheden, welke bij de ontwikkeling van een boom een rol hebben gespeeld, dwingt vanzelf tot de veronderstelling, dat de vorm grootendeels bepaald wordt door erfelijkheidsfactoren.

Het eigenaardige gedrag der boomen na een uitkap of lichting, waarop in hoofdstuk I de aandacht is gevestigd, is moeilijk in overeenstemming te brengen met mechanische of physiologische theorieën over den opbouw van den stam.

Het is zeker de moeite waard na te gaan, in hoeverre erfelijke factoren bij den stamvorm een rol spelen. Het selectie-onderzoek voor den djati, waarmede in 1932 op Java een begin werd gemaakt, zal in de toekomst over deze kwestie, naar men mag hopen, meer licht kunnen verschaffen.

§ 6. Onderzoek van den kroonfactor, het dikhoutpercentage voor de kroon, de bastdikte en het verband tusschen den omtrek en den stamvlakdiameter.

Nadat het vraagstuk van den stamvorm op de, in de vorige paragraaf aangegeven wijze was opgelost, moesten, om de tafel zoodanig te kunnen inrichten als voor de practijk gewenscht is, enkele aanvullende onderzoekingen verricht worden. Aangezien de daarbij gevolgde methoden van verwerking der gegevens reeds meermalen bij andere tafelonderzoekingen zijn toegepast, behoeven zij hier slechts in het kort besproken te worden.

a. De kroonfactor. Ten eerste is het noodig, dat in de tafel het boomvolume vermeld wordt. Om dit te kunnen doen, is gebruik gemaakt van den kroonfactor (*krf*), welke in § 4 van dit hoofdstuk reeds werd gedefinieerd.

Het bleek, dat deze kroonfactor afhankelijk is van den slankheidsfactor (*s*) en de procentische kroonaanzethoogte (*ka*%).

In tabel no. XVII is het materiaal (2003 boomen) gerangschikt naar *s* en *ka*% volgens klassen ter grootte van respectievelijk 0.100 en 10%. Voor elke klasse zijn het aantal waarnemingen (*n*) en de gemiddelde waarden voor *krf*, *s* en *ka*% vermeld. Voor de klassen met een gering aantal waarnemingen kunnen de gemiddelde *s* en *ka*% aanmerkelijk van het middelpunt van een klasse afwijken.

Uit genoemde tabel volgt duidelijk, dat:

1. bij een bepaalden slankheidsfactor de kroonfactor met toenemende, procentische kroonaanzethoogte sterk toeneemt.

2. bij een bepaalde, procentische kroonaanzethoogte de kroonfactor eveneens met toenemenden slankheidsfactor toeneemt. De toename is echter belangrijk geringer dan in het voorgaande geval en voornamelijk

voor de kleine *s*-waarden van beteekenis.

Voor de opstelling van een kroonfactor-tabel werden de cijfers grafisch vereffend. Bij deze vereffening is zoo goed mogelijk zorg gedragen, dat met beide onafhankelijke variabelen — in dit geval dus *s* en *ka*% — in gelijke mate rekening werd gehouden.

Een methode, waarbij dit op redelijke en eenvoudige wijze geschiedt, is die, welke in verschillende Britsch-Indische tafelpublicaties is beschreven (bijv. HOWARD-1922, 1924; CHAMPION, MAHENDRU en SURI-1929) en ook in de "Statistical code", blz. 23 van CHAMPION en MAHENDRU-1931 (Silvicultural research manual for use in India, Vol. II, Statistical research) is vastgelegd. Zij werd ook voor den kroonfactor toegepast.

De vereffening geschiedt hierbij in drie trappen. Ten eerste zijn, afzonderlijk voor elke *ka*%-klasse, de gemiddelde waarden van den kroonfactor uitgezet op die van den slankheidsfactor en op grond der zoo verkregen punten vereffenende krommen getrokken. Op deze krommen werden, thans voor de middelpunten der *s*-klassen (dus hier 0.45, 0.55, enz.) de erbij behoorende *krf*-waarden afgelezen.

Laatstgenoemde waarden zijn vervolgens, thans afzonderlijk voor elke *s*-klasse, uitgezet op de gemiddelde waarden voor *ka*%; daarna had weer een vereffening met behulp van krommen plaats. Op deze krommen werd, voor elk middelpunt van een *ka*%-klasse (dus hier 40, 50, 60, enz.), *krf* afgelezen [66].

Als laatste stap zijn de tweemaal vereffende *krf*-waarden uitgezet op de middelpuntswaarden der *s*-klassen, waarna, afzonderlijk voor elke *ka*%-klasse, weer vereffenende krommen werden getrokken.

Van deze laatste krommen zijn de waarden afgelezen, welke men in tabel no. 4a vindt. Een beeld van deze krommen geeft figuur no. 11a.

Een, zij het ook ruwe contrôle op de vereffening, welke door Noord-Amerikaansche tafelsamenstellers veelvuldig wordt toegepast, bestaat hierin, dat men, rekening houdend met de aantallen waarnemingen, de totale som der waarden van de afhankelijke variabele volgens de oorspronkelijke tabel (dus hier no. XVII) vergelijkt met de som der waarden, verkregen door aflezingen op de eindgrafiek. Theoretisch moeten beide sommen bij een juiste vereffening even groot zijn. Een afwijking tot 1% van eerstgenoemde som wordt gewoonlijk echter toegestaan. Men kan natuurlijk deze contrôle ook uitvoeren voor de kolommen en rijen van tabel no. XVII, welke een voldoend aantal waarnemingen bezitten.

Van bovenbeschreven contrôle is steeds bij de grafische vereffeningen voor de tafel gebruik gemaakt.

Tabel no. XVII.

Kroonfactoren (*krf*).

[*n* = aantal waarnemingen

Procentische kroon-aanzethoogte (*Height of clear bole in % of height of tree*) *ka%*	Slankheidsfactor (*s*). 0.401–0.500			0.501–0.600			0.601–0.700			0.701–0.800			0.801–0.900			0.901–1.000		
		Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)	
	n	*s*	*krf*	*n*	*s*	*krf*	*n*	*s*	*krf*	*n*	*s*	*krf*	*n*	*s*	*krf*	*n*	*s*	*krf*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25.1–35.0							2	.688	1.255									
35.1–45.0				2	.579	1.360	6	.674	1.350	16	.751	1.354	17	.851	1.722	10	.951	1.658
45.1–55.0	1	.500	1.590	12	.562	1.415	53	.661	1.611	108	.753	1.778	101	.844	1.907	65	.941	2.156
55.1–65.0				17	.581	1.918	115	.663	2.071	247	.750	2.666	252	.850	2.397	167	.946	2.534
65.1–75.0				11	.579	2.745	60	.660	3.064	150	.752	3.022	125	.840	3.222	82	.947	3.276
75.1–85.0				1	.600	6.690	14	.653	5.691	12	.745	5.716	12	.843	6.509	4	.957	4.340

Tabel no. XVIII.

Dikhoutpercentages voor het kroonvolume (*krdk%*).

[*n* = aantal waarnemingen

Kroonlengte (*Length of crown*) m	Stamvlakdiameter bij den kroonaanzet ($g_{d_{ka}}$). 7.1–10.0 cm			10.1–13.0 cm			13.1–16.0 cm			16.1–19.0 cm			19.1–22.0 cm			22.1–25.0 cm		
		Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)			Gemiddeld (*Average*)	
	n	d_{ka} cm	*krdk* %	*n*	d_{ka} cm	*krdk* %	*n*	d_{ka} cm	*krdk* %	*n*	d_{ka} cm	*krdk* %	*n*	d_{ka} cm	*krdk* %	*n*	d_{ka} cm	*krdk* %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3.01- 6.00	187	8.3	16.4	22	10.9	28.3	–	–	–	1	16.8	50.8						
6.01- 9.00	210	8.9	25.6	385	11.5	35.5	191	14.2	40.8	50	17.3	47.1	16	20.2	53.6	–	–	–
9.01-12.00	4	9.4	39.1	75	11.8	45.9	157	14.6	48.4	142	17.3	51.9	79	20.4	54.3	34	23.3	60.6
12.01-15.00				2	12.5	57.5	11	14.7	56.0	31	17.7	63.6	27	20.5	61.7	37	23.6	63.7
15.01-18.00										2	18.3	72.7	4	21.1	70.4	3	24.1	69.8
18.01-21.00																		

Table no. XVII.]

Crown factors (krf).]

number of observations).]

Factor of slenderness (s).]

n	1.001–1.100 Gemiddeld (Average) s	krf	n	1.101–1.200 Gemiddeld (Average) s	krf	n	1.201–1.300 Gemiddeld (Average) s	krf	n	1.301–1.400 Gemiddeld (Average) s	krf	n	1.401–1.500 Gemiddeld (Average) s	krf	n	1.501–1.600 Gemiddeld (Average) s	krf	Procentische kroonaanzethoogte (Height of clear bole in % of height of tree) ka%
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
																		25.1–35.0
8	1.038	1.529	–	–	–	2	1.229	1.755										35.1–45.0
39	1.037	2.244	21	1.136	2.167	5	1.221	2.048	3	1.353	2.430	2	1.438	2.580				45.1–55.0
110	1.038	2.734	47	1.146	2.920	12	1.243	2.617	9	1.328	3.174	2	1.420	2.590	1	1.530	3.830	55.1–65.0
34	1.040	3.527	29	1.143	3.348	9	1.260	3.424	3	1.348	4.397	–	–	–	1	1.538	2.750	65.1–75.0
4	1.041	4.750																75.1–85.0

Table no. XVIII.]

Percentages of thickwood for crown volume ($krdk^0/_0$).]

number of observations).]

Stem-area diameter at the base of the crown ($_gd_{ka}$).]

n	25.1–28.0 cm Gemiddeld (Average) d_{ka} cm	$krdk$ %	n	28.1–31.0 cm Gemiddeld (Average) d_{ka} cm	$krdk$ %	n	31.1–34.0 cm Gemiddeld (Average) d_{ka} cm	$krdk$ %	n	34.1–37.0 cm Gemiddeld (Average) d_{ka} cm	$krdk$ %	n	37.1–40.0 cm Gemiddeld (Average) d_{ka} cm	$krdk$ %	n	40.1–43.0 cm Gemiddeld (Average) d_{ka} cm	$krdk$ %	Kroonlengte (Length of crown) m
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
																		3.01– 6.00
1	25.9	62.0																6.01– 9.00
15	26.3	57.8	3	29.9	67.7	–	–	–	1	36.2	62.4							9.01–12.00
20	26.4	69.3	12	29.3	67.4	13	32.3	69.4	2	34.9	76.0							12.01–15.00
4	26.2	61.3	6	28.9	75.1	9	32.5	74.1	2	35.2	72.4	5	38.7	75.4	2	40.8	70.1	15.01–18.00
1	27.6	74.0	1	29.8	86.3	2	32.3	77.3	4	36.0	80.7	2	38.2	85.6				18.01–21.00

Bij de inrichting der tafels (zie hoofdstuk III) deed zich nogmaals de gelegenheid voor om de vereffende kroonfactoren op hunne juistheid te toetsen. Voor elke boomhoogte en elken stamvlakdiameter op 1.30 m hoogte, welke in de tafel opgenomen zijn, moesten namelijk bij verschillende kroonaanzethoogten de kroonvolumina berekend worden. Deze kroonvolumina werden, na de noodige interpolatie, vergeleken met de door xylometering verkregen waarden volgens de boomkaarten.

Het bleek toen, dat er een regelmatige afwijking optrad, welke afhankelijk was van de boomhoogte. Berekent men deze afwijking als een correctie in percenten van de berekende kroonvolumina, dan neemt dit percentage met toenemende boomhoogte voortdurend af. Voor boomen lager dan 29 m is het percentage positief, voor boomen hooger dan 29 m negatief.

Wanneer beschikt had kunnen worden over een voldoend aantal waarnemingen, dat goed over de verschillende klassen verdeeld is, zou het ongetwijfeld aanbeveling hebben verdiend de vereffening van den kroonfactor weer opnieuw aan te vatten en dan gelijktijdig met *s*, *ka*% en *h* of met *ka*%, $d_{1/4}$ en *h* rekening te houden.

De geringe bezetting der klassen met groote *s*-waarden laat echter een verder gaande indeeling van de waarnemingen niet toe, zoodat besloten werd bovengenoemde correctie op de boomhoogte te vereffenen (zie figuur no. 11b) en de uitkomsten ervan in een afzonderlijke tabel (no. 4b) op te nemen, welke gezamenlijk met tabel no. 4a gebezigd moet worden [67]. Uit eerstgenoemde tabel blijkt, dat de correctie op den kroonfactor van +9.9% voor een boomhoogte van 5 m afneemt tot −30.3% voor $h =$ $= 45$ m.

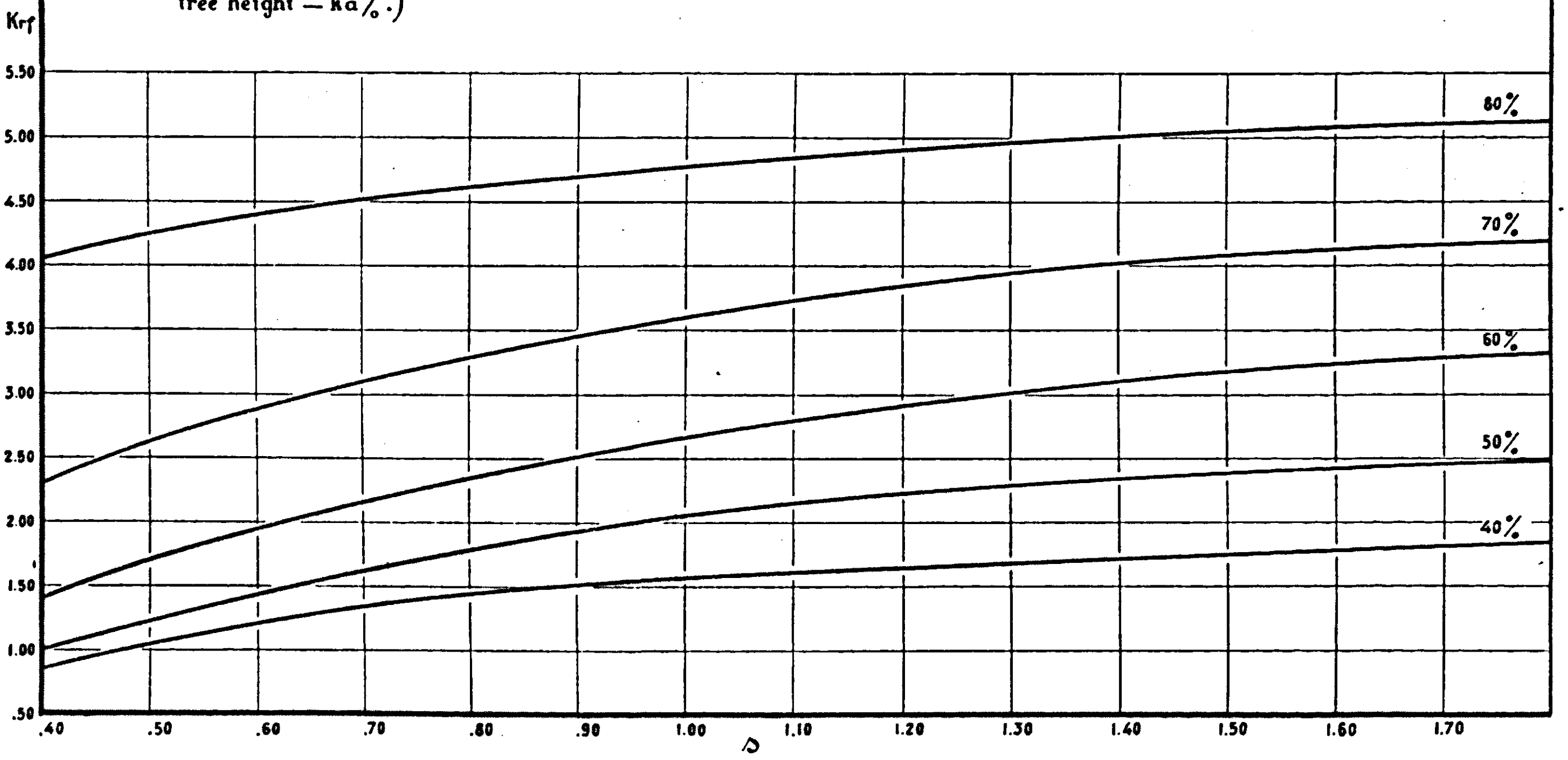
Ten slotte dient te worden medegedeeld, dat bij alle vereffeningen, waar noodig, zoo ver werd geëxtrapoleerd, dat de tafels gegevens konden verstrekken tot een boomhoogte van 45 m. Dit geschiedde ten einde reeds thans zoo goed mogelijk aan de wenschen van de practijk tegemoet te kunnen komen, zij het ook, dat dit plaats heeft met behulp van cijfers, welke later nog gecontroleerd en wellicht ook een weinig gewijzigd moeten worden.

Reeds in § 1 van dit hoofdstuk is er de aandacht op gevestigd, dat aanvulling met gegevens van hooge boomen noodzakelijk is om later de tafels te kunnen verbeteren.

b. Het dikhoutpercentage van de kroon (*krdk*%). Het spreekt haast vanzelf, dat dit kenmerk in verband werd gebracht met den diameter nabij den kroonaanzet (d_{ka}) en de kroonlengte (*krl*). In bijgaande tabel no. XVIII vindt men, gerangschikt naar laatstgenoemde twee kenmerken (volgens klassen van respectievelijk 3 cm en 3 m) het aantal waarnemingen en het gemiddelde dikhoutpercentage voor elke klasse. Tevens zijn gemid-

Figuur nº 11ª. (Figure nº 11ª.)

Vereffening van den kroonfactor (krf) op den slankheidsfactor (s) en de procentische kroonaanzethoogte (ka%.)
(Adjustment of the crown factor — krf — to the factor of slenderness — s — and the height of the crown base in percent of tree height — ka%.)



delde waarden berekend voor d_{ka} en *krl*; deze waarden kunnen, met name in de schaars bezette klassen, aanmerkelijk afwijken van die der klassemiddelpunten. Uit de tabel blijkt verder duidelijk een toename van het dikhoutpercentage, zoowel met toenemenden d_{ka} als met toenemende *krl*. Deze toename is het sterkst voor de diameters van 7 tot circa 13 cm en voor de geringe kroonlengten.

De vereffening geschiedde op dezelfde wijze als bij den kroonfactor. Bij den tweeden stap, namelijk de vereffening van het dikhoutpercentage op kroonlengte, afzonderlijk voor elke d_{ka}-klasse, werden — voor de opstelling van een tabel — tevens de waarden bij de volle meters voor de kroonlengte afgelezen.

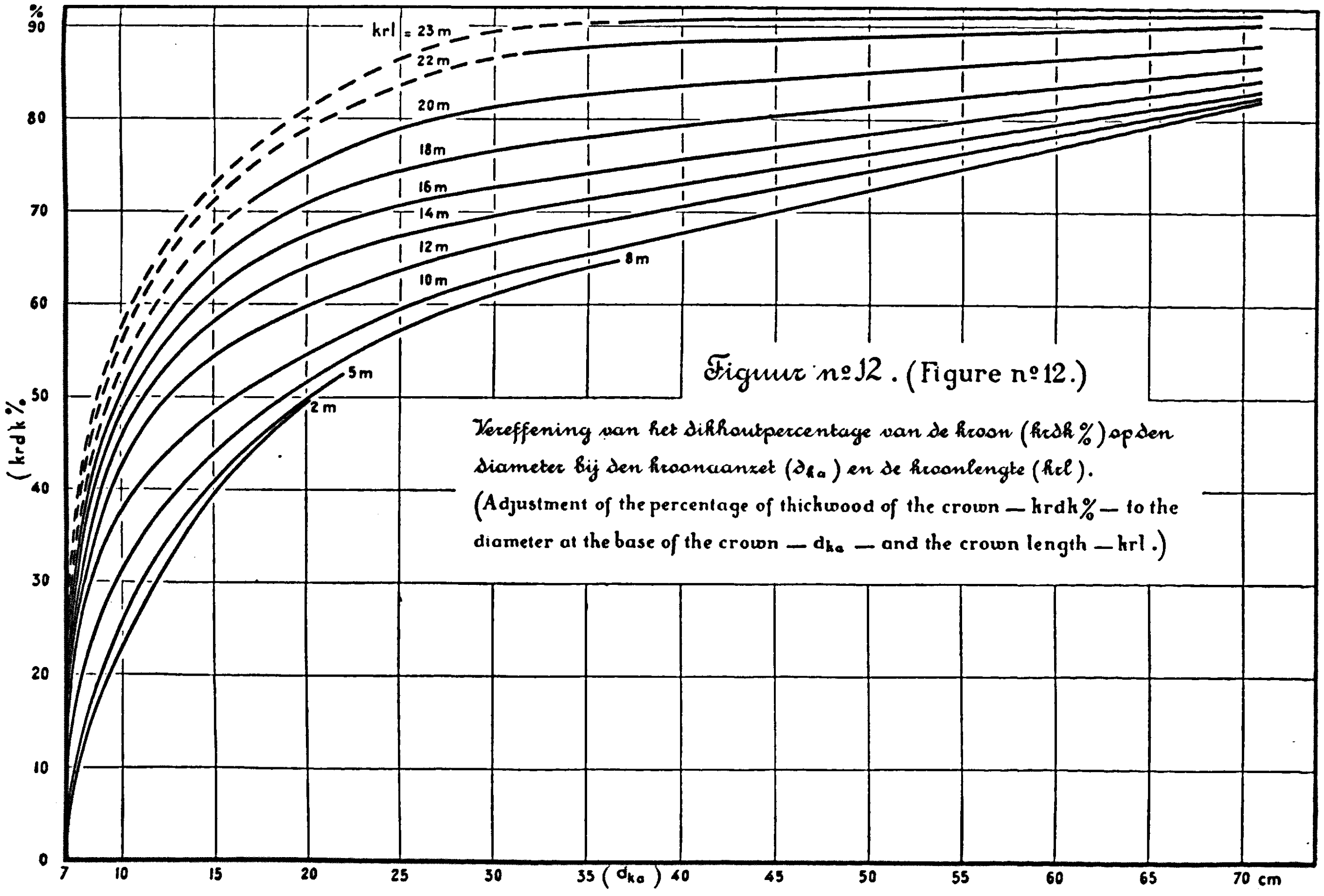
De eindgrafiek vindt men in figuur no. 12, met de door interpolatie verkregen krommen voor de kroonlengten in meters [68], terwijl in tabel no. 5 de in laatstgenoemde grafiek afgelezen percentages gegeven worden.

Reeds eerder is medegedeeld (§ 1 van dit hoofdstuk, noot 4), dat bij het onderzoek niet de waargenomen doch de vereffende diameters bij den kroonaanzet zijn gebezigd, ten einde de daar ter plaatse voorkomende verdikkingen te ontgaan. Als gevolg hiervan zullen in de diameterklasse 4.1–7.0 cm van tabel no. XVIII verscheidene boomen voorkomen, waarbij de diameter nabij den kroonaanzet iets grooter is dan 7 cm. Dergelijke boomen bezitten daardoor een, zij het ook geringe hoeveelheid kroondikhout, welke bij de opmeting afzonderlijk is opgewerkt.

Verder hebben verschillende boomen met een d_{ka} van 7 cm of minder in de kroon, ten gevolge van onregelmatigheden, kleine takstukken met 7 cm of meer diameter. Dergelijke stukken werden eveneens bij de opwerking tot het dikhout gerekend.

Beide omstandigheden hebben gemaakt, dat voor de diameterklasse van 4.1–7.0 cm in tabel no. XVIII zeer geringe dikhoutpercentages (minder dan 1%) gevonden zijn. Aangezien deze dikhouthoeveelheden voor de praktijk in het geheel geen waarde hebben, is bij de vereffening steeds aangenomen, dat in de grafieken het nulpunt voor het dikhoutpercentage bij $d_{ka} = 7.0$ cm ligt.

De reeds bij den kroonfactor beschreven contrôle op de vereffening gaf bijv. voor het dikhoutpercentage bij een indeeling in kroonlengteklassen de volgende resultaten [69]:



Figuur nº 12. (Figure nº 12.)

Vereffening van het dikhoutpercentage van de kroon (krdk %) op den diameter bij den kroonaanzet (d_{ka}) en de kroonlengte (krl).

(Adjustment of the percentage of thickwood of the crown — krdk% — to the diameter at the base of the crown — d_{ka} — and the crown length — krl.)

Kroonlengteklasse m	Gesommeerde dikhoutpercentages		Verschil	Verschil in % der tabelwaarden
	Afgelezen waarden	Tabelwaarden		
3.01– 6.00	3893.7	3874.5	+ 19.2	+0.5
6.01– 9.00	29964.6	30132.1	—167.5	—0.6
9.01–12.00	25985.6	26039.1	— 53.5	—0.3
12.01–15.00	9925.9	9974.3	— 48.4	—0.5
15.01–18.00	2682.7	2660.5	+ 22.2	+0.8
18.01–21.00	803.2	808.6	— 5.4	—0.7
Totaal	73255.7	73489.1	—233.4	—0.3

c. De dubbele bastdikte. Zooals reeds in § 1 van dit hoofdstuk is medegedeeld (zie tabel no. III), werd van 2833 boomen de bastdikte bepaald voor de stamvlakken op 1.30 m hoogte, nabij den kroonaanzet en op $^1/_{20}$ en $^1/_2$ der boomhoogte. Voor een deel der boomen heeft deze bepaling ook op $^1/_4$ der boomhoogte plaats gehad.

In totaal zijn 11944 bastdiktemetingen verricht; ook hierbij is in de toekomst een aanvulling met gegevens van groote boomen noodzakelijk.

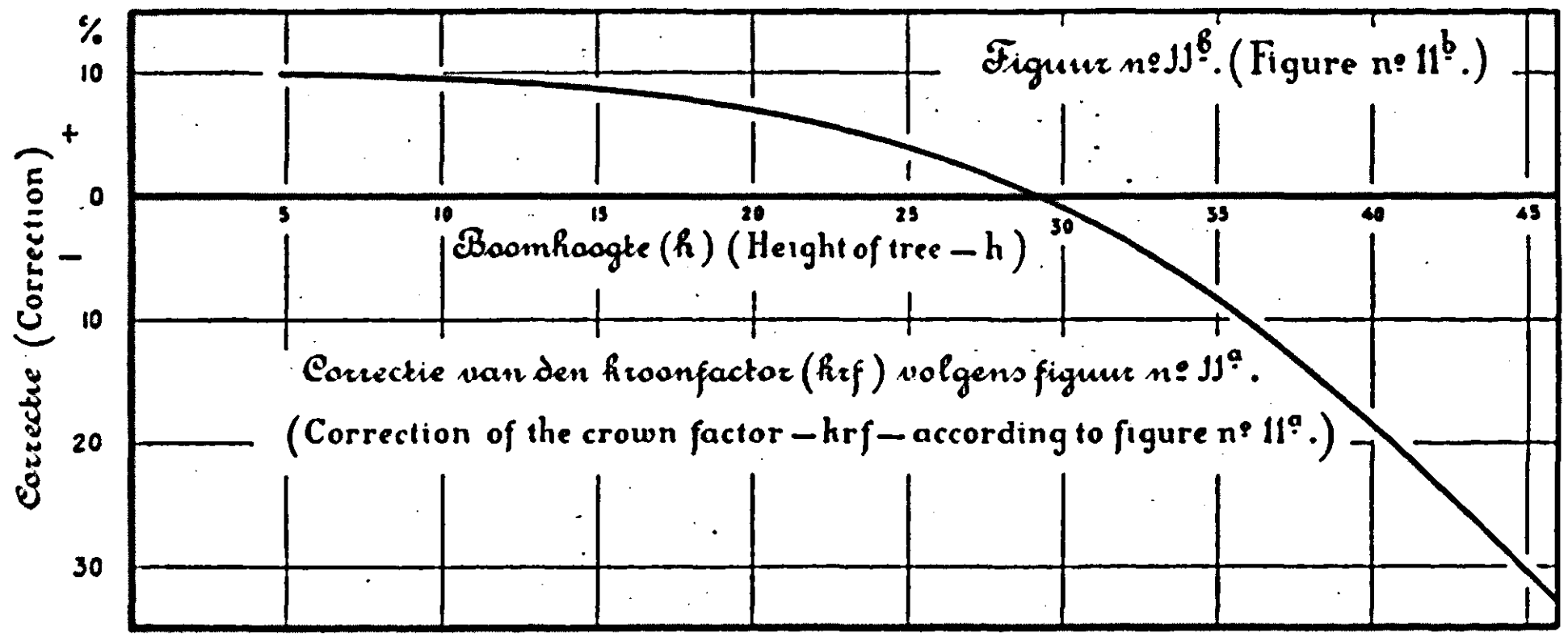
Voorgaande omstandigheid, een gevolg van het tamelijk kleine aantal bastdiktewaarnemingen voor de groote stamvlakken, deed schrijver dezes besluiten om bij de vereffening af te zien van een indeeling der bastdikten naar de ligging der stamvlakken, waaraan zij bepaald zijn.

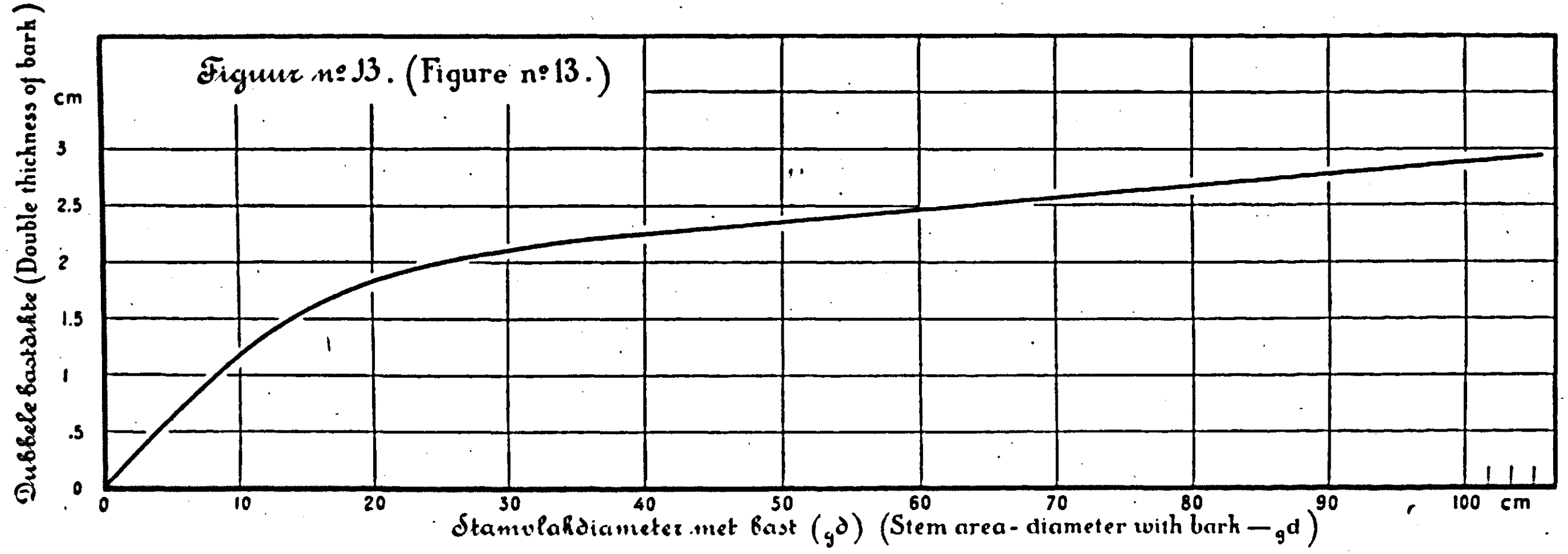
Hier komt nog bij, dat de plantsoendjati dunbastig is [70], zoodat zoo'n samenvoeging der gegevens op de, in tabel no. 2 verstrekte bastvrije staminhouden weinig invloed zal hebben. Op deze wijze kon worden volstaan met één tabel voor bastdikten, hetgeen de berekeningen voor de inrichting van de stamtafels vereenvoudigde.

De dubbele bastdikten, welke tot in mm bepaald zijn, werden op de gebruikelijke wijze vereffend op de stamvlakdiameters. Hiertoe werd het materiaal ingedeeld volgens diameterklassen. Ten einde in elke klasse een voldoend aantal waarnemingen te verkrijgen, werden voor de kleine diameters kleinere klassen gemaakt dan voor de groote.

Voor elke klasse werden de gemiddelde diameter en de gemiddelde, dubbele bastdikte berekend, waarna deze waarden in een grafiek werden uitgezet en vereffend. Het trekken van de vereffenende kromme, waarvan figuur no. 13 een beeld geeft, gaf door de zeer regelmatige ligging der punten geen moeilijkheden. De aflezingen op deze kromme vindt men in tabel no. 6. Hierin zijn diameterklassen gegeven, waarvoor — met inachtneming der afronding tot op volle millimeters — de dubbele bastdikte gelijk blijft.

Uit de figuur en de tabel blijkt voldoende, dat de bastdikte met toe-


Figuur nº 11b. (Figure nº 11b.)
%
10
+
0
−
10
20
30
Correctie (Correction)
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Boomhoogte (h) (Height of tree — h)
Correctie van den kroonfactor (krf) volgens figuur nº 11a.
(Correction of the crown factor — krf — according to figure nº 11a.)


Figuur nº 13. (Figure nº 13.)
Dubbele bastdikte (Double thickness of bark)
cm
3
2.5
2
1.5
1
.5
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100 cm
Stamvlakdiameter met bast (gd) (Stem area - diameter with bark — gd)

nemenden diameter toeneemt en dat deze toename voor de kleine diameters het sterkst is.

Ofschoon dus met de ligging der stamvlakken bij het tafelonderzoek geen rekening werd gehouden, deed de uitspraak van HOWARD-1925 (zie hoofdstuk I, § 2 van deze verhandeling), dat bij den djati in Britsch Indië het benedenstamstuk een dikkeren bast bezit dan het bovenstamstuk, schrijver dezes besluiten eens na te gaan, of ook voor den plantsoendjati hetzelfde verschijnsel geconstateerd kon worden.

Voor dit onderzoek leenden zich de kleine stamvlakken op $^1/_{20}$, $^1/_4$ en $^1/_2$ der boomhoogte, waarvoor een groot aantal waarnemingen gedaan zijn, het best. Verder werd het materiaal voorzichtigheidshalve ook ingedeeld in enkele leeftijdsklassen (1–20, 21–40, 41–60 en ouder dan 60 jaar).

Voor elke gevormde klasse werden de gemiddelde bastdikten op de diameters vereffend. Deze vereffeningen hebben onafhankelijk van elkaar plaats gehad, elk op een afzonderlijke grafiek, ten einde te voorkomen, dat de teekenaar bij het trekken van een vereffenende kromme zich liet beinvloeden door het verloop van reeds geteekende krommen.

De uitkomsten dezer vereffeningen voor de diameters 12, 14, ... 30 cm vindt men in bijgaande tabel no. XIX.

Uit deze tabel volgt, dat:

1. voor een bepaalden diameter en een bepaalde leeftijdsklasse de bastdikte van hooger gelegen stamvlakken mogelijkerwijze iets dunner is dan die van lager gelegen stamvlakken. Wanneer dit verschijnsel werkelijk mocht bestaan, is de invloed ervan op de grootte van den bastvrijen diameter in elk geval zóó gering, dat men hem bij kubeeringsonderzoekingen voor de practijk geheel buiten beschouwing mag laten.

2. voor een bepaalden diameter en een bepaalde hoogte van het stamvlak een invloed van den leeftijd op de bastdikte duidelijk merkbaar is, en wel in dien zin, dat bij toenemenden leeftijd, met name boven circa 30 jaar, de bastdikte afneemt [71].

Laatstgenoemd verschijnsel kan men ook op andere wijze omschrijven. Houdt men namelijk een bepaalden diameter en een bepaalde hoogte in het oog, bijv. 20 cm en voor $^1/_{20}$ der boomhoogte, dan spreekt het vanzelf, dat met toenemenden leeftijd deze diameter meer en meer bij boomen zal worden aangetroffen, welke een geringe groeikracht bezitten (dus heerschers in opstanden van minder goede gesteldheid of achterblijvers, enz. in opstanden van goede gesteldheid).

Men mag bij gevolg ook zeggen, dat voor een bepaalden diameter en een bepaalde hoogte van het stamvlak de bastdikte des te geringer is, naarmate de diktegroei langzamer is geweest.

Wanneer men dus in een stamtafel voor plantsoendjati nauwkeuriger

Voorbeeld. [*Example.*]

Tabel no. XIX. [*Table no. XIX.*]

Dubbele bastdikte. [*Double thickness of bark.*]

Diameter met bast (*Diameter with bark*) cm	Dubbele bastdikte in mm (*Double thickness of bark in mm*)												Diameter met bast (*Diameter with bark*) cm
	Leeftijdsklassen – jaren (*Age classes – years*)												
	1–20			21–40			41–60			> 60			
	$d_{1/20}$	$d_{1/4}$	$d_{1/2}$	$d_{1/20}$	$d_{1/4}$	$d_{1/2}$	$d_{1/20}$	$d_{1/4}$	$d_{1/2}$	$d_{1/20}$	$d_{1/4}$	$d_{1/2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	14	13	14	15	13	13	–	–	11	–	–	–	12
14	15	15	15	16	14	14	–	12	13	–	10	9	14
16	17	17	17	17	15	15	13	13	14	11	11	10	16
18	19	18	18	19	16	17	15	14	15	12	11	11	18
20	20	19	19	20	17	18	16	15	17	13	12	12	20
22	21	20	–	21	18	19	17	16	18	14	13	13	22
24	22	21	–	21	19	20	18	17	19	14	13	13	24
26	23	21	–	22	19	21	20	18	20	15	14	14	26
28	23	–	–	23	20	22	21	19	20	16	15	15	28
30	24	–	–	24	21	–	22	20	21	17	15	16	30

met de bastdikte rekening zou willen houden, zou men van een indeeling in leeftijdsklassen of in boomklassen en boniteiten gebruik moeten maken.

d. Het verband tusschen den omtrek en den stamvlakdiameter. Reeds eerder is uiteengezet (WOLFF VON WÜLFING-1931; hoofdstuk I, § 2 van deze verhandeling), waarom voor de practijk op Java omtrekmeting aanbevolen moet worden. Aangezien echter bij de opstellingswerkzaamheden uitsluitend van stamvlakdiameters gebruik is gemaakt, moet, om omtrekken in de tafels te kunnen invoeren, het verband tusschen laatstgenoemd kenmerk en den stamvlakdiameter worden vastgelegd.

Het bleek doelmatig te zijn bij dit onderzoek als volgt te werk te gaan. In stede van den omtrek werd gebruik gemaakt van den omtrekdiameter ($_od$) — dat is dus de omtrek gedeeld door π. Vervolgens werden de verschillen tusschen de omtrek- en de stamvlakdiameters ($_gd$) berekend en op de omtrekdiameters vereffend.

Op grond van deze vereffening zijn vervolgens tabellen opgesteld, waarin voor elken omtrekdiameter de gemiddelde correctie — dat is dus het gemiddelde verschil — is aangegeven, welke op $_od$ moet worden toegepast om $_gd$ te verkrijgen.

Het is algemeen bekend, dat $_od$ grooter is dan $_gd$, omdat de vorm van de stamdoorsnede steeds min of meer afwijkt van dien van den cirkel. Bij den djati is dit verschil tusschen beide kenmerken in hoofdzaak een gevolg van de aanwezigheid van gleuven en groeven; de grootte ervan is afhankelijk

van den diameter en — voornamelijk voor den onderstam — van de ligging van het stamvlak, waaraan de waarnemingen zijn gedaan [72].

In welke mate dicht bij den stamvoet een klein verschil in de ligging van het te onderzoeken stamvlak invloed heeft op het aantal en de grootte der gleuven, toont wel een tabel voor de gemiddelde gleuvenprocenten van de stamvlakken op 1.30 en 1.50 m boven den grond, door BEEKMAN (1915) op blz. 33 gegeven. Deze tabel is hier overgenomen (tabel no. XX).

Tabel no. XX. [*Table no. XX.*]

Gleuvenprocent ten opzichte van het juiste stamvlak.

[*Flutes in percent of true stem area.*]

Dikteklasse (*Diameter class*) cm 1	Aantal boomen (*Number of trees*) 2	Gleuvenprocent voor stamvlakken op een hoogte van (*Percentage of flutes for stem areas at the height of*) 1.30 m 3	1.50 m 4	Verschil tusschen de kolommen 3 en 4 (*Difference between the columns 3 and 4*) 6
5.1–10.0	47	–	–	–
10.1–15.0	198	–	–	–
15.1–20.0	76	.2	.1	.1
20.1–25.0	90	.2	.2	–
25.1–30.0	75	.6	.5	.1
30.1–35.0	50	1.4	1.2	.2
35.1–40.0	61	2.2	1.8	.4
40.1–45.0	67	3.3	2.8	.5
45.1–50.0	55	3.4	2.8	.6
50.1–55.0	45	5.7	4.8	.9
55.1–60.0	20	6.7	6.0	.7
60.1–65.0	7	12.7	11.3	1.4
65.1–70.0	4	9.3	9.0	.3
70.1–75.0	2	21.9	17.5	4.4

Het verloop der correctiecijfers voor den omtrekdiameter vertoont een overeenkomstig beeld, natuurlijk echter niet zoo sprekend als dat van de gleuvenpercentages. Voor het onderzoek werden de stamvlakken der 1432 modelboomen (zie tabel no. IV), waarbij ook omtrekmetingen plaats hadden, tot op 4 m boven den grond volgens hunne ligging ingedeeld in klassen van 1 m. Van 4–10 m hoogteligging geschiedde deze indeeling in 2 m-klassen, terwijl de stamvlakken boven 10 m hoogte tot één groep werden samengevoegd [73].

Voor elke hoogteklasse werd het materiaal weer onderverdeeld in omtrekklassen van 10 cm. Voor elke omtrekklasse werden de gemiddelde hoogte, omtrekdiameter, stamvlakdiameter en correctie berekend.

Ten einde van het verloop der correctie een indruk te geven, is in tabel

Voorbeeld. *[Example.]*

Tabel no. XXI. [*Table no. XXI.*]

Verschil tusschen omtrek- ($_od$) en stamvlakdiameter ($_gd$) op 0.01–1.00, 1.01–2.00 en 6.01–8.00 m hoogte boven den grond.

[Difference between girth diameter ($_od$) and stem-area diameter ($_gd$) at the heights of 0.01–1.00, 1.01–2.00 and 6.01–8.00 m above the ground.]

Omtrek-klasse *Girth class)* cm 1	0.01–1.00 m boven den grond *(above the ground)*				1.01–2.00 m boven den grond *(above the ground)*				6.01–8.00 m boven den grond *(above the ground)*				Omtrek-klasse *(Girth class)* cm 14
	Aantal waarnemingen *(Number of observations)* 2	Gemiddelde *(Mean)* $_od$ cm 3	Gemiddelde *(Mean)* $_gd$ cm 4	$_od-_gd$ cm 5	Aantal waarnemingen *(Number of observations)* 6	Gemiddelde *(Mean)* $_od$ cm 7	Gemiddelde *(Mean)* $_gd$ cm 8	$_od-_gd$ cm 9	Aantal waarnemingen *(Number of observations)* 10	Gemiddelde *(Mean)* $_od$ cm 11	Gemiddelde *(Mean)* $_gd$ cm 12	$_od-_gd$ cm 13	
20.1– 30.0	55	8.46	8.42	.04	162	8.35	8.35	.00	262	8.22	8.18	.04	20.1– 30.0
30.1– 40.0	153	11.28	11.17	.11	258	11.74	11.26	.48	396	11.85	11.80	.05	30.1– 40.0
40.1– 50.0	266	14.41	14.22	.19	396	14.51	14.35	.16	644	14.31	14.11	.20	40.1– 50.0
50.1– 60.0	380	17.55	17.29	.26	496	17.57	17.35	.22	541	17.46	17.28	.18	50.1– 60.0
60.1– 70.0	366	20.65	20.20	.45	522	20.69	20.40	.29	410	20.64	20.35	.29	60.1– 70.0
70.1– 80.0	242	23.82	23.18	.64	462	23.89	23.46	.43	300	23.82	23.43	.39	70.1– 80.0
80.1– 90.0	165	27.01	26.24	.77	348	26.93	26.60	.33	226	26.94	26.52	.42	80.1– 90.0
90.1–100.0	114	30.22	29.20	1.02	249	30.15	29.47	.68	133	30.07	29.60	.47	90.1–100.0
100.1–110.0	76	33.31	32.06	1.25	149	33.40	32.78	.62	46	33.46	32.83	.63	100.1–110.0
110.1–120.0	56	36.48	34.83	1.65	112	36.51	35.73	.78	51	36.57	35.83	.74	110.1–120.0
120.1–130.0	36	39.79	38.08	1.71	77	39.64	38.38	1.26	44	39.86	38.91	.95	120.1–130.0
130.1–140.0	25	42.31	39.90	2.41	42	42.68	41.30	1.38	52	42.83	41.55	1.28	130.1–140.0
140.1–150.0	20	46.16	42.24	3.92	57	46.35	44.23	2.12	31	46.17	44.82	1.35	140.1–150.0
150.1–160.0	24	49.47	45.45	4.02	49	49.49	47.70	1.79	16	49.17	47.54	1.63	150.1–160.0
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

no. XXI voor de hoogteliggingsklassen 0.01–1.00, 1.01–2.00 en 6.01–8.00 m een gedeelte der onvereffende cijfers weergegeven. De gemiddelde hoogten van deze hoogteliggingsklassen zijn respectievelijk 0.70, 1.44 en 6.44 m.

Evenals bij de gleuvenpercentages blijkt de correctie zeer duidelijk afhankelijk te zijn van den omtrek (of den diameter), en wel in dien zin, dat de correctie met toenemenden omtrek snel toeneemt (zie de kolommen 5, 9 en 13).

Vergelijkt men voor bepaalde omtrekklassen de correcties van de verschillende hoogteliggingsklassen onderling, dan bemerkt men, dat de cijfers voor de hoogteliggingsklasse 0.01–1.00 m — op één uitzondering na — steeds grooter zijn dan die van de hoogteliggingsklasse 1.01–2.00 m, doch dat tusschen laatstgenoemde cijfers en die der hoogteliggingsklasse 6.01–8.00 m een dergelijk sprekend verschil niet geconstateerd kan worden.

Het blijkt dus, dat slechts dicht bij den stamvoet de hoogteligging duidelijk en scherp haar invloed doet gelden; boven circa 2.0 m hoogte behoeft men voor niet al te groote diameters met betrekking tot de correctie niet zoo angstvallig met de ligging van het stamvlak rekening te houden. Om een voorbeeld te noemen; voor omtrekdiameters van 50 cm, gelegen op respectievelijk 3.0 en 3.5 m boven den grond, is de correctie practisch even groot. Een dergelijke speling bestaat echter onder 2.0 m hoogte niet.

De grafische vereffening der cijfers geschiedde op overeenkomstige wijze als bij den kroonfactor. Eerst werden, voor elke hoogteliggingsklasse afzonderlijk, de gemiddelde correcties van de omtrekklassen uitgezet op de gemiddelde omtrekdiameters van genoemde klassen en de zoo verkregen punten door een kromme vereffend.

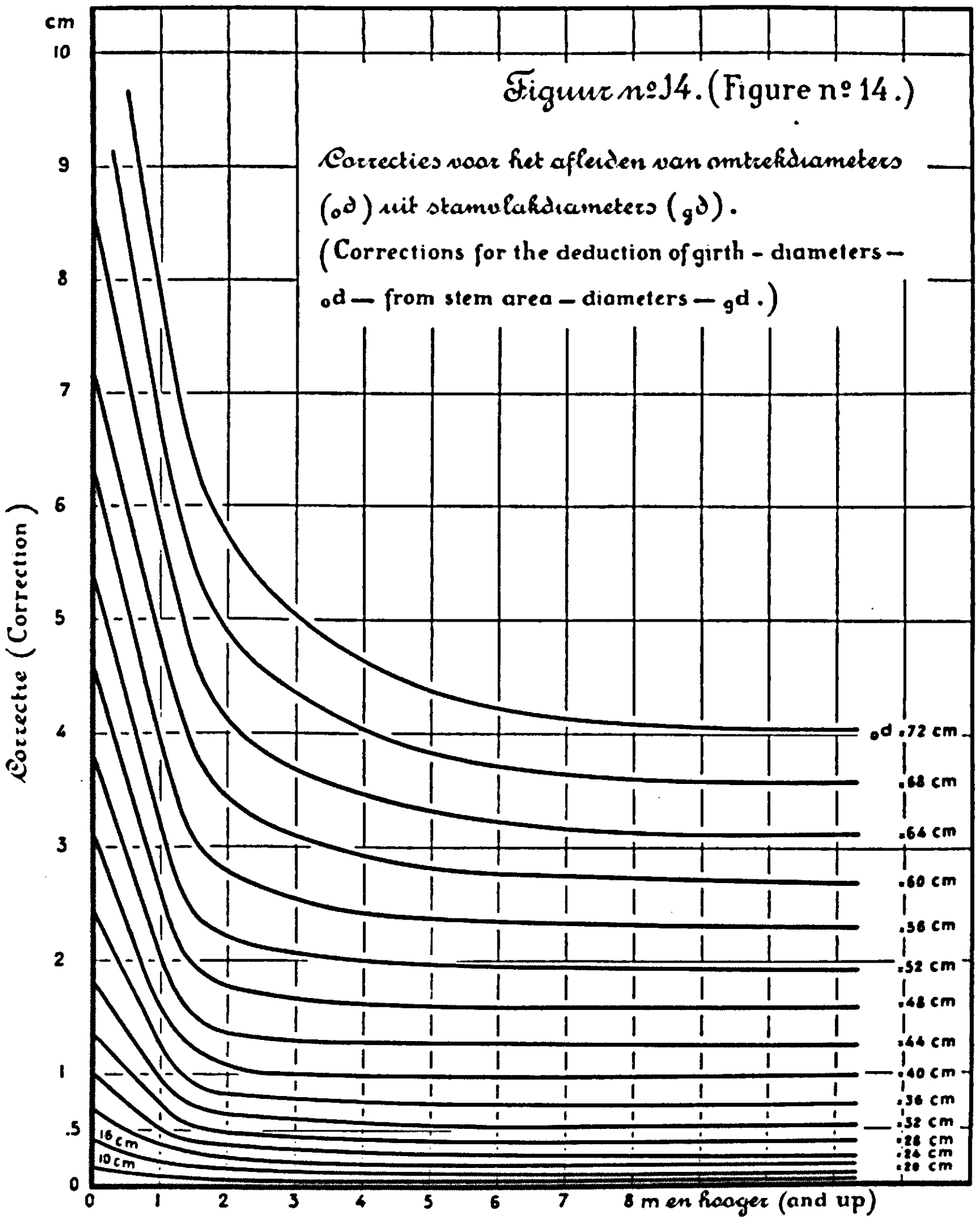
Op deze krommen zijn vervolgens bij de omtrekdiameters 10, 16, 20, 24, 28, 30, 32, 34, 36 cm, enz. de correcties voor de verschillende hoogteliggingsklassen afgelezen. Deze correcties werden op een tweede grafiek, afzonderlijk voor elk der boven aangegeven omtrekdiameters, op de gemiddelde hoogten der hoogteliggingsklassen uitgezet, waarna weer vereffenende krommen werden getrokken. Een beeld van deze krommen vindt men in figuur no. 14 [74].

Elke kromme in deze grafiek heeft dus betrekking op den omtrekdiameter, welke er bijgeschreven staat. Het verloop van deze krommen illustreert hetgeen hierboven over de correctie gezegd is. Van den stamvoet af tot circa 2 m hoogteligging vermindert voor elken diameter de correctie zeer sterk met toenemende hoogte. Boven laatstgenoemde hoogte is deze afname gering, met name voor niet al te groote diameters.

Op de krommen in figuur no. 14 zijn, ten behoeve van de opstelling der boom- en stamtafel, aflezingen gedaan voor de hoogteliggingen, welke daarvoor in aanmerking kwamen. In de eerste plaats zijn dat de hoogte-

liggingen, waarvoor in de tafels de omtrekken als hoofdingang (1.30 m) en bij-ingangen (1.50 ,1.70 en 5.0 m) vermeld zijn.

De afgelezen correcties werden vervolgens, voor elke hoogteligging af-



zonderlijk, op de omtrekdiameters in een grafiek uitgezet en met behulp van krommen nog een weinig navereffend. De aflezingen van deze eindgrafiek vindt men in de tabellen nos. 7a en b.

Dat de omtrek op 1.30 m hoogte als één der hoofdingangen gekozen is, geschiedde ten einde overeenstemming te verkrijgen met de gegevens der

opstandstafels voor djatiplantsoenen, waarin ook steeds de diameter, het stamvlak, enz. voor borsthoogte vermeld zijn.

Het blijkt uit het voorgaande echter voldoende, dat deze hoogte bij omtrekmeting met automatische correctie voor gleuven niet de beste is, want men bevindt zich dan nagenoeg in het midden van het gebied, waar de stamdoorsnede in verhoogde mate onregelmatigheden bezit, welke toegeschreven moeten worden aan de wijze, waarop de stam door middel der wortels in den grond verankerd is. In sommige opstanden zal de toegepaste gemiddelde correctie, ten gevolge van het optreden van bijzonder veel of (en) diepe gleuven, te klein zijn, zoodat bij omtrekmeting op borsthoogte te hooge taxatie-uitkomsten verkregen worden. Dit gevaar bestaat vooral in opslagculturen en in opstanden, welke vroeger onvoldoende verpleegd zijn (bijv. verscheidene blandongbosschen).

In dergelijke gevallen is het zaak genoemde fout geringer te maken door hooger te meten. In verband hiermede zijn ook de omtrekken op 1.50 en 1.70 m hoogte in de tafels vermeld. De omtrek op 5.0 m hoogte is voor de practijk van weinig waarde; deze omtrek is in hoofdzaak gegeven voor onderzoekingen van het proefstation, waarbij het gebruik van een laddertje geen bezwaar is.

Op dezelfde wijze als boven is beschreven, zijn ook de correcties bepaald voor de in de boomtafel aangegeven kroonaanzethoogten, de stronkhoogten en voor de hoogten, welke, van de stronkhoogte af, telkens met 2 m omhoogspringen (zie tabel no. 2).

Als normale stronkhoogte is 1% van de boomhoogte gekomen; de absolute stronkhoogte is dus veranderlijk met de boomhoogte en ligt bovendien steeds in het gebied, dat door den wortelaanzet beïnvloed wordt, zoodat het noodzakelijk was voor elke boomhoogte, in de tafel vermeld, een afzonderlijk tabelletje voor de correctie samen te stellen [75].

Voor de correcties op 2, 4, 6 m, enz. boven de stronkhoogte kon practisch worden volstaan met één tabel (zie tabel no. 7b) [76]. Het bleek hierbij onnoodig te zijn hooger te gaan dan 8.0 m, omdat daarboven de correctie nagenoeg onafhankelijk van de hoogte is.

In § 2 van het vorige hoofdstuk werden de kenmerken voor een tafelonderzoek in twee groepen verdeeld, namelijk de kenmerken, welke bij de opstelling en die welke bij de inrichting van de tafel zijn gebezigd. Men kan zeggen, dat het streven van vele onderzoekers om de gebezigde kenmerken zooveel mogelijk tot beide groepen te doen behooren, er vaak toe heeft geleid ten opzichte van de stamvormkenmerken een minder juist standpunt in te nemen.

Een der hoofdkenmerken voor de schatting, welke steeds in een tafel

voorkomt, is bijv. de diameter of omtrek op een bepaalde, absolute hoogte boven den grond (borsthoogte of een andere, geschikte hoogte). Wenscht men dit kenmerk reeds bij het stamvormonderzoek een voorname rol te doen spelen, dan leidt dit ertoe met onechte of absolute vormquotiënten te werken. Verder zijn dan de onechte of absolute vormgetallen, waartoe men vanzelf bij gebruik van dergelijke vormquotiënten komt, kenmerken, welke direct of na een eenvoudige correctie [77] in een tafel geplaatst kunnen worden.

Hoewel het, voor zoover schrijver dezes bekend is, nooit duidelijk gezegd is, mag men wel aannemen, dat het doel van zulk een werkwijze arbeidsbesparing is geweest. Wanneer echter kennis wordt genomen van de verschillende werkzaamheden, welke bij dergelijke stamvormonderzoekingen verricht moesten worden (bijv. diverse stamtafelpublicaties van SCHIFFEL), dan kan niet gezegd worden, dat de mate, waarin genoemd doel werd bereikt, zoo'n opoffering waard was.

Baseert men daarentegen het onderzoek op een juiste stamvormbeoordeeling, dan is het voor vele kenmerken niet mogelijk ze in beide groepen onder te brengen. Zoo komen verscheidene kenmerken, welke in dit hoofdstuk zijn behandeld, zooals de slankheidsfactor, de kroonfactor, de echte vormklassen en vormgetallen, enz. in de djatitafels nos. 1 en 2 niet voor; ze hebben dus uitsluitend als opstellingskenmerken gediend. Aan den anderen kant komen in de tafels kenmerken voor, zooals bijv. de diameters op 1.30 en 1.50 m hoogte, welke bij het opstellingsonderzoek nagenoeg geen rol hebben gespeeld. Uit het volgende hoofdstuk moge blijken, dat des ondanks de inrichting der tafels op eenvoudige en vlotte wijze heeft kunnen plaats hebben.

Het voorstel van sommige onderzoekers om bij de volumeschatting den diameter op een bepaalde procentische hoogte te meten (bijv. HOHENADL-1932), zal — terecht! — op een groot verzet van de practijk stuiten. Bovendien heeft de keuze van zoo'n diameter weinig zin, wanneer het er niet om te doen is door bepaling van verschillende van zulke diameters den individueelen stamvorm vast te leggen [78].

HOOFDSTUK III.

DE INRICHTING EN CONTRÔLE DER TAFELS.

§ 1. De inrichting der algemeene tafels.

Alvorens de inrichting der algemeene tafels te bespreken, is het gewenscht op enkele, in het vorige hoofdstuk besproken punten ten aanzien van den stamvorm en de verwerking der stamvormgegevens de aandacht te vestigen.

Uit de vergelijkingen (1), (2) en (10) volgt, dat de stamvorm geheel bepaald is, wanneer twee der drie parameters a, b en c of twee vormquotiënten bekend zijn; voor het vastleggen van den stamvorm heeft men derhalve twee graden van vrijheid.

Het verband, dat tusschen de parameters en de twee gekozen vormquotiënten, namelijk de vormklasse $(y_{1/20}, y_{1/2})$, bestaat, is in de vergelijkingen (10) aangegeven; één van laatstgenoemde drie vergelijkingen, bijv. die voor c, is overbodig, zoodat zij buiten beschouwing gelaten kan worden. Verder hebben de elementen van den determinant D en zijne minoren, welke in de vergelijkingen (10) voorkomen, betrekking op de gekozen ligging der diameters, waaruit de vormquotiënten zijn bepaald. De waarden voor D en zijne minoren zijn derhalve voor alle beschouwde stamvormen onveranderlijk, zoodat de vergelijkingen voor a en b kortheidshalve geschreven kunnen worden:

$$\left.\begin{aligned} a &= p_1 y_{1/20} + q_1 y_{1/2} + r_1 \\ b &= p_2 y_{1/20} + q_2 y_{1/2} + r_2 \end{aligned}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(I)}$$

(p_1, q_1, r_1, p_2, q_2 en r_2 zijn constanten).

Schrijft men voor den determinant van het stelsel (I):

$$\Delta = \begin{vmatrix} p_1 & q_1 \\ p_2 & q_2 \end{vmatrix},$$

dan vindt men voor de vormquotiënten $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$:

$$\left.\begin{aligned} y_{1/20} &= \frac{(a-r_1)q_2-(b-r_2)q_1}{\Delta} = \frac{q_2}{\Delta}a - \frac{q_1}{\Delta}b + \frac{r_2q_1-r_1q_2}{\Delta} = P_1a+Q_1b+R_1 \\ y_{1/2} &= \frac{(b-r_2)p_1-(a-r_1)p_2}{\Delta} = -\frac{p_2}{\Delta}a + \frac{p_1}{\Delta}b + \frac{r_1p_2-r_2p_1}{\Delta} = P_2a+Q_2b+R_2 \end{aligned}\right\}, \text{(II)}$$

$$\left(P_1 = \frac{q_2}{\Delta}, Q_1 = -\frac{q_1}{\Delta}, \text{ enz.}\right).$$

Bij de verwerking der stamvormgegevens voor de opstelling van een algemeene tafel moet men, ten behoeve van de practijk, er steeds op uit zijn het aantal diameterbepalingen per boom tot op één te verminderen. Om dit te bereiken, moeten de vormquotiënten $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ in (I), of a en b in (II), vervangen worden door boomkenmerken, welke gemakkelijk te meten zijn.

Wanneer de gekozen stamvormvergelijking (1) bevredigend voldoet, is het uitgesloten, dat door genoemde substitutie het aantal graden van vrijheid voor het vastleggen van den stamvorm grooter kan worden. A priori zou men mogen verwachten, dat daarbij twee graden van vrijheid of wel: twee graden van onbepaaldheid behouden bleven. Dit komt hierop neer, dat $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$, of a en b, uitgedrukt kunnen worden als functies van twee andere boomkenmerken. In mathematischen zin is het volkomen gelijkwaardig, of daarbij de weg via $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ (I), of via a en b (II) gekozen wordt. In het vorige hoofdstuk (§ 5) is er echter op gewezen, dat, wanneer men deze substitutie uitvoert door middel van vereffeningen van waarnemingsgegevens in diagrammen, de eerstgenoemde weg minder geschikt is, omdat het werk dan minder overzichtelijk plaats heeft en bovendien in zoo'n geval de basisdiameter $d_{1/4}$ ten opzichte van $d_{1/20}$ en $d_{1/2}$ een bevoorrechte plaats inneemt.

Bij den djati is het echter bij de besproken substitutie mogelijk gebleken één graad van vrijheid (onbepaaldheid) kwijt te raken, hetgeen het opstellingswerk vereenvoudigd heeft. Dit moet toegeschreven worden aan de omstandigheid, dat deze houtsoort als het ware van het geheele gebied der theoretisch mogelijk stamvormen (∞^2 in aantal) slechts een gedeelte (∞^1 in aantal) met voorliefde betreedt.

Op deze voorkeur, welke niet alleen bij den djati, doch ook bij andere houtsoorten schijnt te bestaan, is reeds eerder de aandacht gevestigd (hoofdstuk I, § 1; hoofdstuk II, § 5). Immers de opmetingsmethoden van PETTERSON (1926), JONSON (1928), MACDONALD (1931), enz., waarbij op grond van diameterbepalingen aan den onderstam de vorm van den bovenstam geschat wordt, steunen daar min of meer op. Want indien met een bepaalden vorm van den onderstam niet een bepaalde vorm van den bovenstam bij voorkeur gepaard ging, zouden genoemde methoden geen zin hebben.

Voor den djati werd een aanwijzing in deze richting door het correlatieonderzoek verkregen (tabel no. XVI, groepen g en h). Voor het materiaal van het stamtafelonderzoek is de correlatie-coëfficiënt $y_{1/20}/y_{1/2}$, wanneer men met zijn middelbare fout rekening houdt, essentieel; hetzelfde geldt ook voor de correlatiecijfers der perken nos. 102 en 104, welke een voldoend aantal boomen bevatten. Uit het negatieve teeken van genoemde coëffi-

ciënten volgt, dat een volhoutig benedenstamstuk in het algemeen gepaard gaat met een volhoutig bovenstamstuk.

Zooals reeds eerder werd medegedeeld (hoofdstuk II, § 5), is het zaak dit onderzoek voor afzonderlijke opstanden voort te zetten. Men schakelt daardoor den hinderlijken invloed van de vermenging van cijfermateriaal, zooals bij het stamtafelonderzoek heeft plaats gevonden, uit. Verder kan dan door rekening te houden met eventueel optredende scheefheid in de correlatie (bijv. met behulp van de methode VAN UVEN) het verband nog scherper worden vastgelegd.

In het, langs statistischen weg verkregen cijfer voor den correlatiecoëfficiënt mag men min of meer een afspiegeling zien van een mathematisch verband, dat tusschen $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ bestaat. Voor laatstgenoemd verband zou geschreven kunnen worden:

$$y_{1/2} = \varphi(y_{1/20}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(III)}$$

Substitueert men deze uitdrukking voor $y_{1/2}$ volgens (III) in de tweede vergelijking van (II), en vervangt men daarna $y_{1/20}$ door $P_1a + Q_1b + R_1$ — zie de eerste vergelijking van (II) —, dan blijkt het mogelijk te zijn bijv. b als functie van a te schrijven:

$$b = \Phi(a) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(IV)}$$

Wanneer men in gedachte houdt, dat $c=1-a-b$ (vergelijking 2), dan blijkt, door substitutie van de uitdrukking voor b volgens (IV) in de stamvormvergelijking (1), laatstgenoemde vergelijking zoodanig geschreven te kunnen worden, dat zij slechts den parameter a bevat. Men ziet derhalve, dat het optreden van vergelijking (III) het verlies van één graad van vrijheid (onbepaaldheid) bij de vastlegging van den stamvorm tot gevolg heeft.

In dit stadium is de weg geopend door invoering van één boomkenmerk het aantal diameterbepalingen tot op één te verminderen (Dat één kenmerk thans voldoende is, volgt uit de vergelijkingen III of IV. Indien men bijv. twee kenmerken invoerde, zou direct blijken, dat een der kenmerken als functie van het andere geschreven kan worden en derhalve overbodig is.). Als daarvoor geschikt kenmerk werd de slankheidsfactor s gekozen.

Volgens den eersten weg (figuur no. 9) zijn $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ vereffend op s, met andere woorden $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ zijn met behulp van diagrammen uitgedrukt als functies van s, zoodat geschreven kan worden:

$$y_{1/20} = \psi(s),\ y_{1/2} = \Psi(s) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(V)}$$

Volgens den tweeden weg (figuur no. 10) zijn a en b vereffend op s, en heeft men:

$$a = \omega(s),\ b = \Omega(s) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(VI)}$$

Substitueert men de uitdrukkingen voor $y_{I\,20}$ en $y_{I\,2}$ volgens (V) in (I), of die voor a en b volgens (VI) in (II), dan blijkt, dat door één waarde voor s zoowel a en b als $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ bepaald zijn.

Ten slotte moet nog worden opgemerkt, dat, wanneer bij de opstelling van een tafel van één, voor alle boomen geldenden, gemiddelden stamvorm wordt uitgegaan — hetgeen vaak heeft plaats gehad (hoofdstuk I, § 5) —, alle graden van vrijheid of onbepaaldheid bij de vastlegging van den stamvorm verloren zijn gegaan, zoodat geen vervanging door boomkenmerken noodig is.

Er zijn twee tafels vervaardigd; de eene bevat volumegegevens (met bast) van den geheelen boom en gedeelten ervan — de boomtafel —, de andere verstrekt slechts gegevens van den stam zonder bast — de stamtafel. Aangezien de inrichtingswerkzaamheden van beide tafels voor een belangrijk deel samenvallen, zullen deze tafels gezamenlijk besproken worden.

In de eerste plaats was het noodig de grenzen vast te stellen voor de boomafmetingen, waarvoor de tafels gegevens moeten verstrekken. Dit geschiedde door de boomkaarten volgens de boomhoogte (h) in 2 m-klassen te groepeeren en voor elke klasse den hoogsten en laagsten slankheidsfactor (s), welke daarin voorkwamen, te noteeren.

Men verkrijgt een overzichtelijk beeld door op de middelpunten der hoogteklassen bovengenoemde maximale en minimale waarden van den slankheidsfactor in een grafiek uit te zetten en vervolgens — aan den ruimen kant — lijnen te trekken, welke ongeveer de boven- en ondergrens voor de tafelberekeningen moeten aangeven.

Besloten werd h van 5 tot 45 m in volle meters in de tafels te vermelden. Zooals reeds eerder is medegedeeld, zijn de cijfers boven $h = 40$ m hoofdzakelijk gebaseerd op extrapolatie.

Op bovengenoemde grafiek werden vervolgens bij de boomhoogten in meters de hoogste en laagste s-waarden op de lijnen afgelezen (afgerond tot op 0.1). Zoo werd bijv. gevonden:

bij $h = 10$ m s 0.4–1.2,
„ $h = 15$ m s 0.4–1.4,
„ $h = 20$ m s 0.4–1.5,
„ $h = 25$ m s 0.4–1.6,
„ $h = 30$ m s 0.5–1.6,
„ $h = 35$ m s 0.5–1.8,
„ $h = 40$ m s 0.5–1.9.

De volgende stap bestond hierin, dat voor elke gekozen hoogte een, binnen het aangegeven gebied liggende, overigens geheel willekeurige reeks

s-waarden werd gekozen. Besloten werd om voor elke hoogte s-waarden te kiezen, welke van de ondergrens af telkens met 0.05 opklimmen.

In de sleuteltabel no. 3a vindt men de bij een s-waarde behoorende gemiddelde vormklasse ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$), in tabel no. VI (hoofdstuk II) de bij een vormklasse behoorende parameterwaarden a, b en c, in tabel no. IX (hoofdstuk II) de waarden voor $x_{1.3}$, $x_{1.3}^2$ en $x_{1.3}^3$ om het vormquotiënt $y_{1.3}$ te berekenen, zoodat daarmede alle gegevens voorhanden zijn om voor de gekozen s-waarden bij een bepaalde boomhoogte de stamvlakdiameters op borsthoogte ($_g d_{1.3}$) te calculeeren, welke bij de, uit de s-waarden afgeleide stamvlakdiameters op $^1/_4$ der boomhoogte ($_g d_{1/4}$) behooren.

Ten einde de gedachten te bepalen, moge als voorbeeld $s = 1.1$ voor $h = 35$ m gekozen worden. Aangezien volgens de gegeven definitie (hoofdstuk II, § 4) $s = \frac{_g d_{1/4}}{h} \times 100$, is $s \times h = {}_g d_{1/4}$ in cm.

Voor het voorbeeld wordt het dus:

$$_g d_{1\,4} = 1.1 \times 35 = 38.5 \text{ cm.}$$

Volgens tabel no. 3a is voor $s = 1.1$ de vormklasse $y_{1/20} = 1.24$, $y_{1/2} = 0.82$. De parameters van de stamvormvergelijking zijn voor deze vormklasse (tabel no. VI) $a = 2.3690$, $b = -2.3874$ en $c = 1.0184$. Volgens tabel no. IX heeft men voor $h = 35$ m, $x_{1.3} = 1.2838$, $x_{1.3}^2 = 1.6482$ en $x_{1.3}^3 = 2.1159$.

Verder is volgens vergelijking (1) in hoofdstuk II:

$$y_{1.3} = ax_{1.3} + bx_{1.3}^2 + cx_{1.3}^3.$$

In het besproken geval heeft men dan:

$y_{1.3} = 2.3690 \times 1.2838 - 2.3874 \times 1.6482 + 1.0184 \times 211.59 = 1.2612.$

De stamvlakdiameter op borsthoogte is:

$$_g d_{1.3} = y_{1.3} \times {}_g d_{1/4} = 1.2612 \times 38{,}5 = 48.56 \text{ cm.}$$

Het spreekt vanzelf, dat het aanbeveling verdient eerst voor elke boomhoogte de benoodigde waarden uit de hulptabellen in een staatje te noteeren, waarna het automatische machinewerk aan rekenaars overgelaten kan worden. Bijgaande tabel no. XXII geeft voor $h = 35$ m een gedeelte van genoemd staatje weer.

Met betrekking tot de te geven waarden van het tweede hoofdkenmerk, den omtrek op borsthoogte, werd besloten, dat deze in de boomtafel met 5 cm en in de stamtafel met 10 cm op de volgende wijzen zouden opklimmen:

in de boomtafel 5, 10, 15, 20, 25 cm, enz.,

in de stamtafel 5, 15, 25, 35 cm, enz.

Wanneer de omtrek op borsthoogte ($o_{1.3}$) gegeven is, kan met behulp

van een tabel, welke in verschillende houtmeetkundige werken voorkomt, of door berekening, de erbij behoorende omtrekdiameter (${}_od_{1.3}$) worden gevonden. Door toepassing van de correctie volgens tabel no. 7a kan vervolgens uit ${}_od_{1.3}$ de erbij behoorende, gemiddelde stamvlakdiameter (${}_gd_{1.3}$) worden afgeleid.

Bijv. met $o_{1.3} = 175$ cm correspondeert ${}_od_{1.3} = 55.7$ cm. De gemiddelde correctie hiervoor is 3.2 cm, zoodat met ${}_od_{1.3} = 55.7$ cm overeenstemt ${}_gd_{1.3} = 55.7 - 3.2 = 52.5$ cm.

Nadat uit de gewenschte $o_{1.3}$ de ${}_gd_{1.3}$ zijn afgeleid, zijn de, met laatstgenoemd kenmerk correspondeerende slankheidsfactoren door interpolatie te vinden, voor $h = 35$ m bijv. met behulp van de gegevens in tabel no. XXII.

Op eenvoudige wijze kunnen deze interpolaties gedaan worden door gebruik te maken van een grafiek, op voldoend groote schaal geteekend. Men

Voorbeeld. [*Example.*]

Tabel no. XXII. [*Table no. XXII.*]

Berekening van de stamvlakdiameters op $^1/_4$ der boomhoogte (${}_gd_{1/4}$) en op 1.30 m hoogte (${}_gd_{1.3}$), behoorende bij gegeven waarden van den slankheidsfactor (*s*).

Boomhoogte (*h*) 35 m; $x_{1.3} = 1.2838$, $x_{1.3}^2 = 1.6482$, $x_{1.3}^3 = 2.1159$.

[*Computation of the basal-area diameters at $^1/_4$ of the height of the tree (${}_gd_{1/4}$) and at the height of 1.3 m above the ground (${}_gd_{1.3}$), belonging to given values of the factor of slenderness (s).*]

[*Height of tree (h) 35 m; $x_{1.3} = 1.2838$, $x_{1.3}^2 = 1.6482$, $x_{1.3}^3 = 2.1159$.*]

s	${}_gd_{1/4}$ cm	*a* +	*b* −	*c* +	$y_{1.3}$	${}_gd_{1.3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.85	29.75	2.4018	2.4696	1.0678	1.2724	37.85
.90	31.50	,,	,,	,,	,,	40.08
.95	33.25	2.3690	2.3874	1.0184	1.2612	41.93
1.00	35.00	,,	,,	,,	,,	44.14
1.05	36.75	,,	,,	,,	,,	46.35
1.10	38.50	,,	,,	,,	,,	48.56
1.15	40.25	,,	,,	,,	,,	50.76
1.20	42.00	2.2740	2.2174	.9434	1.2608	52.95
1.25	43.75	,,	,,	,,	,,	55.16
1.30	45.50	,,	,,	,,	,,	57.37
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.

zet hiertoe de waarden voor ${}_gd_{1.3}$ uit op die voor s en trekt, afzonderlijk voor elke boomhoogte, door de verkregen punten vloeiende krommen. Voor $h = 35$ m bijv. worden dus uitgezet ${}_gd_{1.3} = 37.85$ cm op $s = 0.85$, ${}_gd_{1.3} = 40.08$ cm op $s = 0.90$, enz. (zie tabel no. XXII). Een beeld van deze interpolatiegrafiek geeft figuur no. 15 [1].

Terugkeerend tot het besproken geval, kan op de kromme voor $h =$ 35 m de bij ${}_gd_{1.3} = 52.5$ cm behoorende s-waarde afgelezen worden. Men vindt hiervoor $s = 1.190$. Uit tabel no. XXII, of anders uit tabel no. 3a en tabel no. VI blijkt, dat bij $s = 1.190$, $a = 2.2740$, $b = -2.2174$ en $c = 0.9434$ behooren.

Hiermede is de voorbereidende arbeid verricht, noodig voor de berekening der gegevens in de boom- en stamtafel, in het bijzonder voor $h =$ $= 35$ m, $o_{1.3} = 175$ cm.

Alvorens tot een bespreking van deze berekeningen over te gaan, wenscht schrijver dezes eerst op de volgende, zij het ook ondergeschikte kwestie te wijzen.

Men kan controleeren, of de waarden $h = 35$ m, ${}_gd_{1.3} = 52.5$ cm, $s = 1.190$, $a = 2.2740$, $b = -2.2174$ en $c = 0.9434$ bij elkaar passen en op deze wijze onderzoeken, of de interpolatie-grafiek no. 15 voldoend nauwkeurige aflezingen toelaat.

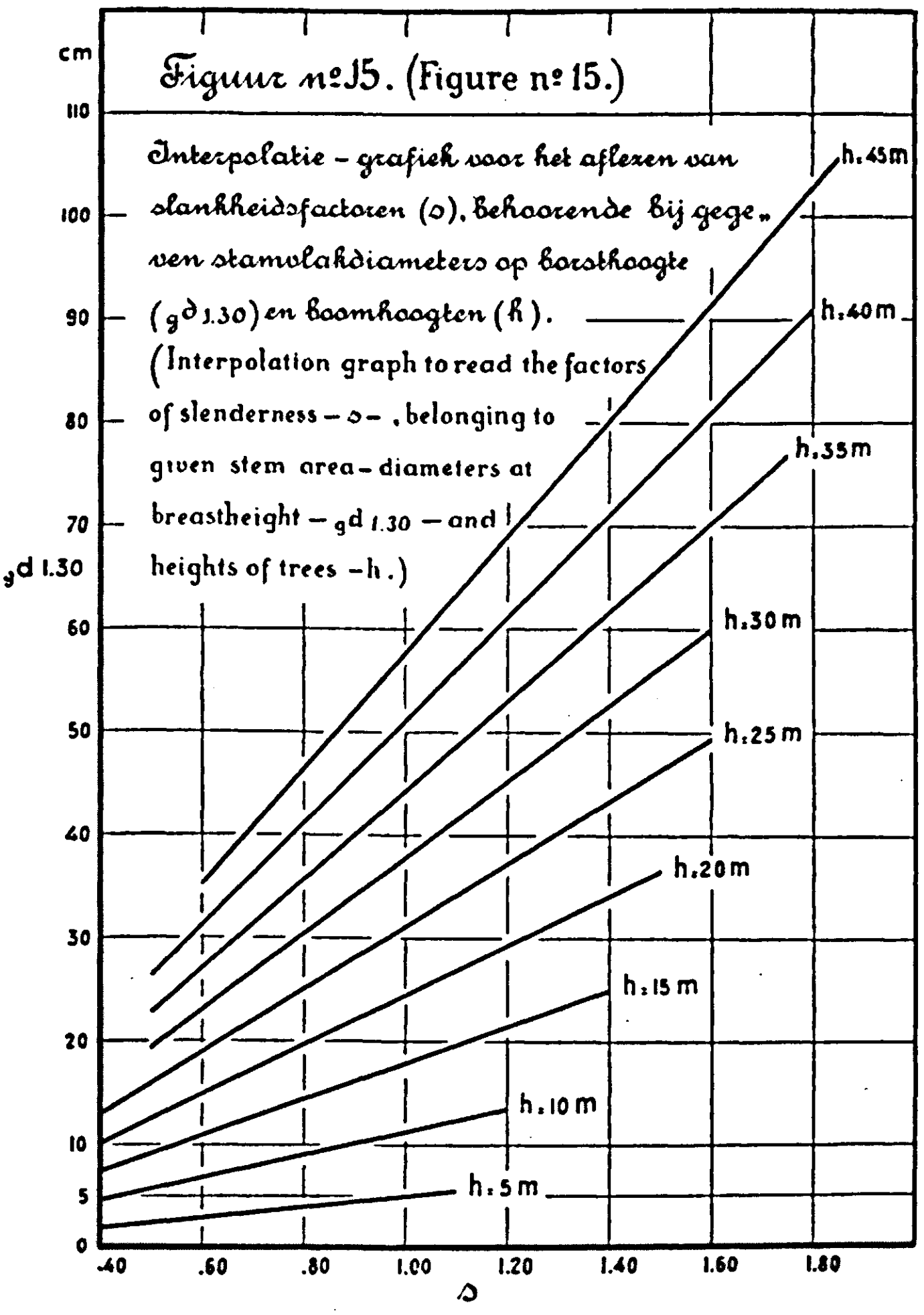
Voor $h = 35$ m en de vermelde waarden voor a, b en c vindt men namelijk op de reeds beschreven wijze $y_{1.3} = 1.2608$, terwijl ${}_gd_{1/4} = h \times s =$ $= 41.65$ cm. Bij gevolg is ${}_gd_{1.3} = 1.2608 \times 41.65 = 52.51$ cm, hetgeen met de waarde, waarvan bij de interpolatie is uitgegaan, overeenstemt, wanneer men tot op mm afrondt.

Wenscht men kleine onregelmatigheden in de tafelcijfers ten gevolge van afrondings- en teekenfoutjes bij de grafische interpolatie, welke overigens aan de waarde der tafels niet de minste afbreuk doen doch deze een minder „gesoigneerd" uiterlijk kunnen geven, zoo goed mogelijk weg te werken, dan is het zaak zorg te dragen, dat genoemde overeenstemming bij een afronding tot op 0.1 mm bestaat. Bij alle tafelberekeningen speelt namelijk ${}_gd_{1/4}$ een belangrijke rol.

Zoo'n overeenstemming kan worden bereikt door op grond van de verhouding tusschen beide waarden voor ${}_gd_{1.3}$, ${}_gd_{1/4}$ te corrigeeren. Bij het besproken voorbeeld vindt men voor deze verhouding $\frac{52.50}{52.51} = 0.9998$; de gecorrigeerde ${}_gd_{1/4}$ is dan $0.9998 \times 41.65 = 41.64$ cm. Deze correctie is hier uiterst gering; meestal was zij grooter, al bleef zij ook steeds onder 1 mm.

De tafelgegevens (tabellen nos. 1 en 2) zijn te verdeelen in dikte- (of omtrek-) en volumekenmerken.

a. Diktekenmerken. Behalve de omtrek en de stamvlakdiameter op borsthoogte zijn ook deze kenmerken voor hoogten van respectievelijk 1.5, 1.7 en 5.0 m in beide tafels gegeven. Zij werden op overeenkomstige wijze berekend als die voor borsthoogte, namelijk volgens den weg y, $_gd$, $_od$, o.



Ter vergemakkelijking van de calculaties der vormquotiënten $y_{1.5}$, $y_{1.7}$ enz. zijn, evenals bij 1.3 m hoogte het geval was (zie tabel no. IX), ook voor de andere hoogten eerst tabellen opgesteld, welke bij de boomhoogte de waarden voor x, x^2 en x^3 geven.

Ook voor de berekening der omtrekken en stamvlakdiameters bij de kroonaanzethoogte (gekozen op respectievelijk 40, 50, 60, 70 en 80% der boomhoogte; zie tabel no. 1) is dezelfde weg gevolgd. De benoodigde x-

waarden zijn in tabel no. VII gegeven; aangezien deze waarden steeds voor alle boomberekeningen gebezigd moeten worden, is het handig hiervan het volgende staatje te maken:

Procentische hoogte	x	x^2	x^3
40	0.8000	0.6400	0.5120
50	0.6667	0.4444	0.2963
60	0.5333	0.2844	0.1517
70	0.4000	0.1600	0.0640
80	0.2667	0.0711	0.0190

Zooals reeds eerder werd medegedeeld, bezit de stam nabij den kroonaanzet gewoonlijk een verdikking, zoodat de diameter daar grooter is dan volgens de stamkromme verwacht mag worden. Voor de timmerhoutopwerking heeft echter deze verdikking geen beteekenis.

Verder moge worden opgemerkt, dat in de tafels voor een bepaalde boomhoogte de opeenvolgende waarden voor $o_{1.5}$, $o_{1.7}$, $o_{5.0}$ evenals voor ${}_gd_{1.3}$, ${}_gd_{1.5}$, enz. natuurlijk niet met gelijke bedragen toe- of afnemen; slechts voor het hoofdkenmerk $o_{1.3}$ is zorg gedragen, dat de opeenvolgende waarden een rekenkundige reeks vormen.

Van de stronkhoogte (*strh*) af, welke normaal op 1% van de boomhoogte gesteld is, zijn in de stamtafel (no. 2), telkens met 2 m opklimmend tot ongeveer 80% van h (de hoogste kroonaanzethoogte in de boomtafel gegeven), voor den stam zonder bast de omtrekken (o') en de stamvlakdiameters (${}_gd'$) vermeld.

Voor het reeds aangehaalde voorbeeld $h = 35$ m, $o_{1.3} = 175$ cm is $strh = 0.35$ m, zoodat voor de hoogten boven den grond (l) 0.35, 2.35, 4.35, 6.35 m, enz. deze omtrekken en diameters gegeven worden.

Voor de berekening ervan moeten eerst voor genoemde absolute hoogten de procentische hoogten worden gecalculeerd, dus hier 1.0, 6.7, 12.4, 18.1%, enz. In tabel no. VII vindt men de bij deze procentische hoogten behoorende waarden voor x, x^2 en x^3, waarna met behulp van a, b en c $y_{1.0\%}$, $y_{6.7\%}$, enz. berekend kunnen worden. Aangezien genoemde x-waarden voor alle boomen van een bepaalde hoogte gebezigd moeten worden, verdient het aanbeveling daarvan een staatje samen te stellen.

Voor $l = 6.35$ m, correspondeerend met 18.1% van h, is $y_{18.1\%} = 1.0675$; ${}_gd_{18.1\%} = y_{18.1\%} \times {}_gd_{1/4} = 1.0675 \times 41.64 = 44.5$ cm. De dubbele bastdikte is voor dezen diameter (zie tabel no. 6) 2.3 cm; de diameter zonder bast ${}_gd'_{18.1\%}$ is dus $44.5 - 2.3 = 42.2$ cm.

Op grond van de correctietabel no. 7b correspondeert met ${}_gd'_{18.1\%} = 42.2$ cm, ${}_od'_{18.1\%} = 43.4$ cm; de omtrek zonder bast $o'_{18.1\%}$ is dus 136.3 cm.

b. Volumekenmerken. In de stamtafel zijn, van de als normaal aangenomen stronkhoogte van 0.01 *h* af, telkens met 2 m lengte opklimmend, de bastvrije volumina der stamstukken — $\Sigma(i'_2)$ — vermeld.

De berekening van deze inhouden geschiedde door gebruik te maken van de bastvrije stamvlakken aan onder- en boveneinde van elke sectie van 2 m, welke met behulp van de bekende tabellen van KUNZE afgeleid zijn uit de bastvrije stamvlakdiameters. Het volume van zoo'n sectie wordt voldoende nauwkeurig gevonden door het gemiddelde der eindvlakken te vermenigvuldigen met de lengte der sectie. Voor secties van 2 m komt dit neer op een optelling der eindvlakken. Op deze wijze kunnen de inhouden der stamstukken voor een bepaalden boom in de stamtafel door herhaalde sommeering met een optelmachine gevonden worden.

Ten einde het mogelijk te maken de volumina der stamstukken voor stronkhoogten, welke hooger of lager zijn dan 0.01 *h*, te corrigeeren, zijn de bastvrije inhouden der stamstukjes, gelegen tusschen respectievelijk 0.5–1.0% en 1.0–1.5% van *h*, berekend. De hiervoor benoodigde bastvrije stamvlakdiameters op 0.5 en 1.5% der boomhoogte zijn op dezelfde wijze gevonden als eerder reeds werd aangegeven. Deze inhouden zijn in de stamtafel voor elken boom bovenaan als plus- en min-correctie vermeld.

In de boomtafel zijn de volumina der stamstukken met bast, gelegen tusschen de normale stronkhoogte $strh = 0.01\,h$ en de aangegeven procentische kroonaanzethoogten, berekend met behulp der vormgetallen in de sleuteltabel no. 3b.

Voor den besproken boom met $h = 35$ m, $o_{1.3} = 175$ cm is ${}_g d_{1/4} = 41.64$ cm; de inhoud van een cylinder ter lengte van 35 m en met een diameter van 41.64 cm is:

$$0.4164^2 \times \pi \times 35 = 4.7663\ \text{m}^3.$$

Aangezien de vormklasse van dezen boom $y_{1/20} = 1.24$, $y_{1/2} = 0.81$ is, vindt men voor een kroonaanzethoogte van bijv. 60% van *h* in tabel no. 3b, dat het vormgetal van het stamstuk onder den kroonaanzet ($f_{1.0 \to 60.0\%}$) 0.5744 bedraagt. Het volume van genoemd stamstuk (*vst*) is bij gevolg:

$$0.5744 \times 4.7663 = 2.738\ \text{m}^3.$$

Het vormgetal van de kroonspil ($f_{60.0 \to 100.0\%}$), gedacht als een voortzetting van den stam onder den kroonaanzet, is volgens laatstgenoemde tabel 0.09207. Voor de besproken kroonaanzethoogte en den slankheidsfactor $s = 1.190$ van den boom is de kroonfactor (*krf*) 2.90 (zie tabel no. 4a), terwijl volgens tabel no. 4b voor $h = 35$ m hierop een correctie van −8.3% toegepast moet worden.

Het vormgetal van de kroon voor een procentische kroonaanzethoogte (*ka*%) van 60 is dus:

$$0.917 \times 2.90 \times 0.09207 = 0.2448;$$

voor het kroonvolume (*vkr*) vindt men dan:

$$0.2448 \times 4.7663 = 1.167 \text{ m}^3.$$

Het boomvolume (*vbm*) verkrijgt men door een sommatie van *vst* en *vkr*, dus:

$$vbm = vst + vkr = 2.738 + 1.167 = 3.905 \text{ m}^3.$$

Voor den stamvlakdiameter nabij den kroonaanzet werd berekend ${}_g d_{60\%} = 30.2$ cm; de lengte van de kroon is $0.4 \times 35 = 14$ m. Voor dezen diameter en deze kroonlengte is volgens tabel no. 5 het kroondikhoutpercentage (*krdk*%) 69.6%.

Met behulp van dit percentage en het kroonvolume vindt men voor het dikhoutvolume van de kroon:

$$0.696 \times vkr = 0.696 \times 1.167 = 0.812 \text{ m}^3.$$

Het takhoutvolume van den boom is dus:

$$1.167 - 0.812 = 0.355 \text{ m}^3,$$

terwijl het dikhoutvolume van den boom (*vdk*) verkregen wordt door bij dat van de kroon het volume van den stam onder den kroonaanzet op te tellen:

$$vdk = 2.738 + 0.812 = 3.550 \text{ m}^3.$$

Ook in de boomtafel zijn cijfers gegeven, welke het mogelijk maken om voor stronkhoogten, welke van 1% der boomhoogte afwijken, de daarvoor in aanmerking komende volumina te corrigeeren. De inhouden der stamstukjes tusschen 0.01 *h* en respectievelijk 0.00 *h* (dus den boomvoet), 0.005 *h* en 0.015 *h* zijn namelijk met behulp der vormgetallen ervoor berekend en als correcties in de tafel vermeld; de eerste twee zijn plus-correcties, de laatste is een min-correctie.

Ten slotte moge het volgende met betrekking tot de in de boomtafel opgegeven lengtematen worden medegedeeld.

De lengten, welke boven de verschillende procentische kroonaanzethoogten (*ka*%) zijn vermeld, gelden voor de stamstukken van den kroonaanzet tot aan den boomvoet. De lengten der dikhoutstamstukken (*ldkst*) zijn echter verminderd met de normale stronkhoogte.

Voor het gekozen voorbeeld $h = 35$ m, $o_{1.3} = 175$ cm zijn de stamvlakdiameters bij de kroonaanzethoogten steeds grooter dan 7 cm, zoodat de topeinden van de dikhoutstamstukken bij deze hoogten liggen.

Bij boomen met kleine afmetingen kan echter de dikhoutgrens onder den kroonaanzet gelegen zijn.

Als voorbeeld voor zoo'n geval moge worden gekozen $h = 10$ m, $o_{1.3} = 35$ cm ($_g d_{1/4} = 9.78$ cm). Voor dezen boom is de vormklasse $y_{1.20} = 1.24$, $y_{1/2} = 0.82$ ($a = 2.3690$, $b = -2.3874$, $c = 1.0184$) en heeft men:

$$_g d_{40\%} = 8.7 \text{ cm},$$
$$_g d_{50\%} = 8.0 \text{ cm},$$
$$_g d_{60\%} = 7.2 \text{ cm},$$
$$_g d_{70\%} = 6.2 \text{ cm}.$$

Interpoleert men lineair, dan vindt men, dat de dikhoutgrens bij 62% van de boomhoogte, van den voet af gerekend, moet liggen. In werkelijkheid ligt deze grens bij 62.4%, zooals ondervolgende, nauwkeurige berekening leert.

Voor de stamvormvergelijking (1):

$$y = \frac{d}{d_{1/4}} = cx^3 + bx^2 + ax$$

kan men, wanneer voor $d_{1/4}$, a, b en c de voor den boom geldende waarden en voor d de dikhoutgrens van 7 cm wordt ingevuld, schrijven:

$$\frac{7.00}{9.78} = 1.0184\, x^3 - 2.3874 x^2 + 2.3690 x, \text{ of}$$

$$9.959952\, x^3 - 23.348772\, x^2 + 23.168820\, x - 7.00 = 0 \quad (24)$$

De waarde voor x dient gevonden te worden; de hoogte van de dikhoutgrens wordt dus verkregen door de oplossing van bovenstaande derde-machtsvergelijking.

Volgt men hierbij bijv. de methode van CARDANUS [2], dan moet vergelijking (24) eerst een eenvoudigere gedaante gegeven worden. De algemeene vorm van laatstgenoemde vergelijking is:

$$A_o x^n + A_1 x^{n-1} + \ldots\ldots\ldots + A_{n-1} + A_n = 0.$$

Hieruit kan een vergelijking verkregen worden, waarin de tweede term ontbreekt, door de wortels ervan met $r = -\frac{A_1}{nA_o}$ te verminderen.

Voor het gegeven geval ($n = 3$) moeten deze dus verminderd worden met:

$$r = -\frac{A_1}{3A_o} = -\frac{-23.348772}{3 \times 9.959952} = +0.78142184. \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

Het komt er dus hierop neer, dat vergelijking (24) in termen geschreven wordt, waarin machten van $(x-r)$ voorkomen. Past men, om de coëfficiënten bij de machten van $(x-r)$ te verkrijgen, de rekenwijze van HORNER toe, dan komt er:

+9.959952	−23.348772	+23.168820	−7.00
	+ 7.782924	−12.163494	+8.599802
+9.959952	−15.565848	+11.005326	| +1.599802 = R_1
	+ 7.782924	− 6.081747	
+9.959952	− 7.782924	| + 4.923579	= R_2
	+ 7.782924		
+9.959952	| 0		= R_3

Stelt men voor $x-r = X$, dan luidt de nieuwe vergelijking:

$$9.959952\,X^3+4.923579\,X+1.599802=0, \text{ of}$$

$$X^3+0.494338\,X+0.160623=0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

Laatstgenoemde vergelijking kan in algemeenen vorm als volgt geschreven worden:

$$X^3+pX+q=0.$$

Bij de oplossingsmethode van CARDANUS wordt $X = Y+Z$, $3YZ+p = 0$ of $YZ = -\frac{1}{3}p$ gesteld. De vergelijking neemt daardoor den vorm aan:

$$Y^3+Z^3+q=0.$$

Uit het voorgaande blijkt, dat:

$$Y^3Z^3 = -\tfrac{1}{27}p^3 \text{ en } Y^3+Z^3=-q,$$

zoodat Y^3 en Z^3 de wortels zullen zijn van de vierkantsvergelijking:

$$W^2+qW-\tfrac{1}{27}p^3=0,$$

waaruit men verkrijgt:

$$Y^3=-\tfrac{1}{2}q+\sqrt{\tfrac{1}{4}q^2+\tfrac{1}{27}p^3},$$

$$Z^3=-\tfrac{1}{2}q-\sqrt{\tfrac{1}{4}q^2+\tfrac{1}{27}q^3},$$

In het besproken geval heeft men op grond van vergelijking (26) voor:

$$-\tfrac{1}{2}q=-0.00803115$$

$$\tfrac{1}{4}q^2=\ 0.0064499370,$$

$$\tfrac{1}{27}p^3=\ 0.0044741234,$$

$$\pm\sqrt{\tfrac{1}{4}q^2+\tfrac{1}{27}p^3}=\pm\sqrt{0.0109240604}=\pm 0.104518.$$

Aangezien hier $(^1/_4\,q^2+{}^1/_{27}\,p^3)$ positief is, bezit vergelijking (24) een reëelen wortel en twee aan elkaar toegevoegde, complexe wortels, welke laatste wortels voor het beoogde doel buiten beschouwing gelaten kunnen worden.

Uit het voorgaande volgt, dat:

$$Y^3=+0.024207,\ Y=+0.289277,$$

$$Z^3=-0.184829,\ Z=-0.569626.$$

Wanneer men rekening houdt met de vermindering der wortels met r volgens (25), dan is dus de waarde van den reëelen wortel van vergelijking (24): $x = Y + Z + r =$ $= +0.289277 - 0.569626 + 0.781422 = 0.501073$ of, afgerond tot op 4 decimalen $x = 0.5011$.

Men kan natuurlijk deze uitkomst controleeren door de gevonden waarde voor x in vergelijking (24) te substitueeren [3].

In hulptabel no. VII (zie hoofdstuk II) vindt men, dat $x = 0.5011$ correspondeert met 62.4% der boomhoogte, van den voet af gerekend. Voor de berekening der lengte

van het dikhoutstamstuk in m dient men eerst de procentische lengte met 1% voor de stronkhoogte te verminderen; men krijgt dan $ldkst = 0.614 \times 10 = 6.1$ m.

De berekening van het dikhoutvolume geschiedt hier met behulp van het vormgetal $f_{1.0 \rightarrow 62.4\%}$, waarover niet verder behoeft te worden uitgeweid.

Voorgaande methode ter bepaling der kenmerken van het dikhoutstamstuk is, vergeleken met de lineaire interpolatie, zeer omslachtig. Men kan daarom beter den volgenden tusschenweg kiezen, welke evenzeer goede resultaten waarborgt.

Bij gegeven waarden voor de procentische kroonaanzethoogten $ka\%$ zijn de vormquotiënten en daaruit weer de diameters berekend. Men kan echter het vraagstuk ook omgekeerd beschouwen door deze diameters als argumentwaarden op te vatten, waarvoor de functiewaarden $ka\%$ bekend zijn. Om de procentische hoogte voor ${}_gd = 7.0$ cm te vinden, kan thans gebruik worden gemaakt van een interpolatie-formule, welke geschikt is voor ongelijke intervallen tusschen de argumentwaarden, zooals die van NEWTON of LAGRANGE [4].

De formule van NEWTON bijv. luidt in een vorm, welke voor berekeningen handig is:

$$f(u)=f(p_o)+(u-p_o)\times$$
$$\times[f(p_o,p_1)+(u-p_1)\{f(p_o,p_1,p_2)+(u-p_2)(f(p_o,p_1,p_2p_3,)+\ldots.)\}]\ldots \quad (27)$$

Hierin beteekent of beteekenen voor het beschouwde geval:

a) p_o, p_1, enz. de stamvlakdiameters op respectievelijk 40, 50%, enz. hoogte (dus 87, 80, 72 en 62 mm) [5],

b) $f(p_o)$, $f(p_o,p_1)$, enz. de gegeven functiewaarden (dus de procentische hoogten) en de zoogenaamde gedeelde verschillen van de eerste, tweede, enz. orde van deze functiewaarden, bijv.:

$$f(p_o,p_1)=\frac{f(p_o)}{p_o-p_1}+\frac{f(p_1)}{p_1-p_o},$$

$$f(p_o,p_1,p_2)=\frac{f(p_o)}{(p_o-p_1)(p_o-p_2)}+\frac{f(p_o)}{(p_1-p_o)(p_1-p_2)}+\frac{f(p_2)}{(p_2-p_o)(p_2-p_1)}, \text{ enz.}$$

c) $f(u)$ de gezochte waarde voor de procentische hoogte; u is dus ${}_gd = 70$ mm.

Men vindt:

$$f(p_o)=40,\ f(p_o,p_1)=-1.4296,\ f(p_o,p_1,p_2)=-0.0119,$$
$$f(p_o,p_1,p_2,p_3)=\text{nihil},\ u-p_o=-17,\ u-p_1=-10.$$

Substitueert men bovenstaande waarden in vergelijking (27), dan komt er: $f(u) = 40 - 17\,[-1.4286 - 10 \times -0.0119] = 40 + 22.3 = 62.3\%$.

De uitkomst verschilt, ten gevolge van afrondingsfoutjes, 0.1% met de vorige.

Bovenstaande uiteenzettingen over de benoodigde berekeningen voor de samenstelling van de tabellen nos. 1 en 2 zullen op het eerste gezicht den lezer vermoedelijk niet aanlokken om de gebezigde methode na te volgen.

Men zal onwillekeurig denken aan zooveel eenvoudigere methoden, welke in Europa en elders zijn toegepast.

Bij nadere beschouwing zal men echter tot de conclusie moeten komen, dat het onbillijk is zulk een vergelijking te maken. De tafels, welke op een-

voudige wijze zijn samengesteld, bevatten alle zonder uitzondering belangrijk minder kenmerken dan de tabellen nos. 1 en 2. De grootere hoeveelheid werk voor laatstgenoemde tabellen is dus hoofdzakelijk het gevolg van deze omstandigheid. Wenscht men in dit opzicht vergelijkingen te maken, dan moet men hiervoor ook uitvoerige tabellen kiezen, bijv. die van SCHIFFEL.

Wanneer men de beschikking heeft over voldoende hulpwerktuigen zooals reken-, optelmachines, rekentabellen, enz., kan door een doeltreffende verdeeling van het werk en een goede keuze der methoden alles zeer vereenvoudigd en op deze wijze tijd bespaard worden. Schrijver dezes heeft reeds eerder hierop de aandacht laten vallen. Het is zaak, dat:

a. men elke berekening eerst eenige malen zelf verricht en overdenkt, welke gedeelten voor het lagere personeel moeilijkheden kunnen opleveren,

b. voor elke berekening staten worden vervaardigd (bijv. roneografeeren), waarin overzichtelijk en duidelijk alle bewerkingen zijn aangegeven,

c. voor de rekenaars een zoover mogelijk gaande werkverdeeling wordt toegepast (uitsluitend overnemen uit de hulptabellen, optellen, deelen, enz.),

d. bijzondere contrôlemethoden slechts aan het personeel wordt medegedeeld, dat toezicht op het werk uitoefent.

In laatste instantie komt het op de vlotheid van het werk der Inheemsche rekenaars aan en dat kan slechts door toepassing van het TAYLOR-systeem worden verkregen. Voor het rekenpersoneel, dat een geringe ontwikkeling bezit, moet de arbeid zooveel mogelijk automatisch kunnen plaats hebben; het nadenken levert in dit geval slechts een bron van fouten en twijfel, en geeft daardoor tijdverlies. Voor deze rekenaars gelden, zij het ook met een gewijzigde beteekenis, met recht de woorden van den Prediker: „Want in veel wijsheid is veel verdriets; en die wetenschap vermeerdert, vermeerdert smart."

Het is hier de plaats om, zij het ook in het kort, nog eens terug te komen op enkele verschillen tusschen de diverse tafelconstructies.

Bij de Europeesche tafels, welke samengesteld zijn volgens het volume- of vormgetalprincipe (bijv. die in het verzamelwerk van SCHWAPPACH en GRUNDNER-1913), moet men om tafels af te leiden, welke voor de metingskenmerken andere reeksen van waarden bevatten, interpolaties verrichten. Men kan dit doen op grond van berekeningen met behulp der cijfers in de oorspronkelijke tabel of met behulp van aflezingen op grafieken.

Voorgaande methoden zijn natuurlijk min of meer omslachtig, zoodat in dit opzicht het gebruik van een nomogram bij de tafelopstelling (BRUCE en REINEKE-1931, DEMERITT en MC INTYRE-1932) beslist als een groote verbetering moet worden beschouwd.

Immers, met zoo'n nomogram kan men in korten tijd voor de meest grillige reeksen van waarden voor de metingskenmerken die voor de schattingskenmerken vinden; het is eenvoudig een kwestie van aflezen met behulp van een liniaal of nog beter een gespannen, dun draadje.

Bij een tafelconstructie volgens het stamvormprincipe, waarbij de stamvormen uitsluitend met behulp van absolute maten voor de daarvoor in aanmerking komende kenmerken in grafieken worden vastgelegd (bijv. de methode van BARROWS), is het zeer bezwaarlijk tafels voor, van de oorspronkelijke tabellen afwijkende waarden der metingskenmerken op te stellen, want dat zou neerkomen op talrijke interpolaties met de noodige navereffeningen. Een stap vooruit is hierbij ongetwijfeld het gebruik van vormquotiënten, zoowel onechte (SCHIFFEL), absolute (JONSON, BEHRE, BAKER) als echte. Wanneer het voorbereidende werk gereed is en met de inrichting van de tafel een begin moet worden gemaakt, is men nog geheel vrij in de keuze van de waarden voor de metingskenmerken, omdat — al mochten ook deze kenmerken reeds eerder een rol hebben gespeeld (bij onechte en absolute vormquotiënten) — men niet aan bepaalde waarden gebonden is. De constructie van een tafel met andere waarden kan daardoor geheel vrij van een reeds samengestelde tafel geschieden.

Men is echter bij gebruik van onechte en absolute vormquotiënten van te voren wel gebonden aan den diameter op een bepaalde hoogte, vooral bij toepassing van een stamvormvergelijking, welke onbevredigend met den wortelaanloop rekening houdt. Deze laatste hinderpaal is verwijderd bij gebruik van echte vormquotiënten, zooals voldoende uit voorgaande beschrijving gebleken is.

Verder is het een voordeel de verschillende gedeelten van een boom afzonderlijk te onderzoeken, zoodat de tafel bij gebleken behoefte verbeterd kan worden zonder al het werk over te moeten doen. Indien bijv. op grond van aanvullende boomgegevens een nieuwe bewerking der kroonfactoren noodig zou blijken, behoeft men de tafel slechts te verbeteren voor de kenmerken, waarbij het kroonvolume een rol speelt.

Ten slotte zou schrijver dezes willen wijzen op het verloop der boomvolumina (*vbm*) bij toenemende, procentische kroonaanzethoogte (*ka*%) voor boomen met dezelfde hoogte (*h*) en denzelfden omtrek op borsthoogte ($o_{1.3}$) in tabel no. 1. Deze volumina nemen eerst toe en daarna weer af; het culminatiepunt is echter voor de diverse boomafmetingen ongelijk. Aangezien de kroonaanzethoogten telkens met 10% opklimmen, kunnen deze culminatiepunten slechts bij benadering worden aangegeven door het *ka*% voor het grootste boomvolume te noteeren.

Doet men dat bijv. voor $h = 30$ m, dan vindt men het volgende:

$c_{1.3}$ cm	Culminatiepunt $ka\,\%$
70	70
80	60
90	60
100	60
110	50–60
120	50
enz.	enz.

Lager dan $ka\,\% = 50$ ligt het culminatiepunt in tabel no. 1 nergens. Voor lage boomen gaat de verschuiving van het punt met toenemenden $o_{1.3}$ sneller dan voor hooge boomen.

Voor een bepaalde hoogte zijn de stammen des te gedrongener, naarmate de omtrek toeneemt. Men kan dus ook zeggen, dat het culminatiepunt lager ligt, naarmate de slankheidsfactor *s* grooter is.

Het snellere verschuivingsproces voor de lagere hoogten kan geheel uit het voorgaande verklaard worden. Immers, in de boomtafel neemt $o_{1.3}$ voor alle boomhoogten steeds met 5 cm toe. Voor de kleine hoogten beteekent dit een snellere toename van *s* dan voor de groote.

In figuur no. 10 is in een afzonderlijk grafiekje het resultaat der vereffening van $ka\,\%$ op *s* volgens de cijfers der boomkaarten weergegeven. Merkwaardig is nu, dat het verloop van de vereffenende kromme met toenemenden slankheidsfactor in genoemd grafiekje — hoewel iets minder geprononceerd — analoog is aan het verloop van het besproken culminatiepunt.

Men komt er daardoor toe te veronderstellen, dat de boom, welke voor gegeven *h* en $o_{1.3}$, het grootste boomvolume in tabel no. 1. bezit, ongeveer behoort tot het gemiddelde type van een opstand, dus een middenboom is. De volumina voor lagere $ka\,\%$ dan het culminatiepunt hebben vermoedelijk betrekking op meer heerschende boomtypen in opstanden met een geringere, gemiddelde hoogte dan die van bovengenoemden middenboom, de volumina voor hoogere $ka\,\%$ op de geringere boomklassen in opstanden met een grootere, gemiddelde hoogte.

Voorgaande beschouwing is voorloopig niets anders dan een aannemelijke suggestie [6], welke nog nader bevestigd moet worden. De boom- en dikhoutvolumina voor de meest voorkomende kroonaanzethoogten — voor de jongere, normale opstanden 60–70%, voor de oudere 50–60% — loopen over het algemeen slechts in geringe mate uiteen; deze verschillen zullen voor de practijk van weinig belang zijn. Het groote voordeel van de gegevens bij de verschillende kroonaanzethoogten is in hoofdzaak gelegen in de gemaakte scheiding tusschen stam- en kroonhout, welke voor opwerkingsonderzoekingen waarde heeft.

§ 2. Contrôle der tafels.

"The proof of the pudding is in the eating." Voor de practijk is het in de eerste plaats van belang te weten, of schattingen, met behulp der tafels verricht, resultaten kunnen geven, welke voor de gestelde doeleinden voldoend nauwkeurig zijn.

Ten einde zich over deze kwestie eenigszins een oordeel te kunnen vormen, werden een aantal modelboomen, zoowel tot den blijvenden als den dunningsopstand behoorend en van uiteenloopende leeftijden en afmetingen, met behulp van de tafels gekubeerd, waarna de resultaten van deze kubeeringen vergeleken werden met die der opmetingen.

Men kan dit onderzoek op tweeërlei manieren verrichten, namelijk:

a. door uit te gaan van omtrekmetingen zonder directe toepassing van eenige correctie voor gleuven of groeven; bij deze methode wordt dus gesteund op de automatische correctie, welke in de tafels is verwerkt. Dit onderzoek heeft natuurlijk de grootste waarde, omdat dan de tafels op overeenkomstige wijze gebezigd worden als dat door de practijk zal plaats hebben.

b. door uit te gaan van stamvlakdiameters. Hierbij zijn twee wegen mogelijk; men kan gebruik maken van de directe bepalingen uit de geplanimeterde stamvlakken of van de indirecte uit de bij het Proefstation gebruikelijke overkruisklemmingen met toepassing van correctie voor eventueel aanwezige gleuven met behulp van het gleuveninstrument van BEEKMAN. Aangezien beide methoden volgens de onderzoekingen van BEEKMAN (1915) resultaten geven, welke gemiddeld niet zooveel uiteen zullen loopen, is, ter besparing van arbeid, slechts de eerste methode gevolgd.

Wat betreft de diktemetingen zijn dus door de twee toegepaste contrôles de uiterste grenzen vastgelegd.

Ten einde de tafel geheel recht te doen wedervaren, zijn de gezochte waarden erin door interpolaties gevonden. Ter vereenvoudiging van het werk is uitsluitend lineaire interpolatie toegepast. Voor het beoogde doel is deze methode ruimschoots toereikend; wanneer een paar honderd boomen moeten worden onderzocht, beteekent dat bovendien reeds een tijdrooven-den arbeid.

In de rasamalapublicatie (1931) heeft schrijver dezes tot in details uiteengezet, hoe zulk een interpolatie kan plaats hebben, wanneer het geldt een locale tafel uit een algemeene af te leiden [7]. Daarom moge hier worden volstaan met eenige aanwijzingen aan de hand van een voorbeeld.

Van modelboom 11 BO van proefperk no. 117, leeftijd 90 jaar, opname in 1930, werden de volgende gegevens verzameld:

Stamvlakdiameter op borsthoogte ($_gd_{1.3}$) = 51.1 cm.

Boomhoogte (h) = 35.8 m.
Procentische kroonaanzethoogte ($ka\%$) = 56.4%.
Procentische stronkhoogte ($strh\%$) = 0.8%.
Dikhoutvolume (vdk) = 3.406 m³.

Nagegaan moet worden, welk dikhoutvolume tabel no. 1 voor dezen boom bij interpolatie via den stamvlakdiameter op 1.3 m geeft. Men zoeke hiervoor in genoemde tabel de dikhoutvolumina op bij metingskenmerken, welke die van den boom zoo nauw mogelijk insluiten. Het volgende schema wordt op deze wijze verkregen:

${}_gd_{1.3}$	h	$ka\%$	vdk
cm	m		m³
49.8	35.0	50.0	3.246
		60.0	3.224
	36.0	50.0	3.305
		60.0	3.283
51.2	35.0	50.0	3.395
		60.0	3.365
	36.0	50.0	3.513
		60.0	3.487

In de eerste plaats moet geïnterpoleerd worden tusschen $ka\% = 50$ en 60, zoodat volumina bij een kroonaanzethoogte van 56.4% verkregen worden; men houdt dan vier waarden over. Vervolgens interpoleert men tusschen $h = 35$ en 36 m tot de gewenschte boomhoogte van 35.8 m (twee waarden) en ten slotte tusschen ${}_gd_{1.3} = 49.8$ en 51.2 cm tot de gewenschte stamvlakdiameter verkregen is; men krijgt dan $vdk = 3.458$ m³.

Genoemd eindvolume geldt voor een normale stronkhoogte van 1%, zoodat voor $strh\% = 0.8$ nog een kleine correctie noodig is (+0.017 m³). Men kan natuurlijk deze correctie ook direct bij het begin van het werk aanbrengen. De tafel geeft op deze wijze een dikhoutvolume van 3.475 m³, dat is 0.069 m³ of 2.0% meer dan het gemeten volume.

Voor de contrôle werden in de eerste plaats 350 boomen aangewezen, zoo veel mogelijk verdeeld over alle hoogten doch overigens willekeurig ge-

kozen. Deze boomen waren alle bij het tafelonderzoek gebezigd.

Deze contrôle wordt ook bij de meeste nieuwe, Amerikaansche tafels toegepast. Zij geeft althans een aanwijzing, of de opstelling van de tafel met de noodige zorg is geschied. Wanneer het gebezigde onderzoekmateriaal verkregen is uit het geheele gebied, waarvoor ook de tafel zal worden gebruikt, geeft zij tevens een aanwijzing voor te verwachten fouten bij taxaties met behulp van de tafel.

Gemeend werd echter voor alle zekerheid nog een stap verder te moeten gaan door kubeeringsuitkomsten van modelboomen aan de tafel te toetsen, welke bij perkopnamen geveld zijn, nadat het tafelonderzoek was afgesloten. Hiervoor werden 200 boomen op overeenkomstige wijze als bij voorgaande proef aangewezen.

In tabel no. XXIII vindt men de uitkomsten van deze contrôles, ook voor alle 550 boomen tezamen.

De grootten der procentische fouten toonen voldoende aan, dat de toegepaste contrôles bevredigende resultaten geleverd hebben. Wanneer men een conclusie zou willen trekken, is men geneigd te zeggen, dat de tafels over het algemeen iets te kleine uitkomsten — iets minder dan 1% te laag — geven. Voor de practijk is dit een afwijking aan den „gunstigen" kant.

Het inzicht in den graad van betrouwbaarheid der opgestelde tafel, door bovenstaand onderzoek verkregen, is echter onvoldoende. Al mag een tafel voor de schatting van één boom niet gebezigd worden, het is toch goed te weten, hoe groot de individueele fouten kunnen zijn. Men kan zich dan beter een oordeel vormen over de te verwachten mate van foutopheffing bij opstandsschattingen.

In tabel no. XXIV zijn daarom voor het boom- en dikhoutvolume frequentie-verdeelingen voor de procentische fouten gegeven. Evenals bij de voorgaande contrôles is een scheiding gemaakt voor de boomen, welke wel en niet bij het tafelonderzoek zijn gebezigd, en zijn ten slotte alle boomen bij elkaar genomen.

De cijfers in deze tabel geven aanleiding tot de volgende opmerkingen:

a. De weergegeven frequentie-verdeelingen en ook de middelbare fouten toonen duidelijk aan, dat bij de schatting van één boom een aanmerkelijke fout gemaakt kan worden. In zeer ongunstige gevallen kan zij 25–27% zijn.

Wanneer in de literatuur van fouten melding wordt gemaakt, zijn voor extreme gevallen steeds bedragen, varieerend tusschen 20 en 30%, opgegeven, ook voor de bekende Duitsche tafels. De djatitafel maakt dus in dit opzicht geen uitzondering op den regel.

Na hetgeen in de vorige hoofdstukken reeds is gezegd en met cijfers is aangetoond, behoeft de grootte van deze extreme fout geen verwondering te baren. Zij is uitsluitend het gevolg van de wijze, waarop een algemeene

Tabel no. XXIII. [*Table no. XXIII.*]

Totaal boom- (*Vbm*) en dikhoutvolume (*Vdk*) van 550 modelboomen, volgens de opmeting en volgens de boomtafel.

(Van dit aantal zijn 350 boomen wel en 200 niet gebezigd bij de opstelling van de tafel.)

[*Total volume of tree (Vbm) and total thickwood volume (Vdk) of 550 sample trees according to actual measurement and to the volume table.*]

[*Of this number 350 trees were used and 200 trees not used for the compilation of the table.*]

Aantal boomen (*Number of trees*)	Volgens de tafel (*According to the table*)		Gemeten (*Measured*)		Verschil (*Difference*)				Aantal boomen (*Number of trees*)
					in m³		in % van gemeten volume (*in % of volume measured*)		
	Vbm m³	*Vdk* m³	*Vbm* m³	*Vdk* m³	*Vbm*	*Vdk*	*Vbm*	*Vdk*	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Stamvlakdiameters geïnterpoleerd [*Stem area-diameters interpolated*]								
350	358.370	319.752	357.255	320.543	+1.115	—0.791	+ .3	— .2	350
200	213.890	186.438	216.944	188.832	—3.054	—2.394	—1.4	—1.3	200
550	572.260	506.190	574.199	509.375	—1.939	—3.185	— .3	— .6	550
	Omtrekkken geïnterpoleerd [*Girths interpolated*]								
350	355.162	316.642	357.255	320.543	—2.093	—3.901	— .6	—1.2	350
200	214.661	187.110	216.944	188.832	—2.283	—1.722	—1.1	— .9	200
550	569.823	503.752	574.199	509.375	—4.376	—5.623	— .8	—1.1	550

tafel voor de practijk moet worden ingericht, en van de variatie in stamvorm, welke bij een houtsoort, zelfs in zeer gelijkmatige opstanden, voorkomt. De stamvorm van den enkelen boom kan nu eenmaal niet met bevredigende nauwkeurigheid geschat worden, wanneer onder de metingskenmerken slechts één diameter mag voorkomen.

In dit verband moet er op gewezen worden, dat SCHIFFEL in zijn publicatie over fijnspar (1899) de aandacht vestigde op het feit, dat het geen zin heeft voor de opstelling van algemeene tafels, waarin één diameter gevraagd wordt, zoo'n buitengewoon groot aantal boomen op te meten. Dit betoog richtte zich in hoofdzaak tegen het werkplan voor de constructie van tafels, in 1874 door de Duitsche proefstations opgesteld. Hierin werd aangenomen, dat voor elk der meest voorkomende houtsoorten minstens over 20000 boomgegevens moest worden beschikt, alvorens tot de samenstelling van een algemeene tafel zou worden overgegaan [8].

Het aantal opgemeten boomen moet slechts zóó groot zijn, dat de gebezigde gemiddelden voldoende vast liggen; een verdere uitbreiding van het aantal is geheel onnoodig, omdat bij de gevolgde werkwijze de variatie in stamvorm voor de gevormde klassen niet verminderd kan worden.

Tabel no. XXIV. [*Table no. XXIV.*]

Frequentie-verdeelingen der procentische fouten, gemaakt bij de boom- en dikhoutvolumebepaling met behulp van de boomtafel van 550 opgemeten modelboomen.

(Van dit aantal zijn 350 boomen wel en 200 niet gebezigd bij de opstelling van de tafel.)

[*Frequency distributions of per cent-errors, made when using the volume table for the determination of total volumes and thickwood volumes of 550 measured sample trees.*]

[*Of this number 350 trees were used and 200 trees not used for the compilation of the table.*]

[*vbm* = boomvolume (*total volume of tree*); *vdk* = dikhoutvolume (*thickwood volume*); *n* = aantal waarnemingen (*number of observations*)]

Foutklasse (*Error class*)	Stamvlakdiameters geïnterpoleerd (*Stem-area diameters interpolated*)						Omtrekken geïnterpoleerd (*Girths interpolated*)					
	vbm (350)	*vdk* (350)	*vbm* (200)	*vdk* (200)	*vbm* (550)	*vdk* (550)	*vbm* (350)	*vdk* (350)	*vbm* (200)	*vdk* (200)	*vbm* (550)	*vdk* (350)
%	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*	*n*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
−24/−26	–	–	–	–	–	–	–	2	1	–	1	2
−22/−24	–	1	1	1	1	2	–	1	–	–	–	1
−20/−22	–	2	1	–	1	2	–	4	–	1	–	5
−18/−20	1	2	–	3	1	5	4	5	2	2	6	7
−16/−18	1	6	2	6	3	12	3	7	–	5	3	12
−14/−16	5	8	3	6	8	14	9	15	3	5	12	20
−12/−14	8	13	10	5	18	18	7	9	14	8	21	17
−10/−12	16	23	13	11	29	34	23	14	8	10	31	24
− 8/−10	26	23	13	8	39	31	20	25	12	14	32	39
− 6/− 8	26	28	14	16	40	44	26	27	23	17	49	44
− 4/− 6	29	30	20	18	49	48	24	37	11	18	35	55
− 2/− 4	16	38	14	21	30	59	26	33	13	16	39	49
− 0/− 2	37	36	21	22	58	58	42	46	23	15	65	61
+ 0/+ 2	33	25	16	20	49	45	31	21	14	19	45	40
+ 2/+ 4	35	27	14	12	49	39	25	24	12	22	37	46
+ 4/+ 6	33	17	8	18	41	35	28	19	15	13	43	32
+ 6/+ 8	24	27	11	9	35	36	23	18	10	11	33	29
+ 8/+10	11	15	11	7	22	22	12	12	8	5	20	17
+10/+12	16	10	11	6	27	16	15	9	9	5	24	14
+12/+14	12	4	8	6	20	10	8	8	9	3	17	11
+14/+16	10	6	4	3	14	9	8	8	3	5	11	13
+16/+18	3	6	1	2	4	8	6	2	6	2	12	4
+18/+20	2	1	1	–	3	1	7	3	1	1	8	4
+20/+22	3	1	3	–	6	1	2	–	3	1	5	1
+22/+24	1	1	–	–	1	1	1	1	–	2	1	3
+24/+26	2	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–
Totaal (*Total*)	350	350	200	200	550	550	350	350	200	200	550	550
M =	+.7	−1.5	−.6	−1.6	+.2	−1.5	–	−2.1	−.3	−1.3	−.1	−1.9
μ =	8.2	8.4	8.7	8.2	8.4	8.3	8.6	8.9	9.0	8.7	8.7	8.8
μ_M =	.4	.4	.6	.6	.4	.4	.5	.5	.6	.6	.4	.4

[*M* = Gemiddelde waarde (*Average value*); μ = Middelbare fout (*Mean square error*); μ_M = Middelbare fout van het gemiddelde (*Mean square error of average value*)]

Bij de opmeting van opstanden kan echter de fout wel belangrijk verminderd worden. Wanneer bijv. 16 djatiboomen worden gemeten, zal de middelbare fout op het totale volume, op grond der cijfers in tabel no. XXIV, liggen tusschen 2 en 2½%, voor 25 boomen reeds tusschen 1.6 en 1.8%. De practijk zal dus bij gebruik van de stamtafel uitkomsten kunnen verkrijgen, welke aan de, door haar gestelde eischen van nauwkeurigheid ruimschoots voldoen.

b. Vergelijkt men de middelbare fouten bij meting van stamvlakdiameters met die bij meting van omtrekken, dan blijken — zooals a priori verwacht kon worden — eerstgenoemde fouten steeds kleiner te zijn dan laatstgenoemde. Gemiddeld loopen zij echter tamelijk weinig uiteen (6.4 tegen 8.8%).

c. Ten einde de vraag te kunnen beantwoorden, of er kans bestaat, dat bij toepassing van de tafel systematische fouten gemaakt zullen worden, zijn in tabel no. XXIV de gemiddelde procentische fouten gegeven. Aangezien hierbij, evenals in tabel no. XXIII, de negatieve fouten overwegen, moet weer de conclusie getrokken worden, dat in het algemeen een weinig te kleine volumina geschat zullen worden [9].

Beziet men de cijfers nader en houdt men daarbij rekening met de middelbare fouten van de gemiddelden, dan mag besloten worden, dat voor de boomvolumina geen systematische fout van eenige beteekenis bestaat. Bij schatting van dikhoutvolumina echter zullen waarden gevonden worden, welke gemiddeld circa 1.6% te klein zijn.

Na hetgeen bij het onderzoek van de gebezigde stamvormvergelijking en de verwerking der boomgegevens gevonden werd (zie hoofdstuk II, § 2 en 3), ligt het voor de hand dit verschijnsel toe te schrijven aan te kleine schattingsuitkomsten voor de takvrije stamstukken.

Ten einde op dit punt zekerheid te verkrijgen, werden, op dezelfde wijze als het voor boom- en dikhoutvolume is gedaan, ook de staminhouden der 550 gekozen modelboomen aan de gegevens van tabel no. 1 der bijlage getoetst.

De volgende uitkomsten werden verkregen:

1. Stamvlakdiameters geïnterpoleerd.

Totale staminhoud	volgens de tabel	406.324 m³
	volgens meting	417.446 „
	Verschil	−11.122 m³, of −2.7% van het gemeten volume.

Gemiddelde procentische fout $M = -2.9\%$, $\mu = 6.6\%$, $\mu_M = 0.3\%$.

2. Omtrekken geïnterpoleerd.

Totale staminhoud { volgens de tabel 404.310 m³ / volgens meting 417.446 „ }

Verschil −13.136 m³, of −3.1% van het gemeten volume.

Gemiddelde procentische fout $M = -3.1\%$, $\mu = 7.1\%$, $\mu_M = 0.3\%$.

De telkens op twee manieren berekende, gemiddelde procentische fouten stemmen goed met elkaar overeen. Bij een schatting met behulp van omtrekken is de middelbare fout weer iets grooter dan bij gebruik van stamvlakdiameters [10].

De hier geconstateerde, systematische fout is, zooals reeds eerder werd medegedeeld, hoofdzakelijk het gevolg van de wijze, waarop het stamvolume van den gevelden modelboom bepaald is. Men heeft daarbij als het ware met twee maten gemeten: de regelmatige gedeelten volgens de sectiemethode en de onregelmatige gedeelten met behulp van den xylometer. Bij laatstgenoemde meting wordt juist de nadruk gelegd op alle onregelmatigheden, welke bij de sectiemeting, en dus ook bij de kubeering volgens de vergelijking, ontweken zijn [11].

Schrijver dezes zou daarom de practijk willen adviseeren bij schattingen van het stamvolume met behulp der tafels geen correctie toe te passen. De tafelvolumina geven de gemiddelde inhouden der stammen, ontdaan van onregelmatigheden als verdikkingen, enz. Deze volumina hebben voor de practijk slechts beteekenis.

Bij de verdere verwerking der gegevens is bij de vaststelling van de correctie op den kroonfactor (tabel no. 4b) genoemd „tekort" van den staminhoud overgeheveld naar de kroon en daar over het dik- en takhout verdeeld. Dit heeft tot gevolg gehad, dat dus het boomvolume practisch geen en het dikhoutvolume een kleine systematische fout ter grootte van circa 1.6% bezit.

Toch zou schrijver dezes de practijk willen adviseeren ook bij de schatting van het dikhoutvolume van de waarden in de tafel, zonder toepassing van eenige correctie, gebruik te maken. Wanneer echter proefperken met behulp van de tafel gekubeerd worden, verdient het, om zooveel mogelijk overeenstemming met vroegere opnamen te behouden, aanbeveling het verkregen dikhoutvolume met 1.6% te vermeerderen en dezen toeslag van het berekende takhoutvolume af te trekken.

Met het voorgaande zou de contrôle van de opgestelde tafel besloten kunnen worden. Het ligt echter voor de hand, dat men ten behoeve van het

opstandstafel-onderzoek voor den plantsoendjati ook gaarne de beschikking heeft over eenige vergelijkbare uitkomsten van perkopnamen, met behulp van de tafel en van gevelde modelboomen gedaan.

In de eerste plaats werd hierbij gedacht aan de negen meetperken, waarvan BEEKMAN (1915) voor zijn opmetingsonderzoek heeft gebruik gemaakt. Deze perken zijn volgens verschillende methoden opgenomen en bovendien door opmeting van alle boomen na velling gekubeerd.

Helaas bleken verschillende gegevens, welke voor het gebruik van de tafel noodig zijn, te ontbreken. Hoewel de ontbrekende gegevens waarschijnlijk wel met behulp der cijfers van nieuwere modelboommetingen zouden kunnen worden afgeleid, werd van dit vergelijkend onderzoek afgezien, omdat met het voorbereidende werk te veel tijd zou heengaan [12].

In plaats daarvan werd voor een 14-tal nieuwere perkopnamen nagegaan, welke afwijkingen in de berekende volumina optreden, wanneer bij toepassing van de methode van URICH, zooals deze op Java voor het opstandsonderzoek in het werkplan is voorgeschreven, de volumegegevens der gevelde modelboomen worden vervangen door die van de boomtafel.

In tabel no. XXV vindt men een overzicht van de resultaten der opnamen met behulp van modelboomen en van de tafel, en verder van de voornaamste bijzonderheden der perken, welker leeftijden van 8 tot 86 jaar uiteenloopen.

Bij de berekening is als volgt te werk gegaan. Van de modelboomen, welke als vertegenwoordigers van den middenstam voor een bepaalde groep geveld zijn, werden de gemiddelde hoogte, procentische kroonaanzethoogte en stamvlakdiameter op borsthoogte berekend. Met behulp van deze gemiddelde cijfers werd vervolgens het volume in de tafel door interpolatie gevonden.

De berekening van het volume van de groep geschiedde verder op de gewone wijze door gebruik te maken van de verhouding tusschen het totale stamvlak van de groep en het gemiddelde stamvlak. Vermeld zijn de uitkomsten zoowel voor den blijvenden en dunningsopstand als voor den geheelen opstand.

Door de wijze, waarop de vergelijking is gemaakt, geven de verschillen in tabel no. XXV feitelijk slechts een inzicht in de mate van foutopheffing, wanneer met behulp van de tafel het totale volume van een aantal modelboomen wordt getaxeerd. Immers, de omstandigheid, dat de volumina der modelboomen met factoren worden vermenigvuldigd ten einde het totale volume van den opstand te verkrijgen, is voor de vergelijking practisch van geen belang, omdat bij beide berekeningen dezelfde factoren op dezelfde wijze gebezigd zijn.

Vergelijkt men de cijfers in de kolommen 20, 21 en 22 met die in tabel

no. XXIV, dan blijkt, dat foutopheffing inderdaad in belangrijke mate heeft plaats gehad. In enkele gevallen komen extreme verschillen van 10–14% voor, in verrweg de meeste gevallen zijn de verschillen kleiner dan 6%. Vooral voor de gecorrigeerde dikhoutvolumina, dat zijn de volumina van kolom 15 vermeerderd met 1.6% (kolom 16), zijn deze verschillen over het algemeen reeds zeer bevredigend (kolom 22).

In tabel no. XXV komt de tafel niet geheel tot haar recht, omdat zij bij de volumeschatting niet op de meest doeltreffende wijze gebezigd is. Voor den blijvenden opstand bijv. ligt het voor de hand bij de taxatie gebruik te maken van de gegevens van alle boomen, welke voor de verspreide hoogtemeting zijn aangewezen (in de djatiperken thans minstens 40 boomen per perk).

Op grond van de gevonden verschillen in tabel no. XXV mag men wel aannemen, dat de procentische fout op het totale tafelvolume van deze boomen dan nog meer wordt gereduceerd en maximaal slechts enkele procenten zal bedragen. Voor den geheelen opstand zal op deze wijze een fout worden gemaakt, welke zeker geringer is dan die van de tegenwoordige opname met velling van modelboomen [13]; deze grootere nauwkeurigheid wordt bovendien bereikt met besparing van tijd en geld.

Zooals reeds is gezegd, zullen in de toekomst nog meer proeven moeten worden gedaan om de practische bruikbaarheid van de tafels te toetsen. Dit geldt in het bijzonder voor tabel no. 2, waarin gegevens over den stamvorm worden verstrekt.

Melding kan reeds worden gemaakt van een klein vergelijkend onderzoek over het bekappingsverlies voor bastvrije stamstukken bij opwerking tot rondhout. Door Dr. J. H. BECKING werd met behulp van cijfers van circa 450 stamstukken ter lengte van 3 m, in den onderstam gelegen (van ongeveer 2 m boven den grond af), nagegaan, hoe groot dit verlies was. Hij vond een verliespercentage van 32–34% ten opzichte van het volume van het onbekapte stamstuk.

Dr. BECKING verzocht mij dit onderzoek ter contrôle te doen herhalen met behulp van modelboomgegevens, hetgeen Ir. J. H. A. FERGUSON opgedragen werd. Gebruik makende van afgeteekende stamvlakken en de gegevens van tabel no. 2 werd voor stamstukken, gelegen tusschen 2 en 5 m boven den grond een bekappingsverlies van circa 33½% gecalculeerd. Wanneer men rekening houdt met verschillende omstandigheden van toevalligen aard, welke bij zoo'n onderzoek steeds een rol spelen, en met het feit, dat de practijk den inhoud van het onbekapte stamstuk gewoonlijk iets te laag kubeert, dan mag zeker besloten worden, dat de uitkomsten bevredigend met elkaar overeenstemmen.

Tabel no. XX

Totale boom- en dikhoutvolumina van eenige proefperken, berekend volgens de metho

[Total volumes of trees and thickwood volumes of some sample plots, calculated accordi

Proefperknummer (*Number of sample plot*)		Houtvesterij en afdeeling (*Forest district and division*)	Leeftijd bij opname (*Age at the time of measurement*) Jaar (*Year*)	Gemiddelde (*Average*)			Boniteit (*Quality class*)	Oppervlakte (*Area*)	Aantal boomen (*Number of trees*)	Aantal modelboomen (*Number of sample trees*)	Aantal gevormde groepen (*Number of groups formed*)
				H	*Ka*	$_gd_{1.3}$					
				m	%	cm		ha			
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
111	BO	Blitar-		10.6	58.5	9.6			337	16	4×4
	DO	Gadoengan	8	9.9	57.6	8.0	III	.280	179	15	5×3
	GO			10.4	57.7	9.1			516	31	
124	BO	Madioen-		13.5	59.3	13.6			148	9	3×3
	DO	Tjaroeban	20	12.1	54.5	10.6	II/III	.232	70	6	2×3
	GO			13.2	56.8	12.7			218	15	
72	BO	Kedoenggalar-		22.8	52.2	27.2			93	6	2×3
	DO	Z. Kedoenggalar	28	21.6	57.9	23.7	IV	.357	35	8	2×4
	GO			22.5	54.7	26.3			128	14	
160*a*	BO	Blora-		25.8	59.7	29.1			218	9	3×3
	DO	Ngawen	33	–	–	–	IV	1.084	–	–	–
	GO			25.8	59.7	29.1			218	9	
160*b*	BO	Blora-		26.3	59.7	28.9			264	12	4×3
	DO	Ngawen	33	–	–	–	IV	1.093	–	–	–
	GO			26.3	59.7	28.9			264	12	
69	BO	Djatirogo-		26.9	68.8	31.0			57	6	2×3
	DO	Ngidjo	35	26.6	65.4	26.1	IV/V	.328	24	8	2×4
	GO			26.8	66.8	29.6			81	14	
154*a*	BO	Dander-		19.4	60.3	23.0			332	16	4×4
	DO	Ngorogoenoeng	38	–	–	–	III	1.100	–	–	–
	GO			19.4	60.3	23.0			332	16	
154*b*	BO	Dander-		19.6	61.7	23.3			288	12	4×3
	DO	Ngorogoenoeng	38	–	–	–	III	1.096	–	–	–
	GO			19.6	61.7	23.3			288	12	
119	BO	Walikoekoen-		17.9	58.1	21.7			128	9	3×3
	DO	N. Walikoekoen	48	16.2	59.9	16.6	II	.305	38	6	2×3
	GO			17.6	57.4	20.7			166	15	
39*a*	BO	Kendal-		23.9	62.8	27.8			78	6	2×3
	DO	Soebah	58	21.2	53.8	21.6	III	.302	23	3	1×3
	GO			23.5	57.0	26.4			101	9	
68	BO	Djatirogo-		33.7	62.6	44.4			40	6	2×3
	DO	Ngidjo	64	33.0	63.3	38.6	IV/V	.350	14	4	1×4
	GO			33.6	62.5	43.0			54	10	
95	BO	Tjepoe-		38.2	57.3	50.0			20	3	1×3
	DO	Bloengoen	67	–	–	–	V	.245	–	–	–
	GO			38.2	57.3	50.0			20	3	
115*b*	BO	Saradan-		32.7	65.4	51.6			27	6	2×3
	DO	Redjoeno	76	30.1	63.1	38.3	IV	.281	21	8	2×4
	GO			31.9	62.7	46.2			48	14	
117	BO	Padangan-		34.7	61.1	59.4			28	6	2×3
	DO	Wadeng	86	35.2	63.9	48.5	IV	.344	6	4	1×4
	GO			34.8	62.4	57.6			34	10	

1) BO = blijvende opstand [*remaining stand*]; DO = dunningsopstand [*stand removed in thinning*]; GO = gehee*l area height of the stand*]; *Ka*% = gemiddelde, procentische kroonaanzethoogte van den opstand [*mean height of of the stand*]; *Vdk* = totaal dikhoutvolume [*total thickwood volume*]; *Vbm* = totaal boomvolume [*total volume of tree*

Table no. XXV.]

Van Urich zoowel met behulp van gevelde modelboomen als met behulp van de boomtafel [1]).

Of the method of Urich, both with felled sample trees and with the volume table [1]).]

Totaal volume (*Total volume*)					Verschil (*Difference*)						Proefperknummer (*Number of sample plot*)	
volgens opmeting (*according to measurement*)		volgens de tafel (*according to the volume table*)			in m³			in %				
Vbm	*Vdk*	*Vbm*	*Vdk*	*Vdk* gecorrigeerd (*corrected*)	*Vbm*	*Vdk*	*Vdk* gecorrigeerd (*corrected*)	*Vbm*	*Vdk*	*Vdk* gecorrigeerd (*corrected*)		
m³	m³	m³	m³	m³								
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
15.586	10.235	16.920	9.650	9.804	+1.334	− .585	− .431	+ 8.6	− 5.7	− 4.2	BO	111
5.734	2.845	5.747	2.444	2.483	+ .013	− .401	− .362	+ .2	−14.1	−12.7	DO	
21.320	13.080	22.667	12.094	12.287	+1.347	− .986	− .793	+ 6.3	− 7.5	− 6.1	GO	
20.073	13.794	17.870	13.410	13.625	−2.203	− .384	− .169	−11.0	− 2.8	− 1.2	BO	124
4.528	3.254	4.574	3.064	3.113	+ .046	− .190	− .141	+ 1.0	− 5.8	− 4.3	DO	
24.601	17.048	22.444	16.474	16.738	−2.157	− .574	− .310	− 8.8	− 3.4	− 1.8	GO	
71.422	58.146	70.638	58.800	59.741	− .784	+ .654	+1.595	− 1.1	+ 1.1	+ 2.7	BO	72
27.688	15.192	18.868	15.599	15.849	+1.180	+ .407	+ .657	+ 6.7	+ 2.7	+ 4.3	DO	
89.110	73.338	89.506	74.399	75.590	+ .396	+1.061	+2.252	+ .4	+ 1.4	+ 3.1	GO	
200.381	174.866	202.661	173.828	176.609	+2.280	−1.038	+1.743	+ 1.1	− .6	+ 1.0	BO	160*a*
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	DO	
200.381	174.866	202.661	173.828	176.609	+2.280	−1.038	+1.743	+ 1.1	− .6	+ 1.0	GO	
243.305	215.937	240.610	207.226	210.542	−2.695	−8.711	−5.395	− 1.1	− 4.0	− 2.5	BO	160*b*
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	DO	
243.305	215.937	240.610	207.226	210.542	−2.695	−8.711	−5.395	− 1.1	− 4.0	− 2.5	GO	
66.464	58.487	60.422	53.167	54.018	−6.042	−5.320	−4.469	− 9.1	− 9.1	− 7.6	BO	69
19.629	17.517	17.839	15.512	15.760	−1.790	−2.005	−1.757	− 9.1	−11.4	−10.0	DO	
86.093	76.004	78.261	68.679	69.778	−7.832	−7.325	−6.226	− 9.1	− 9.6	− 8.2	GO	
166.669	131.941	157.348	128.523	130.579	−9.321	−3.418	−1.362	− 5.6	− 2.6	− 1.0	BO	154*a*
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	DO	
166.669	131.941	157.348	128.523	130.579	−9.321	−3.418	−1.362	− 5.6	− 2.6	− 1.0	GO	
146.139	119.528	141.545	116.619	118.485	−4.594	−2.909	−1.043	− 3.1	− 2.4	− .9	BO	154*b*
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	DO	
146.139	119.528	141.545	116.619	118.485	−4.594	−2.909	−1.043	− 3.1	− 2.4	− .9	GO	
49.378	42.110	50.806	40.799	41.452	+1.428	−1.311	− .658	+ 2.9	− 3.1	− 1.6	BO	119
7.592	6.437	7.897	6.229	6.329	+ .305	− .208	− .108	+ 4.0	− 3.2	− 1.7	DO	
56.970	48.547	58.703	47.028	47.781	+1.733	−1.519	− .766	+ 3.0	− 3.1	− 1.6	GO	
61.422	52.789	62.102	53.100	53.950	+ .680	+ .311	+1.161	+ 1.1	+ .6	+ 2.2	BO	39*a*
10.087	8.515	10.468	8.562	8.699	+ .381	+ .047	+ .184	+ 3.8	+ .6	+ 2.2	DO	
71.509	61.304	72.570	61.662	62.649	+1.061	+ .358	+1.345	+ 1.5	+ .6	+ 2.2	GO	
118.424	103.371	107.614	97.329	98.886	−10.810	−6.042	−4.485	− 9.1	− 5.8	− 4.3	BO	68
28.626	26.371	27.910	25.133	25.535	− .716	−1.238	− .836	− 2.5	− 4.7	− 3.2	DO	
147.050	129.742	135.524	122.462	124.421	−11.526	−7.280	−5.321	− 7.8	− 5.6	− 4.1	GO	
81 213	74.170	74.778	70.449	71.576	−6.435	−3.721	−2.594	− 7.9	− 5.0	− 3.5	BO	95
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	DO	
81.213	74.170	74.778	70.449	71.576	−6.435	−3.721	−2.594	− 7.9	− 5.0	− 3.5	GO	
97.487	90.680	94.740	85.907	87.282	−2.747	−4.773	−3.398	− 2.8	− 5.3	− 3.7	BO	115*b*
38.478	35.863	37.691	33.568	34.105	−1.787	−2.295	−1.758	− 4.5	− 6.4	− 4.9	DO	
136.965	126.543	132.431	119.475	121.387	−4.534	−7.068	−5.156	− 3.3	− 5.6	− 4.1	GO	
137.432	124.981	138.617	126.421	128.444	+1.185	+1.440	+3.463	+ .9	+ 1.2	+ 2.8	BO	117
19.172	17.704	19.953	18.178	18.469	+ .781	+ .474	+ .765	+ 4.1	+ 2.7	+ 4.3	DO	
156.604	142.685	158.570	144.599	146.913	+1.966	+1.914	+4.228	+ 1.3	+ 1.3	+ 3.0	GO	

[1]) Opstand = BO + DO [*total stand* = BO + DO]; *H* = gemiddelde stamvlak-hoogte van den opstand [*mean stem-crown base of the stand in % of H*); $g^{d}_{1.3}$ = gemiddelde stamvlakdiameter van den opstand [*mean stem-area diameter*

Een hulpmiddel bezit pas waarde, wanneer men weet, welke gebreken en eigenaardigheden het bezit, en men bovendien geheel op de hoogte is, hoe ermede gewerkt moet worden.

Het eerste punt is in het voorgaande en in hoofdstuk II voor de djatitafel reeds eenigermate belicht. Het is noodig, dat de tafel in de toekomst met behulp van aanvullende gegevens van boomen met groote afmetingen wordt verbeterd; men mag echter niet verwachten, dat daardoor de middelbare fout per waarneming kleiner zal worden.

Om het laatste te bereiken, zal het onderzoek anders moeten worden opgezet (onderzoek van opstanden afzonderlijk), of men moet meer dan één diameter meten. De tweede weg blijft voor de practijk buiten beschouwing; de eerste weg zal de middelbare fout per waarneming, waarschijnlijk slechts in geringe mate, kleiner maken.

Aan voldoende kennis, hoe met behulp van een algemeene tafel op doeltreffende wijze gewerkt kan worden, ontbreekt het bij de practijk vaak. In deze richting zal het Proefstation dus nog voorlichting moeten geven. Schrijver dezes heeft bijv. reeds in de rasamalapublicatie (1931) verduidelijkt, hoe uit een algemeene tafel locale tafels kunnen worden afgeleid, waarbij de bij de schatting tijdroovendste arbeid, namelijk de boomhoogtemeting, voor een belangrijk gedeelte verminderd wordt.

AANTEEKENINGEN EN OPMERKINGEN.

HOOFDSTUK I.

[1] Gebezigd in plaats van de onjuiste en bovendien weinig zeggende benaming „massatafel". In stede van „opbrengsttafel" spreekt schrijver dezes van „opstandstafel", waardoor misverstand voorkomen wordt (zie APPELMAN-1926 — WOLFF VON WÜLFING-1926).

Geeft een tafel slechts kenmerken voor de spil (geheele spil of een gedeelte ervan), dan kan men spreken van een „stamtafel". Worden kenmerken voor den geheelen boom of, behalve die voor den stam, ook die voor een gedeelte der takken (bijv. dikhoutvolume) gegeven, dan is de benaming „boomtafel" geschikter. In den tekst zal eenvoudigheidshalve in het vervolg slechts van „tafels" gesproken worden, wanneer op genoemd verschil niet de nadruk gelegd behoeft te worden.

[2] Zoo is een opstandstafel weer minder geschikt voor het kubeeren van één opstand; zij dient voor het kubeeren van verscheidene opstanden (bijv. voor inrichtingsdoeleinden in een houtvesterij).

[3] Afgezien nog van het feit, dat bij herhaalde opnamen van een perk op den duur het aantal geschikte modelboomen in de isoleerstrook (Europa) of in de zoogenaamde modelboomstrook om de isoleerstrook (Java) klein wordt. Bij velling van modelboomen in de isoleerstrook wordt deze bovendien vrij spoedig zoodanig gehavend, dat zij haar functie niet meer naar behooren vervullen kan.

Met name voor de tropische houtsoorten, waarbij het stamtal op ouderen leeftijd in vergelijking met dat van houtsoorten uit de gematigde luchtstreken gering is (WOLFF VON WÜLFING-1931), wordt het vellen van modelboomen spoedig zeer bezwaarlijk.

[4] Het betreft hier publicaties over min of meer gelijkjarige, zuivere of weinig gemengde opstanden (zoogenaamde "second growth"). Bij onderzoekingen in ongelijkjarige of (en) zeer gemengde opstanden spelen opstandstafels natuurlijk geen rol.

[5] Ook is wel eens voorgesteld een sectiemethode met behulp van photographische opnamen; deze methode is kostbaar en zeer omslachtig, zoodat zij nooit ingang heeft gevonden. Evenmin het gebruik van dendrometers op eenigszins belangrijke schaal, hoewel zulke instrumenten in enkele leerboeken (bijv. CHATURVEDI-1926) en door sommige onderzoekers (bijv. SCHIFFEL-1899) wel worden aanbevolen.

[6] Strikt genomen wordt ook het stamvolume bij opmeting volgens een sectiemethode door schatting verkregen, omdat hierbij geen directe bepaling plaats heeft.

[7] Sommige onderzoekers wijzen er op, dat men bij toepassing van deze methode in verschillende landen in conflict zou kunnen komen met uitgevaardigde wetten ter beveiliging van den arbeider.

[8] Dergelijke instrumenten worden in Skandinavië veel gebezigd. In de betreffende literatuur zijn verscheidene typen beschreven. JONSON (1928) beveelt het instrument van A. LÖF warm aan.

Op grond der beschrijvingen krijgt men echter den indruk, dat zulke instrumenten tamelijk teer zijn. Voor de practijk in Indië zou ik ze zeker niet aanbevelen.

[9] In Engeland wordt deze werkwijze in proefperken thans dikwijls toegepast (zie MACDONALD-1931 en "Forestry Commission Bulletin no. 10, 1928: Growth and yield of conifers in Great Britain").

[10] Slechts houtsoorten zullen ter sprake worden gebracht, welke een takvrij stamstuk van voldoende lengte bezitten.

[11] Bijv. de geslachten *Quercus* (*Fagaceae;* bekend is in dit opzicht de pasang djangkar — *Q. pseudomolucca* BL. — in het gebergtebosch op Java), *Hopea* (*Dipterocarpaceae*), *Xylopia* (*Anonaceae*), *Dillenia* (*Dilleniaceae*), *Palaquium* (*Sapotaceae*), *Eugenia* (*Myrtaceae*), verschillende geslachten behoorende tot de familie der *Myristicaceae*, enz.

Typische beelden van het vloedbosch en van de *Rhizophora*'s vindt men onder andere in de publicaties van WATSON (1928), WIND (1923), DEN BERGER, MEINDERSMA en BECKING (1922), BROWN en FISCHER (1918), enz.

[12] Al naar de eigenaardigheden van de houtsoort, de gevolgde exploitatiewijze en de exploitatie-omstandigheden, de vereischte minimumdikte en -lengte, enz. kan deze lengte varieeren. Bij loofhoutsoorten is het in vele gevallen onjuist het topeinde van dit stamstuk op kroonaanzethoogte te zoeken; het ligt lager (WOLFF VON WÜLFING-1931).

[13] Voor Noord Amerika kan verwezen worden naar talrijke publicaties, waarvan slechts een klein gedeelte in de literatuurlijst is opgenomen, in het bijzonder naar verzamelwerken zooals die van GRAVES en ZIEGLER (1910), FROTHINGHAM (1915), MUNNS en BROWN (1925), HAWLEY en WHEATON (1926), Miscellaneous Publications no. 50 U.S.A.: Volume, yield and stand tables for second-growth southern pines (1929), BRUCE en FORBES (1930), BELYEA en PORTER (?). Voor de Philippijnen naar de tafel, afgedrukt in GONGGRIJP en WARTA (1929) en naar VERSOZA (1931); voor Frankrijk naar PEUPION (1905); BIQUET (1910), BROILLARD (1911), VANUTBERGHE (?), enz.; voor Noorwegen naar EIDE en LANGSAETER (1929); voor Hongarije naar FEKETE (1931); voor Java naar STOUTJESDIJK (1927) en WOLFF VON WÜLFING (1931, 1932).

[14] Verschillende onderzoekers stellen de stronkhoogte op een zeker percentage — veelal 1% — van de boomhoogte (bijv. WEISE-1881, HEDEBY-1929 en verschillende Amerikanen). Op deze wijze wordt rekening gehouden met de omstandigheid, dat in het algemeen de stronkhoogte met de boomhoogte toeneemt (zie ook de stamtafels voor Preanger houtsoorten).

[15] Ook CZIHATSKY nam reeds in 1893 in Duitschland hetzelfde standpunt in.

[16] Zie bijv. WESTRA (1922) en HART (1931).

[17] Zie bijv. ROULLEAU (1905), PEUPION (1905), HUFFEL (1905), BIQUET (1910), ADRIAN (?) en GOURSAUD (?). HUFFEL deelt mede, dat bij loofhoutsoorten de meetband in Frankrijk het meest wordt toegepast.

[18] Bij het Djatibedrijf worden thans dergelijke meetbanden voor het opmeten van onbekapte palen gebezigd. De indeeling is gebaseerd op gegevens van het Proefstation, welke rekening houden met de onregelmatigheden van het stamvlak bij den djati (zie verder).

[19] Ook bij klemming is het mogelijk de fout voor een belangrijk gedeelte constant of in elk geval regelmatig te maken. Bij de, bij opnamen van djatiperken toegepaste methode van klemming met gleuvencorrectie (zie verder) is het aantal geconstateerde gevallen van „negatieven" bijgroei zeer gering; het komt slechts zoo nu en dan voor bij de kleinere boomen van den dunningsopstand. Dat de diktebijgroei rond den stam bij deze houtsoort zeer onregelmatig plaats vindt, is uit de onderzoekingen van BEEKMAN (1915) en BEUMÉE en DE BOER (1920) bekend.

[20] Tafels met omtrekken en diameters geven HOWARD voor sal en chir (1924), voor sal (1925); MAITLAND voor djati en sal (1925); SURI voor sundri en sal (1928); CHAMPION, MAHENDRU en SURI voor kail of "blue pine" (1929) en khair (1929 en 1931); MAHENDRU voor semal (1932), onzen randoe alas. In de tafels van 1928 af zijn conversiefactoren uit waarnemingen afgeleid. Het is echter mijns inziens de vraag, of voor elke houtsoort wel met één factor volstaan kan worden.

[21] Forestry Commission Bulletin no. 10 (1928) en MACDONALD (1931).

[22] Het oorspronkelijke voorschrift van BEEKMAN is later een weinig gewijzigd (WOLFF VON WÜLFING-1929).

[23] Om hiervoor voldoende cijfers te verkrijgen, zijn gedurende eenige jaren bij

de perkopnamen, behalve de reeds beschreven diameterbepalingen, ook omtrekmetingen verricht.

MAHENDRU (1932) heeft een overeenkomstig onderzoek voor den semal verricht. Voor borsthoogte werd het verband nagegaan tusschen den omtrek, over de wortellijsten gemeten, en den zoo genaamden, normalen diameter. Laatstgenoemd kenmerk werd verkregen door op een grafiek de stamkromme voor het stamstuk boven de wortellijsten naar beneden op het oog te verlengen en op deze kromme den diameter op 1.30 m hoogte af te lezen.

Deze methode is mijns inziens voor boomen met wortellijsten niet aan te bevelen, omdat de mate, waarin wortellijsten voorkomen, zoo buitengewoon kan varieeren, dat gemiddelde waarden weinig zin hebben. Beter is het om in de tafel diameters op verschillende hoogten te geven, zoodat men steeds boven het gebied der wortellijsten kan meten.

[24] De "Biltmore-stick" is een instrument, dat door den "timber cruiser" in Noord Amerika dikwijls wordt gebezigd (zie verschillende Amerikaansche, houtmeetkundige publicaties, welke in de literatuurlijst zijn genoemd). De in Indië thans toegepaste methode is door schrijver dezes in Tectona beschreven (1931).

[25] Bij het door BEEKMAN verrichte onderzoek werd slechts aan een individueele gleuvencorrectie met behulp van het gleuveninstrument gedacht. In zoo'n geval komt het er weinig op aan, of men op 1.30 of 1.50 m hoogte meet.

[26] In het verder volgende zal, wanneer op de gevolgde methode van meten niet de nadruk gelegd behoeft te worden, gemakshalve steeds van „diameter" gesproken worden.

[27] Het heeft niet aan voorstellen ontbroken om een echt vormquotiënt als metingskenmerk in te voeren (HAMPEL-1929, HOHENADL-1927, enz.). Aangezien echter — voor zoover mij bekend — geen tafels overeenkomstig deze voorstellen zijn ingericht, kunnen deze vormquotiënten hier buiten beschouwing blijven.

De wijze, waarop de verschillende soorten van vormquotiënten en ook vormgetallen (zie verder) gedefinieerd worden, kan de belangstellende lezer in diverse houtmeetkundige studieboeken en verhandelingen vinden, bijv. in een opstel van schrijver dezes over stamtafels in Tectona (1930), waarbij ter verduidelijking ook teekeningen gegeven zijn.

[28] Tafels met onechte vormklassen zijn opgesteld onder anderen door KUNZE (1890, 1891, 1907, 1909), SCHUBERG (1891, 1894), SCHIFFEL (1899, 1905, 1907, 1908), SCHWAPPACH (1905), VON KRÜDENER (1908, 1909, 1910, 1911, 1912), MAASS (1908, 1911); tafels met absolute vormklassen onder anderen door JONSON (1910, 1911, 1912, 1918), RONGE (1916), LINDBLAD (1920), HAWLEY en MERRILL (1924), HAWLEY en WHEATON (1926), BEHRE (1928), MEYER (1929), HEDEBY (1929).

In de publicatie van KUNZE (1890) wordt er in den titel de nadruk op gelegd, dat de methode voor gevelde boomen geldt.

Uit het gegeven overzicht blijkt duidelijk, dat de tafels met absolute vormklassen voor het grootste gedeelte van nieuweren datum zijn; de onechte vormquotiënten hebben thans practisch afgedaan.

[29] Buiten beschouwing worden hierbij gelaten de verschillende, bijna zonder uitzondering primitieve Fransche tafels, waarbij de schattingen slechts gedaan worden voor het timmerhoutstamstuk, zonder met boomhoogte rekening te houden. Behalve de diameter op 1.30 of 1.50 m, welke gemeten wordt, moet — direct of indirect — oculair geschat worden de midden- of topdiameter, of een betreffend vormquotiënt (GOURSAUD, BROILLARD-1911, GALLOT-1931, enz.). Ook leidt men dezen middendiameter gaarne af uit een geschatte „décroissance par mètre", een methode welke de Amerikaansche "timber cruiser", toen hij nog niet over behoorlijke tafels beschikte, ook dikwijls toegepast heeft. Aan dergelijke schattingen kan weinig waarde gehecht worden; ROULLEAU (1915) en BIQUET (1910) leveren daarop critiek, doch geven tabellen, welke weinig beter zijn.

[30] Deze methode vindt men in verschillende Amerikaansche werken over houtmeetkunde, zooals bijv. CHAPMAN (1921), beschreven.

[31] WIMMENAUER gaf reeds in 1918 van zijn voorkeur voor echte vormquotiënten blijk, al was dit niet in verband met tafelconstructies.

[32] Hieronder wordt in dit opstel steeds verstaan de bast met de schors.

[33] Meer uitvoerige onderzoekingen over den bast zijn gedaan door SCHIFFEL (1905, 1907, 1908), MAASS (1908, 1911), JONSON (1910, 1911, 1918), MATTSSON (1917), WRETLIND (1917), EIDE (1923, 1927), HOWARD (1924, 1925), HEDEBY (1929), ÖSTLIN (1930), WIEDEMANN (1932), WINTERS (1932), enz. voor groven den, fijnspar, zilverden, "white oak", chir, lork, berk, eik, sal, djati, enz.

Tropische houtsoorten, welke, wat betreft den bast, zich op overeenkomstige wijze gedragen als grove den, komen voor, bijv. pilang (WIND-1923 maakte voor deze houtsoort onderscheid tusschen schubbast en gladbast).

[34] Schrijver dezes vernam van Inlanders, dat op grond van het aanvreten van den bast door deze insecten, het spoedig doorkomen der regens voorspeld kan worden.

[35] Een uitzondering maken sommige loofhoutsoorten, welke door haar regelmatig gevormde kroonspil (met tamelijk dunne zijtakken) een coniferenhabitus bezitten (bijv. tjemara, sommige berken- en populiersoorten, enz.). Deze zou men, in navolging van het naaldhout, in spil en takken kunnen verdeelen.

In Britsch Indië ziet men thans ook in ruimeren kring in, dat een scheiding van dik- en takhout van minder belang is dan die van stam- en kroonhout.

Zoo geeft CHAMPION (1932) in een publicatie over takhoutgegevens de conclusie, waartoe men op het boschbouwkundig congres te Dehra Dun in 1929 ten aanzien van bovengenoemde scheidingen kwam, in de voorrede met de volgende bewoordingen weer:

"It was pointed out that our distinction between smallwood and timber was a purely arbitrary one which might conceivably be altered in the future, so that we should be ill-advised to omit complete measurement of the main stem but that it should be possible to compute average figures for branch smallwood from existing data, which would be accurate enough for practical purposes in those cases in which smallwood is of value."

[36] Bij velling van geringde stammen worden bovendien vele kleine takken zóódanig beschadigd — zij breken in kleine stukjes —, dat zij voor opwerking niet in aanmerking komen.

DIJKMANS (1931) bezigde, bij zijn exploitatie-onderzoek in eindkappen, als dikhoutgrens 15 cm zonder bast. Deze grens is te groot; genoemde schrijver vestigt er zelf de aandacht op, dat juist het hout met een kleineren diameter dan 15 cm het industriebrandhout ($^1/_2$ m, ongekloofd) levert.

[37] Zie de verschillende Britsch-Indische tafelpublicaties, waarin steeds een lijst met een omschrijving der gebezigde kenmerken gegeven wordt. In de "Silvicultural research manual", deel II, 1931, van CHAMPION en MAHENDRU vindt men meer uitgebreide omschrijvingen.

[38] Buiten beschouwing worden gelaten ploegstelen en scheepsbouwhoutwerken, welke de kroon kan opleveren. Ook kleine dwarsliggers, velgen en naven kunnen uit kroonhout worden aangemaakt, bij goed gevormde boomen echter in geringe hoeveelheden.

[39] Zie bijv. de publicaties van W. en J. H. BECKING (1919), J. H. BECKING (1926) en WESTRA (1930), waarin een beeld wordt gegeven van de hooge vlucht, welke de exploitatie van het djatidunningshout gedurende de laatste 15 jaren genomen heeft. In eerstgenoemd artikel wordt een tabel met afmetingen der dunningssortimenten gegeven.

[40] Verwezen wordt naar de verschillende tafelpublicaties uit genoemde landen en naar verschillende houtmeetkundige werken, in de literatuurlijst vermeld. Vooral CHAPMAN (1921), doch ook GRAVES (1914) behandelen dit onderwerp uitvoerig. Ook in verschillende Fransche werken wordt het opwerkingsonderzoek besproken; dit geschiedt echter meestal op zeer elementaire wijze.

[41] Over timmerhoutopwerking in het Javasche djatiboschgebied is in den loop der jaren een groot aantal artikelen in het tijdschrift Tectona verschenen (BECKING-1927, VAN DOORN-1931, DRAAISMA-1921, DIJKMANS-1931, HART-1924, 1931, VAN DER KUIP-1928, LUGT-1908, 1928, WARTA-1927, WESTRA-1922, 1928, ZONDAG-1927, 1928; de

opstellen van LUGT-1928 en WESTRA-1928 geven een aaneensluitende geschiedenis van 1897 af). De wijze van opwerking heeft niet alleen groote veranderingen ondergaan, doch is ook thans in verschillende gebieden verschillend (zie bijv. het Verslag van de Commissie voor de Java-houtcontracten, 1931).

[42] In de rasamala-publicatie (1931) is dit onderwerp uitvoeriger besproken.

[43] Een "board foot" (ft. B. M.) is een plank 1" (= 0.0254 m) dik, 1' (= 0.3048 m) breed en 1' lang (dus 100 ft. B. M. = 0.236 m^3). Het is de volume-eenheid, in de Vereenigde Staten voor bezaagd hout gebezigd.

[44] Een voorbeeld hiervan is de "quarter girth" of "Hoppus rule". Een stamstuk met een lengte l en middenomtrek o bezit volgens dezen "rule" een volume $\left(\frac{o}{4}\right)^2 l$, dus ongeveer 78.5% van den juisten inhoud. Veel in Groot Brittannië en Britsch Indië door den houthandel gebezigd. De volumina in de Engelsche opstandstafels zijn op genoemde wijze berekend — vide "Forestry Commission Bulletin" no. 10, 1928; volgens MACDONALD (1931) wordt thans deze methode bij perkopnamen niet meer toegepast. Verschillende Britsch-Indische tafels geven naast de juiste inhouden ook de inhouden volgens den "quarter girth rule".

Verder moeten hiertoe ook de methoden gerekend worden, welke, behalve in Amerika zeer veel in Frankrijk worden toegepast („cubage au quart sans déduction, au cinquième déduit", enz.). Een kubeering als cylinder met den topdiameter van het stamstuk als diameter (VERSOZA-1931) geeft natuurlijk ook te kleine inhouden. Het is echter in dit geval niet mogelijk door toepassing van één factor de fout weg te nemen.

[45] Bijv. de veel gebezigde „Doyle log rule", welke volgens CHAPMAN (1921) aan boscheigenaren bij verkoop van stamstukken of staand hout verliezen van millioenen dollars berokkend heeft.

[46] Bij sommige tafelonderzoekingen voor Preanger wildhoutsoorten is dit geschied, ten einde tijd te winnen en ook, omdat in enkele gevallen de werkelijke opwerking op zeer oneconomische wijze plaats had. Bij deze methode bestaat het gevaar, dat de uitkomsten geflatteerd zijn; het verdient dus aanbeveling deze, waar er gelegenheid toe bestaat, op grond van opwerkingsresultaten te corrigeeren.

[47] Zie bijv. CHIPP-1932.

[48] Bij het onderzoek van timmerhoutstamstukken volgens de methode van BRUCE met "frustum form factors", welke onder anderen door CHAPMAN (1921) en BAKER (1925) beschreven wordt. Tafels, volgens deze methode opgesteld, vindt men bijv. in BRUCE (1921), SCHUMACHER (1926), KORSTIAN en BRUSH (1931) en verscheidene in het verzamelwerk van MUNNS en BROWN (1925). Opgemerkt moet worden, dat een voorstel tot toepassing van kegelvormgetallen reeds lang geleden in Duitschland gedaan werd (bijv. GRUNDNER in 1898).

[49] BAUR (1890) voor fijnspar, SCHWAPPACH (1890) voor groven den, SCHUBERG (1891) voor zilverden, BÖHMERLE (1893) voor „Schwarzförhre", GRUNDNER en HORN (1898) voor beuk en SCHWAPPACH (1905) voor eik. Deze tafels zijn alle — enkele een weinig gewijzigd — opgenomen in het verzamelwerk van SCHWAPPACH en GRUNDNER (1913), te samen met een tafel van SCHWAPPACH voor els (102), een van GRUNDNER voor berk en een van SCHIFFEL (1905) voor lork. Laatstgenoemde tafel behoort, door de geheel afwijkende constructie, niet tot de serie. Zij werd overgenomen, omdat men niet over andere gegevens voor deze houtsoort beschikte.

[50] Door BEHM (1872) in de maten van het metrieke stelsel omgerekend. Opgemerkt moet worden, dat deze methode later ook in Britsch Indië steeds is toegepast. In Noord-Amerika geschiedt dit eveneens vaak in de gevallen, dat een onderzoek van den stamvorm niet op den voorgrond staat.

[51] De zoogenaamde vormhoogte, dat is het vormgetal vermenigvuldigd met de boomhoogte, is een enkele maal als kenmerk gebezigd.

[52] Bijv. KUNZE-1890, 1891, 1901, 1903, 1907, 1909; diverse onderzoekingen van VON KRÜDENER; SCHUBERG-1891, 1894; SCHWAPPACH-1905; SCHIFFEL-1899, 1905, 1907, 1908; MAASS-1908, 1911; TKATSCHENKO-1912; ZON-1914. KUNZE geeft in zijn

publicaties duidelijk blijk in het onzekere te zijn omtrent het soort vormgetal, dat voor het doel het best geschikt is; behalve met onechte heeft hij ook gewerkt met absolute (1898, 1899, 1902, 1904, 1910) en in andere gevallen weer met echte vormgetallen (1877, 1886, 1888, 1890).

[53] Bijv. JONSON-1910, 1911; HOHENADL-1924, 1925, 1927, 1931; PETTERSON-1926; BEHRE-1927; HAMPEL-1929; TOZAWA-1929, MACDONALD-1931.

[54] Bijv. JONSON en TOZAWA.

[55] De wijze van omrekening is natuurlijk afwijkend van die, welke PRESZLER toepaste.

[56] Opstellen, welke onder andere dit onderwerp behandelen, hebben bijv. WIMMENAUER (1898, 1918) en HOHENADL (1924, 1927) geleverd.

[57] „De absoluta formtalen ha den fördelen framför de oäkta, att i förra fallet träd af lika form ha samma formtal, oberoende af höjden, då däremot brösthöjdsformtalen hos träd af samma form äro beroende af trädhöjden."

[58] „Vi vil da som maal for formen bruke traernes formtal, forholdet mellem kubikindholdet og indholdet av en taenkt cylinder med brysthøidetversnittet som grundflate."

[59] Bijv. „methode der kleinste kwadraten", „geometrie", enz.

[60] Met absolute kenmerken worden de grootten van kenmerken bedoeld, uitgedrukt in eenheden van het metrieke stelsel.

[61] Als bewijs, dat het afzonderen van groeigebieden niet noodig was, werd aangevoerd, dat de Beiersche tafels zeer goed voor geheel Duitschland voldaan hebben.

SCHUBERG gaf reeds eerder blijk (1891, 1894) een tegenstander te zijn zoowel van het afzonderen van groeigebieden als van leeftijdsklassen. BAUR ging bij het onderzoek voor fijnspar (1890) met betrekking tot groeigebieden slechts met grooten tegenzin tot zoo'n indeeling over.

Toen later verschillende tafels in één werk werden gepubliceerd (GRUNDNER-SCHWAPPACH-1913), zijn de groeigebieden — door herbewerking der betreffende tafels — vervallen.

[62] Bijv. KUNZE (1886) voor groven den, BÖHMERLE (1893) voor „Schwarzföhre", GRUNDNER en HORN (1898) voor beuk.

[63] Bijv. SCHUBERG (1894) voor beuk, FLURY (1903) voor beuk en fijnspar, SCHIFFEL (1905) voor lork, VON GUTTENBERG (1915) voor fijnspar, FEKETE (1931) voor eik. Zie ook KÜNKELE (1922).

[64] Als gemiddeld cijfer voor een opstand van een bepaalde boniteit en bekenden leeftijd, is het betreffende kenmerk niet zoozeer een maat voor den sluitingsgraad als wel voor de toegepaste methode van verpleging. Voor opstanden van denzelfden leeftijd en overeenkomstige boniteit kan de sluitingsgraad, beoordeeld naar het kronendak der heerschende boomen, dezelfde zijn en de gemiddelde dimensiequotiënten tamelijk uiteenloopen.

[65] HOHENADL is een onderzoeker, die door een lange reeks van publicaties, welke getuigen van een scherp inzicht in theoretische vraagstukken van houtmeetkundigen en statistischen aard, vooral buiten Duitschland de aandacht op zich heeft gevestigd. Het is echter merkwaardig, dat deze onderzoeker, die in de volle practijk staat — HOHENADL is „Förster" in een Beiersche houtvesterij — zich zoo weinig moeite heeft gegeven om zijn theorieën aan een voldoend aantal eigen waarnemingen te toetsen en ook weinig blijk heeft gegeven door het doen van practisch uitvoerbare voorstellen de behoeften en nooden van de practijk voldoende te begrijpen.

HOHENADL beklaagt zich erover, dat door de practijk van zijn publicaties zoo weinig notitie is genomen; dit behoeft in verband met het voorgaande geen verwondering te wekken.

[66] HUFFEL (1905), KNUCHEL (1929), en verder Britsch-Indische en Noord-Amerikaansche publicaties (GRAVES en ZIEGLER-1910, MARSDEN-1917, MURPHY-1917, HOWARD-1924, 1925, 1926, SURI-1928, CHAMPION, MAHENDRU en SURI-1929, CHAMPION en MAHENDRU-1931).

[67] Vide bijv. BUSSE-1929–1930 („Forstlexikon", deel II, blz. 49).

[68] Zeer vaak worden dergelijke gefixeerde kenmerken verzwegen, zoodat men niet kan controleeren of zoo'n locale tafel voor bepaalde opstanden geldig is.

[69] In de Philippijnen bijv. heeft men tot voor korten tijd een soort „eenheidstarief" gebezigd (zie GONGGRIJP en WARTA-1929). Uit het feit, dat men er thans toe overgaat om algemeene tafels voor de verschillende houtsoorten op te stellen — als eerste tafel van deze serie is verschenen een tafel voor "benguet pine" (VERSOZA-1931) —, blijkt voldoende, dat de oude tabellen niet geheel voldeden.

[70] Dikwijls heeft bovendien aanvulling plaats gehad met gegevens van boomen, verspreid aangewezen in niet opgemeten opstanden. Ook bij het onderzoek voor den djati is dit geschied.

[71] Zie ook WOLFF VON WÜLFING (1920), NORDQUIST (1924), MØLLER (1929), enz.

[72] Bijv. SCHIFFEL voor fijnspar (1904), WIMMER voor beuk (1914), HAGELBERG (1918), BEEKMAN voor djati (1920), SCHUHMACHER (1926), GAYER voor fijnspar (1931).

[73] Het inschakelen van een opstandstafel is natuurlijk niet noodzakelijk. Men kan ook direct op grond van het opstandsonderzoek tot opstelling van locale tafels overgaan.

[74] Wanneer het volume aan staande boomen niet nauwkeurig bepaald kan worden, komt voor den blijvenden opstand er nog het bezwaar bij, dat boomen buiten het perk voor de volumebepaling gebezigd moeten worden.

[75] Bijv. CAJANUS (1914), MEYER (1928, 1930). CHAMPION, SURI en MAHENDRU (1929) pasten voor "blue pine" de methode voor normale verdeelingen toe. Het moet mijns inziens ten zeerste betwijfeld worden, of dit wel juist is; frequentie-verdeelingen voor den diameter zijn haast nooit normaal (de oorspronkelijke perkcijfers werden niet gepubliceerd).

[76] Bijv. BRUCE en REINEKE (1929), MEYER (1929). Deze methode heeft groote gelijkenis met die van VAN UVEN (1916).

[77] Voor loofhoutsoorten zou men bovendien alle onderzochte perken moeten vellen!

[78] Hoewel het aan het betoog weinig afdoet, moet worden opgemerkt, dat door diverse omstandigheden het gestelde doel dikwijls niet bereikt wordt. Voor een gebied, waarin een bepaalde bedrijfsvorm van betrekkelijk jongen datum is, is de normaaltoestand, waarnaar men streeft, nog niet bereikt; het kan dan voorkomen, dat men voor de oudere leeftijdsklassen geen voldoend aantal perken kan uitzetten. Dit geldt bijv. voor den plantsoendjati op Java. Voor zoo'n toestand zou men bovendien de vraag kunnen stellen, of ook een juiste „steekproef" van perken voor een correlatie-onderzoek eenige waarde bezit.

In elk geval toont het besprokene voldoende aan, dat het bij toepassing van de gebruikelijke methode aanbeveling verdient het stamtafelonderzoek onafhankelijk van het opstandstafelonderzoek te verrichten (zie de in dit verband eerder gemaakte opmerkingen).

[79] In mindere mate heeft men dit bij de methoden van SPEIDEL en KOPETZKY.

BEHRINGER (1900) leidde voor sortimentsonderzoekingen uit de modelboomgegevens voor fijnspar, welke BAUR (1890) voor zijn tafel gebezigd heeft, de gemiddelde opstandssamenstelling af. Deze methode is natuurlijk, in verband met het medegedeelde, onjuist, ook al beschikte BEHRINGER in dit geval over een buitengewoon groot aantal boomgegevens (circa 23000!).

[80] SCHIFFEL (1905, 1907, 1908) volgde een overeenkomstigen weg, doch werkte daarbij uitsluitend met grafieken.

[81] Voor zoover mij bekend hebben tot nog toe slechts KORSTIAN en BRUSH (1931; voor "Southern white cedar") van de methode van BRUCE en REINEKE bij de tafelconstructie gebruik gemaakt. Schrijver dezes nam van de publicatie van BRUCE en REINEKE te laat kennis om de methode op het djatimateriaal te beproeven.

SCHAEFFER (1932) bespreekt de wijze van opstelling van een locale tafel door toepassing van de correlatie-methode (de berekening van de parameters der daarvoor in aanmerking komende regressielijn, in de veronderstelling dat men met een normale

verdeeling te doen heeft). Onderzocht werd het verband tusschen het stamvlak op 1.30 m hoogte en het stamvolume.

Hij kwam tot de conclusie, dat de gebruikelijke methode met behulp van een grafiek in verschillende opzichten te verkiezen is boven de correlatie-methode.

Wanneer de verdeeling scheef is, is de conclusie inderdaad juist. Bovendien is het onderzochte materiaal gewoonlijk niet homogeen van samenstelling, zoodat de correlatie-methode dan niet op haar plaats is.

[82] Bijv. FLURY (1894 en 1916) voor fijnspar, zilverden en beuk, GAYER (1912) voor zilverden en fijnspar (in 1931 maakte deze onderzoeker gebruik van de tafels van SCHIFFEL), WIMMER (1914) voor beuk, enz.

[83] Het is beter bij het onderzoek elken boom afzonderlijk te behandelen.

[84] Door BÜSGEN (1917) en ook door schrijver dezes (1930) is gewezen op houtsoorten met afwijkende stamvormen (bijv. knotsvormige stammen; daarbij zou men niet van een wortelaanloop, doch van een „wortelinsnoering" moeten spreken).

[85] Het ontwijken van aanzwellingen bij de diameterbepalingen heeft tot gevolg, dat de berekende inhoud kleiner is dan het xylometrisch bepaalde volume.

[86] Bijv. BEHRE (1923, 1924, 1927) voor diverse naaldhoutsoorten en één loofhoutsoort ("gray birch"), HAWLEY en MERRILL (1924) voor "Eastern hemlock", BAKER (1925) voor Douglas-den, HILDÉN (1926) voor berk, MACDONALD (1931) voor diverse naaldhoutsoorten, WINTERS (1932) voor "white oak".

[87] In dit verband dient op oudere onderzoekingen gewezen te worden, waarbij men zich op hetzelfde standpunt gesteld heeft (bijv. GRUNDNER-1901 voor beuk, SCHIFFEL-1905 voor lork).

[88] Zie bijv. BAKER (1925), CHAPMAN (1921) of andere Amerikaansche werken over houtmeetkunde.

[89] Wanneer men aan percenten de voorkeur schenkt, 100%.

[90] Bij het absolute vormquotiënt voor den diameter, gelegen in het midden tusschen 1.30 m hoogte en den boomtop. Wanneer verder in verband met absolute vormquotiënten over boomhoogte gesproken wordt, dient men steeds te bedenken, dat daarbij het laagste gedeelte van den stam ter lengte van 1.30 m buiten beschouwing gelaten is.

[91] Voor zoover mij bekend, slechts die van EIDE en LANGSAETER (1929) en TOZAWA (1929). Het aantal voorgestelde methoden van opmeting van staande boomen, waarbij echte vormquotiënten te pas komen, is grooter. Verder is van deze vormquotiënten meermalen gebruik gemaakt om den gemiddelden stamvorm van verschillend behandelde opstanden met elkaar te vergelijken (bijv. door KUNZE, WIMMENAUER, en anderen).

[92] Als basisdiameter, ten opzichte waarvan de diameter op halve boomhoogte getoetst wordt, is hier die op $^1/_{20}$ van de boomhoogte gekozen.

Echte en onechte vormquotiënten verschillen slechts van elkaar in de keuze van den basisdiameter. Bij de echte vormquotiënten ligt deze diameter op een bepaalde, relatieve hoogte, bijv. $^1/_{20}$ van de boomhoogte, bij de onechte op een bepaalde, absolute hoogte, meestal op borsthoogte (gewoonlijk 1.30 m). De absolute vormquotiënten stemmen in de keuze van den basisdiameter overeen met de onechte; in afwijking van laatstgenoemde vormquotiënten echter wordt het gedeelde van de spil onder den basisdiameter bij berekening van de ligging der diameters, waarvoor men absolute vormquotiënten wenscht te kennen, buiten beschouwing gelaten.

[93] Namelijk van een modelboom uit een circa 15-jarigen lichtingsopstand van zeer goede gesteldheid. De lichting heeft hierbij op 5-jarigen leeftijd plaats gehad! (Proefperk no. 36, houtvesterij Bodja). De proef werd door BEEKMAN opgezet en diende om na te gaan, op welke wijze de djati zich onder dergelijke, abnormale omstandigheden zou gedragen.

[94] Waarschijnlijk heeft ook TERAZAKI (1913) een dergelijke methode uitgewerkt. De gebezigde vergelijking voor de stamkromme luidt:

$$y = c\, e^{a x - b/x}$$

(x = afstand van den boomtop, y = halve diameter). Aangezien de gepubliceerde

samenvatting van het artikel buitengewoon kort is, kunnen verdere bijzonderheden niet gegeven worden (Extracts from the Bulletin of the Forestry Experimental Station, 1926, Tokyo, Japan).

[95] Bij de samenstelling van sommige Fransche tafels is, ondanks haar ondeugdelijkheid, van deze vergelijking gebruik gemaakt. BIQUET (1910) ging bijv. uit van den kegelvorm, GALLOT (1931) van den paraboloïde-vorm.

[96] Bijv. WIMMENAUER (1898, 1918), SIMONY (1904), SIVÉN (1911), HOHENADL (1922, 1923, 1924, 1927), TIRÉN (1922, 1927–1928), enz.

[97] De conclusie, waartoe BÜSGEN komt, luidt:

„Mir scheint, dasz sowohl in METZGERS wie in JACCARDS Theorie etwas Wahres liegt, dasz aber Stammformen, die ihren Theorien ganz entsprechen, nur Sonderfälle seien."

TIRÉN, die op grond van een aantal onderzochte boomen het vraagstuk der doorbuiging ten gevolge van den wind, der doorknikking ten gevolge van het gewicht van de kroon, enz. diepgaand behandelt en daarbij ook laat zien hoe buitengewoon gecompliceerd een dergelijk onderzoek is, komt onder andere tot de volgende gevolgtrekkingen (1927–1928, blz. 149–150):

„Die Schaftform hat sich auch in manchen Fällen als mit den Forderungen der mechanischen Theorie übereinstimmend erwiesen, in manchen Fällen hat aber diese Übereinstimmung vollständig gemangelt." „...Manche Beobachtungen liegen vor, die auf die grosse Bedeutung der ernährungsphysiologischen Vorgänge hindeuten. Ich bin der Meinung (es ist ja natürlich, dass man schliesslich dahin kommen muss), dass das Problem der Schaftform nicht gelöst werden kann ohne tiefgehende Kenntnis der Physiologie der Transpiration und des Nahrungstransports des Baumes."

Dit voorstel zou dus eenigszins neerkomen op een soort gecombineerd onderzoek volgens de theorieën van PRESZLER, JACCARD en METZGER. Hoewel zoo'n onderzoek voor den boschbouw van belang kan zijn, moet betwijfeld worden, of het voor de boomschatting en de samenstelling van stamtafels practische resultaten zal afwerpen.

[98] Behalve onderlinge critiek van de ontwerpers der theorieën, hebben verschillende andere onderzoekers zich met deze vraagstukken bezig gehouden. HUBER (1928 en diverse andere artikelen) toonde met resultaten van verschillende proefnemingen aan, dat de opvatting van JACCARD omtrent het watergeleidend vermogen van den stam onjuist is. Ook de bijgroeitheorie voor het takvrije stamstuk van PRESZLER en JACCARD is, zelfs wanneer men het gedeelte dicht bij den kroonaanzet en den wortelaanloop buiten beschouwing laat, op grond van talrijke onderzoekingen onhoudbaar gebleken (bijv. VON GUTTENBERG-1915). SCHIFFEL (1899) en anderen toonden aan, dat de wet van METZGER voor het takvrije stamstuk geen algemeene geldigheid bezit. BERKHOUT (1919) laat aan de hand van cijfermateriaal van METZGER zien, dat voor een gedeelte van een onderzochten stam niet alleen de vorm van een semicubische, doch ook die van een apollonische paraboloïde aangenomen kan worden. Men zou met een beetje handigheid op overeenkomstige wijze kunnen aantoonen, dat verscheidene stammen gedeeltelijk den vorm van een kegel bezitten (nabij het buigpunt in de stamkromme). FRITZSCHE (1929) onderzocht den invloed van den wind op de boomen. De wet van METZGER bleek voor vele stammen niet op te gaan. Bij vrijstaande boomen werd over het algemeen vaker overeenstemming met genoemde wet geconstateerd dan bij boomen in gesloten opstanden, waarmede men juist bij tafelonderzoekingen practisch steeds te maken heeft. Loofhoutsoorten, vooral beuk, gedragen zich niet zoo vaak in overeenstemming met de wet als naaldhoutsoorten.

TIRÉN (1926, 1927–1928) toont aan, dat de factoren, waarop HOHENADL de aandacht vestigde, bij het stamvormprobleem nooit een belangrijke rol kunnen spelen.

[99] De meeste samenstellers van tafels, gebaseerd op den stamvorm, hebben zich uitsluitend met de spil bezig gehouden. Het idee van SCHIFFEL, om het volume van de kroontakken afhankelijk te stellen van kroonlengte en spil, is waarschijnlijk overgenomen van KUNZE (1886, 1893, en verschillende andere publicaties). Ook HEDEBY (1929) heeft voor eik van een overeenkomstige methode gebruik gemaakt.

[100] Behalve op de nog later te bespreken onderzoekingen, kan gewezen worden op

GAYER (1912), die bij boomen (fijnspar en zilverden) van dezelfde hoogte en vormklasse een buitengewone variatie in kroonlengte vaststelde. DIETERICH (1922) constateerde, dat de kroonlengte een zeer onbetrouwbare maatstaf is voor de vormklasse en dat in opstanden heerschende boomen van dezelfde hoogte en denzelfden diameter uiteenloopende vormklassen bezitten. MATTSSON (1917) vond in lorken-opstanden, dat de variatie in absolute vormklasse binnen elke diameterklasse even groot was als die voor den geheelen opstand. Ook de sluitingsgraad van den opstand is een onbetrouwbare wijzer voor de vormklasse (bijv. FLURY-1916, SCHMIED-1931). WINTERS (1932) kwam tot de conclusie, dat voor "white oak" de boomklasse, de leeftijd en de diameter op borsthoogte als kenmerken voor het vaststellen der vormklasse ondeugdelijk waren. Een zeer geringen invloed op den stamvorm hadden een verdeeling van het onderzoekmateriaal in groeigebieden, de boomhoogte en de relatieve kroonlengte. Men moet bij laatstgenoemde conclusies nog rekening houden met de omstandigheid, dat met absolute vormquotiënten werd gewerkt en slechts een betrekkelijk gering aantal boomen (351) werd onderzocht.

Bij lork, een typische lichthoutsoort, bleek de vormklasse door genoemde kenmerken in zoo'n onbevredigende mate vastgesteld te kunnen worden, dat SCHIFFEL er toe overging van het dimensie-quotiënt gebruik te maken. Ook bij den djati werden dezelfde moeilijkheden ondervonden.

[101] De fout, welke SCHIFFEL maakte, is te vergelijken met het gebruik van een onjuiste regressie-vergelijking bij een correlatie-onderzoek.

[102] Men houde steeds in gedachten, dat de boomhoogte met 1.30 m verminderd moet worden. De procenten hebben betrekking op deze gewijzigde hoogte.

[103] Van de 120 uitgezochte boomen vielen er 26 stuks (22%) bij het onderzoek af; 13 stuks (11%) wegens hoogopgaanden wortelaanloop (!), de rest wegens onregelmatigen vorm ten gevolge van dikke takstompen, ziekten, enz.

[104] Ook bij fijnspar trad dit verschijnsel zoo nu en dan op, doch niet in zoodanige mate, dat ingegrepen behoefde te worden.

[105] HEDEBY maakte onderscheid tusschen boomen, welke (*a*) geheel vrijstaand (bijv. parkboomen) of (*b*) in ijle sluiting zijn opgegroeid, en welke (*c*) deel uitmaken van gesloten of tamelijk gesloten opstanden.

Van de 245 onderzochte boomen behoorden 56 of 23% slechts tot type *c*; bij laatstgenoemde boomen werd de stamvorm onderzocht. Van deze 56 boomen vielen 11 stuks (20%) weer af wegens onregelmatigheden van de spil. Met bovenstaande cijfers voor oogen vraagt men zich af, of het onderzoek van de kroonspil voor den eik in Zweden niet als „Spielerei" beschouwd moet worden, omdat deze kroonspil voor de timmerhoutproductie practisch geen waarde zal bezitten. Uit de gepubliceerde foto's blijkt, dat in gesloten opstanden de eik in Zweden weinig fraaier van stamvorm is dan de plantsoendjati.

MATTSSON (1917) onderzocht ook den lork met behulp van de vergelijking van HÖJER.

[106] JONSON (1928) merkt op, dat de vergelijking van BEHRE juist voor den benedenstam (doch nog boven den wortelaanloop) minder goed past.

[107] Verwezen wordt naar de publicatie van schrijver dezes (1930), blz. 436.

[108] RONGE (1916, 1917) ontwierp kubeerings- en stamvormgrafieken, LINDBLAD (1920) kubeeringsgrafieken. SÖDERLUND (1918) geeft een practische methode aan om de constanten in de vergelijking van HÖJER te berekenen. ÖSTLIN (1925, 1926) stelde, gebruik makend van de vergelijking van HÖJER, formules voor het vormgetal, den spilinhoud en den bijgroei op; PETRINI (1926) deed dit voor den inhoud. PETTERSON (1925) vereenvoudigde den vorm van de vergelijking van HÖJER; LANGSAETER (1927) onderzocht de mate van aanpassing van de formules van HÖJER, BEHRE en PETTERSON voor fijnspar, enz.

[109] Dit is noodig, omdat met absolute vormquotiënten gewerkt wordt. Had men met echte vormquotiënten gewerkt, dan zou de basisdiameter ingevoerd en ten slotte deze vervangen moeten worden door den diameter op borsthoogte. Deze methode is bij de djatitafel gevolgd.

[110] Wanneer men met absolute vormquotiënten werkt, moet, zooals reeds eerder

is medegedeeld, de vormklasse, bij gelijkblijvenden stamvorm, met toenemende boomhoogte afnemen. Aangezien de diameter op borsthoogte met de boomhoogte positief gecorreleerd is, geldt hetzelfde voor dien diameter. Boomen met uiteenloopende hoogten en diameters, welke volgens JONSON dezelfde vormklasse bezitten, hebben dus in werkelijkheid verschillende stamvormen. Wanneer de hoogten der onderzochte boomen niet te veel uiteenloopen, treedt dit verschijnsel bij gebruik van absolute vormquotiënten niet in zoo'n hinderlijke mate op. Bovendien bestaat er kans, dat het verschijnsel ten gevolge van andere optredende factoren (bijv. het wegteekenen van den wortelaanloop) min of meer verdoezeld wordt. Op deze wijze kan verklaard worden, dat MATTSSON voor grove dennen-opstanden tusschen diameter en vormklasse zeer geringe positieve en negatieve correlaties vond (1917).

PETRINI (1918; fijnspar), MATTSSON (1917; lork) en EIDE (1923, 1925; grove den en fijnspar) vonden allen geringe, negatieve correlaties. JONSON (1912) nam waar, dat in een opstand de vormklasse met toenemende boomhoogte, zij het ook in geringe mate (bijv. van 70 tot $\pm$ 65%), afnam.

Bovenstaande bevindingen zouden geheel verklaard kunnen worden, wanneer de boomen uit een onderzochten opstand, ingedeeld volgens hoogte- en diameterklassen, voor elke gevormde groep gemiddeld denzelfden stamvorm bezitten. Schrijver dezes vermoedt, dat dit het geval is geweest.

[111] Dit sluit natuurlijk niet uit, dat het boom- en kroonvolume afhankelijk kunnen zijn van de kroonlengte.

[112] Ook de vormpuntshoogte is, als gevolg van het gebruik van absolute vormquotiënten, een weinig afhankelijk van de boomhoogte en van alle boomkenmerken, welke met de hoogte min of meer gecorreleerd zijn (bijv. de diameter). In verschillende publicaties vindt het bovenstaande bevestiging.

[113] Door JONSON (1912) wordt in de reeks vormpuntshoogten de anomalie bij vormklasse 0.80 op zeer willekeurige wijze weggewerkt. Hij verklaart deze afwijking door aan te nemen, dat het hout van het bovengedeelte van den stam minder bestand is tegen buiging dan dat van het benedengedeelte. Door PETTERSON (1925) wordt op verschillende punten, onder andere ook op bovengenoemd punt, scherpe critiek geoefend, welke naar mijn meening door JONSON (1927) onbevredigend weerlegd is.

Het is opvallend, hoe diverse aanhangers van de theorie van METZGER in de gevallen, dat de verkregen uitkomsten daarmede niet in overeenstemming zijn, met vaak wijdloopige beschouwingen en veronderstellingen, welke door geen of een zeer gering aantal proeven gesteund worden, vaak fundamenteele zaken in deze theorie aantasten en daardoor feitelijk hunne eigen glazen ingooien.

[114] PETRINI bijv. beveelt deze methode aan in een publicatie, uitsluitend voor de practijk geschreven.

[115] PETTERSON (1925, 1926) bespreekt deze kwestie uitvoerig. Slechts bij geheel vrijstaande boomen mag men het drukpunt ongeveer gelijkstellen aan het zwaartepunt. Het komt echter zelden voor, dat de boschbouwer dergelijke boomen moet schatten.

[116] TIRÉN (1926, 1927–1928) verrichtte laboratoriumproeven (in een windtunnel), om deze kroonvervorming te bestudeeren. Voor de practijk is het buitengewoon bezwaarlijk deze verandering te schatten. Voor elken opstand zou men bijv. over de voorkomende windsterkten een studie moeten maken!

[117] Ook dit vraagstuk is tamelijk gecompliceerd. Onderzoekingen over de windsterkte op verschillende plaatsen in en onder het kronendak voor verschillende houtsoorten en opstandsvormen zijn verricht onder anderen door TIRÉN (1924), GEIGER (1925–1926) en AMANN en GEIGER (1931–1932). Het blijkt, dat de verandering in windsterkte met toenemende hoogte in den opstand afhankelijk is van de houtsoort, den opstandsvorm, het jaargetijde, en ook van de optredende, onbelemmerde windsterkte.

[118] Zie bijv. EKLUND en WENNMARK (1925).

[119] Verwezen wordt naar reeds eerder gedane mededeelingen over het verband tusschen kroonaanzethoogte of kroonlengte en stamvorm. Dergelijke onderzoekingen zijn verricht voor min of meer gelijkjarige opstanden met in hoofdzaak één kroonétage,

welke geregeld verpleegd worden. Het is mogelijk, dat voor verschillende houtsoorten uit veelsoortige, onverpleegde natuurbosschen de kroonlengte een meer betrouwbare maatstaf is. Deze indruk kreeg schrijver dezes bijv. bij het onderzoek voor rasamala (1931). Het onderzoekmateriaal was echter te gering om zekere conclusies te trekken.

[120] MATTSSON (1917), PETRINI (1918, 1919), ENANDER en GRANTINGER (1927), JONSON (1928).

[121] Afwijkingen van systematischen aard kwamen voor, welke echter van geringe beteekenis waren.

[122] Van elken boom werd de stamvorm eerst grafisch vereffend; op grond van aflezingen op de vereffenende kromme werd de vormklasse berekend. Deze weg moest gevolgd worden, ten einde den invloed van den wortelaanloop en onregelmatigheden van den stam te kunnen elimineeren.

[123] Tusschen vormpuntshoogte en werkelijke vormklasse bestaat dus hoogstens een zeer geringe correlatie. JONSON (1928) vond, in afwijking met de resultaten der overige onderzoekers, tamelijk hooge correlatie-coëfficiënten. Dit is echter een gevolg van de omstandigheid, dat een onzuivere maatstaf werd aangelegd door met gemiddelde, dus gedeeltelijk vereffende cijfers als enkele waarnemingen te werken. Een overeenkomstige methode volgden ook EIDE en LANGSAETER (1929), die eerst opstandsgewijze de gegevens grafisch vereffenden, en met deze vereffende cijfers (in dit geval boomhoogte en een vormquotiënt) een correlatie-berekening uitvoerden.

[124] De nauwkeurigheid der schatting blijkt dus ongeveer even groot te zijn als die van de tafels der Midden-Europeesche proefstations.

[125] In dit verband kan op de enthousiaste beschrijving van deze methode door DU QUESNE VAN BRUCHEM (1918) gewezen worden. BERKHOUT vestigde in een naschrift terecht de aandacht op enkele zwakke punten der methode.

[126] „Denna axplockning bland aktuella, men olösta problem, uppvisar tydligen en så komplicerad serie formbestämmande faktorer, att alla förhoppningar om möjligheten att genom formpunktsbestämning eller genom andra biologiskt betonade metoder för praktiska ändamål lösa den enskilda stammens formfråga på förhand torde böra kastas över bord."

[127] Bijv. JONSON (1918), HAWLEY en MERRILL (1924), BEHRE (1928), MEYER (1929).

[128] Na een lichting blijkt een verschuiving van vormklassen naar de gemiddelde vormklasse toe plaats te hebben. Boomen dus met hooge vormklasse worden minder volhoutig, die met lage vormklasse volhoutiger. Het is mogelijk, dat een lichting gedurende de phase van zeer sterke ontwikkeling een ander effect heeft (zie in dit verband TISCHENDORF-1926); met dergelijke, abnormale maatregelen behoeft echter een tafel geen rekening te houden.

Ook SCHMIED (1931) vond, dat een lichting op den gemiddelden stamvorm practisch geen invloed had; FLURY (1916) vond hetzelfde voor verschillende graden van laagdunning, MATTSSON (1917) voor verschillende sluitingsgraden.

De recente onderzoekingen van BEHRE (1932) voor "red spruce" en "Northern white pine" werpen een nieuw licht op het verloop der verandering van de vormklasse na een uitkap of dunning.

Nadat genoemde auteur de schaarsche onderzoekingen op dit gebied van anderen (FLURY, KRAUCH, KUNZE, MEYER, NYBLOM en WEIDMAN) besproken heeft, komt hij op grond van zijn eigen onderzoekingen tot de volgende conclusies:

Na een uitkap of dunning in een ongestoorden opstand veranderen de vormklassen der overblijvende boomen, en wel in dien zin, dat:

a. de kleine vormklassen meestal grooter, en

b. de groote vormklassen meestal kleiner worden.

Deze veranderingen zijn min of meer naar een bepaalde waarde gericht, bijv. voor "red spruce" naar vormklasse 0.70; waarschijnlijk zal voor alle houtsoorten het convergentiepunt voor de vormklassen niet hetzelfde zijn.

Aangezien volgens BEHRE de heerschers over het algemeen een k l e i n e r e vormklasse bezitten dan de achterblijvende en onderdrukte boomen, zal na een uitkap of dunning,

welke selecteerend werkt, de dispersie der vormklassen kleiner zijn geworden. In de overgangsperiode blijft dit zoo; nadat de evenwichtstoestand bereikt is, wordt de dispersie weer langzamerhand normaal.

Een tijdelijke verandering van de gemiddelde vormklasse kan dus plaats hebben. Na een uitkap, waarbij hoofdzakelijk heerschers verwijderd worden, stijgt de gemiddelde vormklasse, na een laagdunning daalt zij. Gedurende de overgangsperiode wordt de gemiddelde vormklasse kleiner of grooter, tot de normale waarde weer bereikt is. De veranderingen zijn echter zéér gering (kleiner dan 0.05).

Opgemerkt moet worden, dat van absolute vormklassen is gebruik gemaakt, zoodat het geschetste beeld een weinig onzuiver zal zijn. Het is bijv. de vraag, of heerschers over het algemeen minder volhoutig zijn dan onderdrukte boomen.

In elk geval is dit wel zeker, dat de mogelijke veranderingen van de gemiddelde vormklasse weinig beteekenis bezitten.

[129] Telkens ontmoet men in de literatuur voorbeelden, waaruit blijkt, dat lichthoutsoorten in dit opzicht veel minder „handelbaar" zijn dan schaduwhoutsoorten. Hetzelfde geldt voor loofhout- tegenover naaldhoutsoorten (zie bijv. de ervaringen van het Pruisische proefstation in de publicatie van WIEDEMANN-1931, het artikel van WIEDEMANN en BUCHHOLZ-1929, enz.).

[130] Zoo toonden WALTER (1923) en SCHWEIGLER (1923) aan, dat de zilverden in het „Femelwald" een meer geprononceerden wortelaanloop bezit dan in min of meer gelijkjarige opstanden.

Men zal daarom ook voorzichtig moeten zijn, wanneer men de djatitafel voor plantsoenen wenscht te gebruiken voor de zoogenaamde natuurbosschen.

[131] Ook EIDE (1925, 1927) doet dit, zij het dan ook op andere wijze dan bij de opstelling van de djatitafel is gedaan. De door hem gevonden betrekkingen tusschen vormklasse, boomhoogte en diameter op borsthoogte zijn echter in hoofdzaak het gevolg van het gebruik van absolute vormquotiënten.

[132] Aangemaakt werden rondhout en kantrecht beslagen houtwerken, met uitzondering van dwarsliggers langer dan 1.40 m, van normale en tweede kwaliteit.

[133] Hout zonder bast met een diameter grooter dan 15 cm.

[134] Stamvolumina volgens de "quarter girth"-methode. STOUTJESDIJK (1925) vestigt terecht de aandacht op de zeer onbevredigende vereffening, welke werd toegepast. Het moet verder betwijfeld worden, of de leeftijd zoo'n invloed had, dat deze als kenmerk gebezigd moest worden.

[135] Voor verschillende wildhoutsoorten is dezelfde weg gevolgd, zij het ook minder ver gaand en hier en daar met kleine wijzigingen.

HOOFDSTUK II.

[1] De modelboomen voor den dunningsopstand zijn steeds uit de eigenlijke perken, die van den blijvenden opstand uit de zoogenaamde modelboomstrook, welke om de isoleerstrook ligt, afkomstig.

[2] Voor de kroonaanzethoogte werd gekozen de hoogte van de plaats van den laagsten, levenden tak, welke duidelijk aan de vorming van de kroon meedoet. Eventueel voorkomende waterloten zijn natuurlijk hierbij buiten beschouwing gelaten. Van abnormale boomen (met lage gaffels, vorken, enz.) werd geen kroonaanzethoogte gemeten.

[3] Het planimeteren geschiedde steeds door twee verschillende personen met verschillende instrumenten elk tweemaal (tot in 0.1 cm^2). Van de 4 uitkomsten werd het gemiddelde berekend (afgerond tot in cm^2). Ten opzichte van dit gemiddelde wijken de waarnemingsuitkomsten bij gebruik van deugdelijke instrumenten minder dan 1% af.

[4] Ook het stamvlak bij den kroonaanzet is bij normale boomen steeds bepaald. Van dit stamvlak is echter bij het onderzoek geen gebruik gemaakt, omdat nabij den kroonaanzet de stam vaak een verdikking heeft. Men kan natuurlijk deze verdikking ontgaan door een weinig onder den kroonaanzet te meten; bij een gedeelte der model-

boomen heeft dit plaats gevonden. Zooiets leidt echter tot ongewenschte willekeurigheden.

[5] Wanneer een stamvlak, een diameter of een omtrek op directe wijze bepaald wordt, dus door planimetering, klemming of omtrekmeting, zullen zij in deze publicatie worden aangeduid met *g*, *d* of *o*. Is zoo'n kenmerk op een of andere wijze uit een ander afgeleid, dan wordt dat door een suffixum vóór het gebezigde teeken aangegeven. Zoo beteekent: ${}_gd$ = diameter, uit het stamvlak afgeleid, ${}_od$ = diameter, uit den omtrek afgeleid, enz.

Door een suffixum achter het teeken wordt de ligging aangegeven; door een gewone breuk of door een decimaal getal met de toevoeging % wordt de relatieve ligging, door een decimaal getal zonder eenige toevoeging de hoogte in m aangegeven (in beide gevallen gerekend van den boomvoet af). Zoo is bijv.: ${}_gd_{1/20}$ = stamvlakdiameter op $^1/_{20}$ der boomhoogte, ${}_od_{1.5}$ = omtrekdiameter op 1.5 m boven den grond, $d_{40\%}$ = geklemde diameter op 40% der boomhoogte, enz.

Aangezien bij het stamvormonderzoek voor den djati uitsluitend gebruik is gemaakt van stamvlakdiameters, zal in deze paragrafen voor genoemde houtsoort eenvoudigheidshalve de *g* als suffixum worden weggelaten.

[6] Namelijk de perken no. 71 (houtvesterij Saradan, afdeeling Padjaran, leeftijd 54 jaar), no. 99 (houtvesterij Blora, afdeeling Ngawen, leeftijd 29 jaar), no. 102 (houtvesterij Tjepoe, afdeeling Nanas, leeftijd 17 jaar) en no. 104 (houtvesterij Bodjonegoro, afdeeling Ngorogoenoeng, leeftijd 18 jaar). De boniteiten van deze perken varieeren tusschen II en ruim IV.

[7] In plaats van een rangschikking naar *s* zou er een naar $d_{1.3}$ waarschijnlijk meer tot den boschbouwer gesproken hebben. Van $d_{1.3}$ is echter bij de opstellingswerkzaamheden in het geheel geen gebruik gemaakt; het leek schrijver dezes onnoodig speciaal voor dit doel de boomgegevens volgens de grootte van laatstgenoemd kenmerk te schiften.

[8] Gebezigd werden hiervoor de stamvlakken op 1.3 m hoogte, nabij den kroonaanzet, op $^1/_{20}$, $^1/_2$ en voor een deel der boomen ook op $^1/_4$ der boomhoogte. De meting had willekeurig overkruis plaats, waarbij telkens de dubbele bastdikte bepaald werd. Voor elk stamvlak werd daarna de gemiddelde, dubbele bastdikte berekend.

[9] In verschillende leerboeken over houtmeetkunde wordt een overeenkomstige vergelijking als (1) voor het verband tusschen het stamvlak en den afstand tot den boomtop voorgesteld, zonder dat echter hierop dieper wordt ingegaan of voorbeelden, welke van de aanpassing een indruk geven, worden behandeld (bijv. MÜLLER-1923, WEBER-1925, 1926, 1927, TISCHENDORF-1927, enz.). Afgezien van het onpractische om het stamvlak te bezigen, is het merkwaardig, dat de gegeven vergelijkingen steeds een term met uitsluitend één constante bevatten. Hieruit volgt, dat bij den boomtop het stamvlak niet, zooals het behoort, nul kan zijn. Ook WIMMENAUER (1898, 1918) maakt dezelfde fout.

[10] Op dezelfde wijze als voor den diameter, den omtrek of het stamvlak is ook bij het vormquotiënt de plaats van den diameter, waarop het betrekking heeft, door een suffixum aangegeven.

Zoo is dus:

$y_{3/8}$ = het vormquotiënt voor den diameter op $^3/_8$ van de boomhoogte, van den boomvoet af gerekend,

$y_{1.7}$ = het vormquotiënt voor den diameter op 1.7 m boven den grond,

$y_{35\%}$ = het vormquotiënt voor den diameter, op 35% der boomhoogte gelegen.

[11] Men houde steeds in gedachten, dat de hier gegeven volhoutigheidsmaat geheel op relatieve grootheden berust. In de practijk stelt men haar vaak vast op grond van de gemiddelde diameterafname per meter. Een boom, welke de practijk op deze wijze zeer volhoutig noemt, kan volgens zijn $y_{1/20}$ en $y_{1/2}$ zeer weinig volhoutig zijn en omgekeerd; dit hangt van zijn absolute maten af.

[12] Met opzet is hier niet het woord „gedrongen" gebezigd, omdat dit het tegengestelde is van „slank". De mate van slankheid of gedrongenheid van een boomspil —

de verhouding van een dikte tot de boomhoogte — kunnen wij oculair eenigszins schatten, de mate van volhoutigheid volgens de hier gegeven definitie echter practisch niet.

[13] Aangezien d reeds als teeken voor den diameter gekozen is, is het differentiaalteeken door δ aangegeven.

[14] De echte vormgetallen met basisdiameter $d_{1/4}$ voor de geheele boomspil, of voor een gedeelte ervan, worden met f aangegeven. De plaats van het stamstuk, waarvoor het vormgetal geldt, wordt door vermelding der grenzen in percenten van de boomhoogte als suffixum erbij gevoegd, bijv.:

$f_{0.5\rightarrow 100.0\%}$ = vormgetal voor het stamstuk tusschen 0.5% van de boomhoogte en den boomtop,

$f_{20.0\rightarrow 80.0\%}$ = vormgetal voor het stamstuk tusschen 20.0 en 80.0% van de boomhoogte.

Opgemerkt moet worden, dat bij dit onderzoek slechts van echte vormgetallen is gebruik gemaakt.

[15] Altijd is eerst naar $y_{1/20}$ ingedeeld, omdat bij de onderzochte djatistammen dit vormquotiënt steeds direct bepaald kon worden, hetgeen met $y_{1/2}$ niet altijd het geval is.

Bij onderzoek van houtsoorten met wortellijsten zijn de tabellen minder handig in het gebruik. Men kan natuurlijk na vereffening bijv. $y_{1/8}$ en $y_{1/2}$ in tabel no. V opslaan en dan de erbij behoorende $y_{1/20}$ opzoeken; beter is het echter voor dergelijke houtsoorten tabellen in te richten, welke volgens een andere vormklasse zijn ingedeeld (bijv. $y_{1/8}$ en $y_{1/2}$, enz.). Het voornemen bestaat dergelijke tabellen te gelegener tijd op te stellen.

[16] In alle tabellen beteekent een onderstreepte 5 aan het eind van een getal, dat daarbij een afronding naar beneden heeft plaats gehad. Wenscht men met een decimaal minder te werken, dan moet dus in zoo'n geval het voorgaande cijfer met één verhoogd worden.

[17] Men moet steeds in gedachte houden, dat de constante b voor de meest voorkomende stamvormen negatief is; in de rechterleden van de vergelijkingen (6), (7) en (8) zijn dus de termen met ab en bc ook steeds negatief.

Verder is de plaats, waarvoor x geldt, op geheel dezelfde wijze door een suffixum aangeduid als bij het vormquotiënt y.

[18] In tabel no. VI zijn de verschillende grootheden tot in 4 decimalen nauwkeurig vermeld. Ten einde dit te kunnen doen, moet bij de berekening in verband met niet te vermijden afrondingsfouten van getallen met een grooter aantal decimalen worden uitgegaan.

[19] Ook wel de vergelijking van GREGORY-NEWTON genoemd. Interpolatie-methoden worden in diverse leerboeken, zooals het werk van WHITTAKER en ROBINSON (1924), enz., uitvoerig behandeld.

[20] Bijv. het werk van GLOVER (1923), waarin ook voor verschillende andere interpolatie-vergelijkingen tabellen voor de coëfficiënten gegeven worden.

[21] GEHRHARDT (1932) behandelt in een opstel tamelijk uitvoerig de volumebepaling van gevelde modelstammen (voor fijnspar). Ook door hem wordt bij de diameterbepalingen het ontwijken van onregelmatigheden voorgeschreven, hetgeen daarop neer komt, dat feitelijk alle plus-afwijkingen (dus verdikkingen) zooveel mogelijk vermeden moeten worden. Bij de volumeberekening acht hij het bovendien noodig gebruik te maken van vereffende diameters; de door hem toegepaste grafische vereffening steunde het meest op de oogenschijnlijk te kleine diameters. Het gevolg hiervan is dus, dat zoo'n kubeering te kleine resultaten geeft.

Volgens mededeeling van GEHRHARDT wordt thans door het Pruisische proefstation (sedert 1931) de boomhoogte van den grond af bepaald en bij de kubeering niet meer met de stronkhoogte rekening gehouden. GEHRHARDT vindt deze methode onjuist en wil voor het beginpunt van de hoogtemeting en van de kubeering de, in de practijk gebruikelijke stronkhoogte bezigen.

Het is merkwaardig, dat genoemde onderzoeker twee zaken, welke in het geheel geen verband met elkaar houden, aan elkaar koppelt. Voor vele tropische houtsoorten zou het

standpunt van GEHRHARDT tot absurde resultaten voeren (zie hoofdstuk I, § 2).

[22] Voor een deel zijn het echte fouten, bij het doorzagen van den stam, het afteekenen en planimeteren van het stamvlak, enz. gemaakt; voor de rest zou men echter beter van „afwijkingen" kunnen spreken.

[23] Deze fout zou men zoo goed mogelijk kunnen neutraliseeren door het materiaal naar boomhoogte en kroongrootte te groepeeren en voor deze groepen gemiddelde cijfers te berekenen. Zoo'n groepeering is echter bij de onderzochte djatistammen bezwaarlijk uit te voeren en ook in dit stadium van het onderzoek, op grond van reeds eerder genoemde redenen, ongewenscht.

[24] Men zou van den staanden boom door beklimming de hoogte kunnen bepalen en deze uitkomst kunnen vergelijken met de meting aan den liggenden stam. Bij groote djatistammen is — vooral in den Westmoesson — zoo'n beklimming echter practisch onuitvoerbaar. Voor dit doel zou het daarom beter zijn de hoogte met een theodoliet te bepalen.

[25] Hierin zijn dus de constanten a', b' en c' gelijk aan de constanten in vergelijking (1), elk vermenigvuldigd met $d_{1/4}$.

[26] Het uitzoeken der modelboomgegevens werd opgedragen aan een opzichter, die van het doel van het werk onkundig werd gelaten. Bovendien is het naar mijn meening onmogelijk om aan de cijfers van een modelboom zoo op het oog te beoordeelen, of zij voor de gekozen stamvormvergelijking goed zullen passen. In dit opzicht mag dus wel worden aangenomen, dat de aangewezen modelboomen willekeurig zijn gekozen.

[27] Zie bijv. de werken van HERZ (1900), HELMERT (1907), WELLISCH (1909/1910), CZUBER (1914), BRUNT (1917), JORDAN (1920), enz.

[28] Het is gebruik om „verbetering" en „fout" als volgt te definieeren:

Verbetering = Vereffende waarde — Waargenomen waarde.

Fout (of afwijking) = Waargenomen waarde — Vereffende waarde.

In het verder volgende zullen aan deze woorden bovenstaande beteekenissen worden gehecht. Vergelijking (17) is dus eigenlijk een „verbeteringsvergelijking"; het is echter nu eenmaal traditie haar „foutvergelijking" te noemen (zie bijv. HELMERT-1907, enz.).

[29] De fouten, welke op het vormquotiënt betrekking hebben, zullen zonder accenten worden aangegeven; dus:

$$\mu=\frac{\mu'}{d_{1/4}},\quad \mu_a=\frac{\mu'_{a'}}{d_{1/4}},\quad \mu_b=\frac{\mu'_{b'}}{d_{1/4}},\quad \mu_c=\frac{\mu'_{c'}}{d_{1/4}}.$$

[30] Zooals bekend is, heeft men $\mu'=\sqrt{\frac{[vv]}{(n-u)}}$; hierin is $[vv]$ de som van de kwadraten der verbeteringen, n het aantal waarnemingen en u het aantal onbekenden, waarvoor de waarschijnlijkste waarden gezocht moeten worden (hier drie, namelijk a', b' en c'; $(n-u)$ is dus het aantal overtollige waarnemingen).

Voor de middelbare fout op μ' $(=\mu'_{\mu'})$ mag worden geschreven (zie bijv. HELMERT-1907, blz. 143 of WELLISCH-1909, Deel I, blz. 178):

$$\mu'_{\mu'}=\frac{\mu'}{\sqrt{2(n-u)}}.$$

Voor de onderzochte boomen in tabel no. XI krijgt men dan de volgende fouten, welke betrekking hebben op het vormquotiënt (dus zonder accenten geschreven):

Volg-nummer	μ	μ_μ	Volg-nummer	μ	μ_μ	Volg-nummer	μ	μ_μ	Volg-nummer	μ	μ_μ
1	.010	.003	11	.025	.005	21	.013	.003	31	.016	.003
2	.022	.005	12	.021	.005	22	.026	.004	32	.023	.004
3	.024	.007	13	.031	.006	23	.019	.003	33	.025	.004
4	.017	.005	14	.033	.006	24	.010	.002	34	.034	.006
5	.030	.006	15	.022	.004	25	.016	.003	35	.029	.005
6	.008	.002	16	.025	.005	26	.024	.005	36	.028	.004
7	.027	.006	17	.029	.005	27	.016	.003	37	.019	.003
8	.029	.008	18	.029	.005	28	.018	.003	38	.023	.004
9	.019	.005	19	.014	.003	29	.026	.005	39	.011	.002
10	.011	.003	20	.020	.004	30	.020	.004	40	.019	.003
									41	.017	.003

[31] Zie BEEKMAN (1915), blz. 28–30, waarin het verloop van den diameter nabij den wortelaanzet, verduidelijkt met een groot aantal figuren, besproken wordt.

[32] Noemt men de fout op den diameter Δd, dan is de fout op het stamvlak bij benadering $\Delta g = {}^1/_4\pi 2d.\Delta d = {}^1/_2\pi d.\Delta d$. Met bijv. $\Delta d = 1$ cm voor twee diameters van respectievelijk 20 en 40 cm verkrijgt men fouten op de stamvlakken van respectievelijk 31.4 en 62.8 cm². De fout op het stamvlak is dus in zoo'n geval recht evenredig met den diameter.

[33] Zoo vond GEHRHARDT (1932) bij fijnspar, dat bij xylometering een volume verkregen werd, dat gemiddeld 2% hooger was dan dat, door sectiemeting bepaald. Bij den djatistam zal dit gemiddelde verschil grooter zijn.

Schrijver dezes heeft reeds gedurende circa 10 jaar, wanneer bij een perkopname voldoende tijd en werkvolk beschikbaar was, telkens van enkele modelboomen den geheelen stam ook laten xylometeren. De cijfers zullen te gelegener tijd in een publicatie worden verwerkt.

Men dient bij dit onderzoek de opwerking en de metingen in zoo kort mogelijken tijd te doen, omdat de bast na de velling — ook in den Westmoesson — zeer snel vocht verliest en merkbaar krimpt (zie WOLFF VON WÜLFING-1920 en de mededeelingen in GEHRHARDT-1932). Bij groote boomen kon echter vaak niet voorkomen worden, dat de geheele opmeting twee dagen in beslag nam.

[34] Het totaal der gemeten volumina (kolom 4 van tabel no. XIII) is 39.066 m³, dat der berekende volumina (kolom 5) 38.667 m³. Het verschil is dus 0.399 m³ of circa 1% van 39.066 m³. Bij deze wijze van berekening hebben de grootere volumina meer invloed op de uitkomst dan de kleinere, hetgeen in dit geval minder juist is. Telt men de procentcijfers van kolom 7, rekening houdend met het teeken, bij elkaar op en deelt men de som daarna door het aantal onderzochte boomen, dan verkrijgt men een gemiddeld verschil van slechts + 0.4%.

Zooals reeds eerder is opgemerkt, zal een zeer klein gedeelte van dit verschil bij sommige boomen ook moeten worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat voor het stamstuk dicht bij den wortelaanzet een iets te klein volume wordt gecalculeerd.

Men zou ook, ten einde een indruk te verkrijgen van de mate van geschiktheid der gebezigde stamvormvergelijking voor kubeeringsdoeleinden, de middelbare fouten kunnen bepalen van de berekende volumina der takvrije stamstukken.

Correspondeeren met de stronk- en kroonaanzethoogte respectievelijk x_1 en x_2, dan is het vormgetal van genoemd stamstuk volgens formule (8):

$$f=\left\{\tfrac{1}{4}\,a^2x_1^{\,3}+\tfrac{3}{8}\,abx_1^{\,4}+\tfrac{3}{20}(b^2+2ac)x_1^{\,5}+\tfrac{1}{4}\,bcx_1^{\,6}+\tfrac{3}{28}\,c^2x_1^{\,7}\right\}-$$
$$-\left\{\tfrac{1}{4}\,a^2x_2^{\,3}+\tfrac{3}{8}\,abx_2^{\,4}+\tfrac{3}{20}(b^2+2ac)x_2^{\,5}+\tfrac{1}{4}\,bcx_2^{\,6}+\tfrac{3}{28}\,c^2x_2^{\,7}\right\}.$$

Het volume v wordt verkregen door f met den inhoud van den vergelijkingscylinder te vermenigvuldigen, zoodat $v = {}^1/_4\pi h d_{1/4}{}^2 f$. Voor $d_{1/4}{}^2 f$ kan hetzelfde geschreven worden als voor f, doch de parameters a, b en c moeten dan van een accent worden voorzien (zie formule (13); $a' = a d_{1/4}$, enz.). Hiermede wordt bereikt, dat thans met grootheden gewerkt wordt, welke bij de vereffening van de stamkromme direct zijn gevonden.

Voor de partieele differentiaal-quotiënten van v naar respectievelijk a', b' en c' vindt men:

$$\frac{\partial v}{\partial a'} = v_{a'} = \frac{1}{4}\pi h\left\{\left(\frac{1}{2}a'x_1{}^3 + \frac{3}{8}b'x_1{}^4 + \frac{3}{10}c'x_1{}^5\right) - \left(\frac{1}{2}a'x_2{}^3 + \frac{3}{8}b'x_2{}^4 + \frac{3}{10}c'x_2{}^5\right)\right\},$$

$$\frac{\partial v}{\partial b'} = v_{b'} = \frac{1}{4}\pi h\left\{\left(\frac{3}{8}a'x_1{}^4 + \frac{3}{10}b'x_1{}^5 + \frac{1}{4}c'x_1{}^6\right) - \left(\frac{3}{8}a'x_2{}^4 + \frac{3}{10}b'x_2{}^5 + \frac{1}{4}c'x_2{}^6\right)\right\},$$

$$\frac{\partial v}{\partial c'} = v_{c'} = \frac{1}{4}\pi h\left\{\left(\frac{3}{10}a'x_1{}^5 + \frac{1}{4}b'x_1{}^6 + \frac{3}{14}c'x_1{}^7\right) - \left(\frac{3}{10}a'x_2{}^5 + \frac{1}{4}b'x_2{}^6 + \frac{3}{14}c'x_2{}^7\right)\right\}.$$

De bij de vereffening verkregen waarschijnlijkste waarden a', b' en c' zijn op te vatten als lineaire functies der diameterwaarnemingen $l_1, l_2, l_3, \ldots, l_n$, zoodat:

$$\begin{aligned} a' &= \alpha_1 l_1 + \alpha_2 l_2 + \ldots + \alpha_n l_n, \\ b' &= \beta_1 l_1 + \beta_2 l_2 + \ldots + \beta_n l_n, \\ c' &= \gamma_1 l_1 + \gamma_2 l_2 + \ldots + \gamma_n l_n. \end{aligned}$$

Het differentiaal-quotiënt van v naar l_i is dan:

$$\frac{\partial v}{\partial l_i} = \frac{\partial v}{\partial a'}\cdot\frac{\partial a'}{\partial l_i} + \frac{\partial v}{\partial b'}\cdot\frac{\partial b'}{\partial l_i} + \frac{\partial v}{\partial c'}\cdot\frac{\partial c'}{\partial l_i} = \alpha_i v_{a'} + \beta_i v_{b'} + \gamma_i v_{c'}.$$

Noemt men de middelbare fout van v, μ_v en van een diameterwaarneming μ, dan mag bij benadering worden geschreven:

$$\mu_v = \mu\sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial l_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial l_2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{\partial v}{\partial l_n}\right)^2}.$$

Door substitutie van de reeds eerder gevonden waarden, verkrijgt men voor den vorm onder het wortelteeken:

$$[\alpha\alpha]v_{a'}{}^2 + 2[\alpha\beta]v_{a'}v_{b'} + 2[\alpha\gamma]v_{a'}v_{c'} + [\beta\beta]v_{b'}{}^2 + 2[\beta\gamma]v_{b'}v_{c'} + [\gamma\gamma]v_{c'}{}^2.$$

Zooals bekend is, zijn de grootheden $[\alpha\alpha]$, $[\alpha\beta]$, enz. op te lossen uit de zoogenaamde gewichtsvergelijkingen:

$$\begin{aligned} [pp][\alpha\alpha] + [pq][\alpha\beta] + [pr][\alpha\gamma] &= 1, \\ [pq][\alpha\alpha] + [qq][\alpha\beta] + [qr][\alpha\gamma] &= 0, \\ [pr][\alpha\alpha] + [qr][\alpha\beta] + [rr][\alpha\gamma] &= 0, \text{ enz.} \end{aligned}$$

Het gemakkelijkst is het bij deze oplossing gebruik te maken van verschillende grootheden, welke reeds bij de oplossing der normaalvergelijkingen voor a', b' en c' zijn verkregen (immers $[\alpha\alpha] = \frac{1}{[pp.2]}$, $[\alpha\beta] = \frac{1}{[pq.2]}$, enz.; voor vormen als bijv. $[pq.2]$ moet men lezen: $[pq.2] = [pq.1] - \frac{[pp.1][qq.1]}{[pq.1]}$, zie JORDAN-EGGERT-1920, blz. 95.)

Voor de 12 stammen van tabel no. XII vindt men op deze wijze de volgende cijfers:

No. volgens tabel XI	Kroon-aanzet-hoogte m	Berekend volume v m³	μ_v m³	μ_v in % van v	No. volgens tabel XI	Kroon-aanzet-hoogte m	Berekend volume v m³	μ_v m³	μ_v in % van v
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	5.6	.035	.000	–	13	15.6	.285	.003	1.1
10	9.2	.080	.001	1.2	14	20.3	.747	.002	.3
24	17.1	.924	.004	.4	29	16.0	1.560	.017	1.1
39	23.6	2.371	.005	.2	34	17.0	3.220	.065	2.0
12	11.8	.126	.001	.8					
20	13.6	.621	.007	1.1					
30	11.1	.170	.002	1.2					
37	25.5	2.224	.020	.9					

Ook bovenstaande uitkomsten toonen voldoende aan, dat de gebezigde stamvormvergelijking voor den djatistam bevredigend past.

[35] De familienamen in tabel no. XIV zijn afgekort op de wijze, zooals dat bij de afdeeling: Botanisch-houttechnische boschexploratie van het Boschbouwproefstation te Buitenzorg gebruikelijk is. Aanleiding tot vergissingen kunnen deze afkortingen niet geven.

[36] Zie de bijdrage van KALSHOVEN in NOLTÉE (1926).

[37] Wanneer overgegaan mocht worden tot de opstelling van stamtafels voor beide mahoniesoorten, zou schrijver dezes ongetwijfeld afzien van een vormonderzoek en het volume-principe toepassen.

[38] De onderzochte boomen behooren tot die, welke gemeten zijn ten behoeve van de opstelling van verschillende stamtafels. Voor verdere bijzonderheden moge worden verwezen naar WOLFF VON WÜLFING (1931, 1932).

[39] De boomen nos. 111 t/m 116 en 121 zijn modelboomen voor den blijvenden, nos. 110, 117 t/m 120 modelboomen voor den dunningsopstand. De Zwitsersche c-subperken worden volgens sterke laagdunning behandeld.

[40] Van dezen boom zijn twee foto's gegeven in een vroegere publicatie van schrijver dezes (1930).

[41] Ten einde dit werk en dat van latere onderzoekingen te vergemakkelijken, werden van te voren alle gegevens der modelboomen, welke in proefperkbundels en registers verspreid voorkwamen, voor elken boom afzonderlijk op speciaal daarvoor ingerichte kaarten genoteerd. Ook de uitkomsten der in deze paragraaf besproken berekeningen werden op zoo'n boomkaart geschreven, om een vlugge groepeering en verwerking der cijfers mogelijk te maken.

[42] Van de, in § 3 van dit hoofdstuk gekozen 41 modelboomen, welke hebben gediend om het aanpassingsvermogen van de gebezigde stamvormvergelijking te onderzoeken (zie tabel no. XIII), zijn beneden den kroonaanzet slechts geringe gedeelten van den stam gexylometerd. Het waren dus boomen, waarvan het takvrije stamstuk weinig abnormale verdikkingen, groote takstompen, krommingen, enz. bezaten.

Voor het geheele onderzoekmateriaal is het gexylometerde gedeelte van het takvrije stamstuk gemiddeld meer dan dat van bovengenoemde boomen. De (iets te lage) kubeeringsuitkomst met behulp van de formule, welke gemiddeld 2 à 3% bedraagt, moet hoofdzakelijk aan deze xylometeringen worden toegeschreven. Aangezien de kennis van het stamvolume met knobbels, enz. voor de practijk in het geheel geen waarde heeft, werd ervan afgezien de berekende stamvolumina volgens de vergelijking, door bijv. het aanbrengen van een gemiddelde correctie, te wijzigen (zie verder hoofdstuk III, § 2).

Het voornemen bestaat om later het verschil tusschen de uitkomsten der sectiemeting en xylometering in een afzonderlijke publicatie te behandelen.

[43] Voor deze stamvlakken werd eveneens de dikte van het spinthout gemeten. De spinthoutcijfers zullen te zijner tijd in een afzonderlijke publicatie worden verwerkt.

[44] Deze drie diameters behoeven natuurlijk niet $d_{1/20}$, $d_{1/4}$ en $d_{1/2}$ te zijn. Men kan daarvoor diameters kiezen, geheel willekeurig op zekere absolute of procentische hoogten gelegen. Op grond van deze diameters is de vormklasse steeds te bepalen (voor diameters op absolute hoogten is ook de kennis van de boomhoogte noodig).

[45] Zie WOLFF VON WÜLFING (1932).

[46] Gebruik werd gemaakt van de opstandsgegevens vóór dunning.

[47] Slechts een deel der tafels voor deze houtsoorten is tot nog toe gepubliceerd.

[48] De toename in volhoutigheid uitte zich bij de onderzochte Preanger wildhoutsoorten op verschillende wijzen. Aangezien het aantal opgemeten boomen per houtsoort tamelijk klein was, is de geconstateerde wijze van toename der volhoutigheid voor elke houtsoort niet zoo zeker. Het feit echter, dat practisch steeds hetzelfde gedrag werd vastgesteld, doet wel vermoeden, dat men min of meer met een algemeen voorkomend verschijnsel te doen heeft.

Dr. F. E. EIDMANN, wien ik dit eigenaardige gedrag der onderzochte houtsoorten vertelde, deelde mij mede, dat ook door hem bij een, bij zijn vertrek naar Indië afgebroken onderzoek in grove dennen-opstanden, waarbij eveneens van echte vormquotiënten gebruik was gemaakt, hetzelfde verschijnsel geconstateerd werd.

Bij sommige houtsoorten zal men, ten einde schijnbare afwijkingen te voorkomen, den stam zonder bast moeten onderzoeken (houtsoorten of sommige klimaatrassen van houtsoorten met dikken bast, welke naar den boomvoet toe bovendien snel in dikte toeneemt en daar een ander uiterlijk heeft — „skrovelbark" bij sommige Skandinavische grove dennen-rassen bijv.).

[49] De slankheidsfactor $s = \frac{d_{1/4}}{h} \times 100$ mag men practisch als een metingskenmerk beschouwen, omdat h direct en $d_{1/4}$ indirect (in de tafel vervangen door $d_{1.3}$; zie hoofdstuk III, § 1) bepaald wordt.

[50] Bij de verder volgende uiteenzettingen geschiedt de schrijfwijze der formules overeenkomstig de notatie in de geroneografeerde publicaties van Prof. Dr. M. J. VAN UVEN over: „Waarschijnlijkheidsrekening" en „Lineaire correlatie van n veranderlijken", welke als leidraad bij de colleges over waarschijnlijkheidsrekening aan de Landbouwhoogeschool te Wageningen gebezigd worden.

Het correlatie-vraagstuk, ook voor meer dan twee veranderlijken, wordt overigens in verscheidene leerboeken en verhandelingen behandeld (zie bijv. de literatuurlijst in WOLFF VON WÜLFING-1927).

[51] Zie bijv. WHITTAKER en ROBINSON (1924), blz. 194–196.

[52] Zoo'n tabel treft men bijv. aan in de "Tables for statisticians and biometricians", van K. PEARSON, Deel I (3e druk, 1930), blz. 20–21.

[53] Dat deze methode juiste resultaten geeft, volgt uit een consequente voortzetting van den regel, toegepast bij de ontwikkeling van een determinant naar de elementen van een kolom of rij.

Ontwikkelt men bijv. M naar de elementen van de 5e kolom, dan krijgt men:

$$M = m_{15}M_{15} + m_{25}M_{25} + m_{35}M_{35} + \ldots.$$

Hierin heeft de determinant van M_{35} het positieve teeken. Ontwikkelt men M nu verder naar de mogelijke producten der elementen van de 4e en 5e kolom, dan komt het voor den derden term van het rechterlid van bovenstaande vergelijking daarop neer, dat de determinant van M_{35} ontwikkeld moet worden naar de elementen van de 4e kolom. Voor het element, dat tevens tot de derde rij (m_{44}) behoort, krijgt men:

$$m_{35} \cdot m_{44} \cdot M_{35,44}.$$

Hierin moet $M_{35,44}$ het negatieve teeken hebben, aangezien $3 + 4 = 7$.

Bij den gegeven regel wordt het teeken bepaald voor het product der elementen van M, waarbij voor $M_{35,44}$ die van de hoofddiagonaal gekozen zijn, dus voor $m_{35}.m_{44}.m_{11}.m_{22}.m_{53}$. Deze weg moet natuurlijk hetzelfde resultaat geven.

Voor $M_{34,45}$ vindt men op genoemde wijze het positieve teeken; beide resultaten zijn in overeenstemming met de bekende vergelijking:

$$M_{il,kj} = -M_{ij,kl}.$$

[54] Zie bijv. WHITTAKER en ROBINSON (1924), blz. 71 en verder.

[55] Van de vier leeggekapte perken, waarvan in noot 6 van dit hoofdstuk de ligging is medegedeeld, kon er één tengevolge van het geringe aantal geschikte boomen ($\pm$ 50) niet gebezigd worden.

Van de perken nos. 102 en 105 waren respectievelijk 583 van de 916 en 207 van de 259 boomen voor het vormonderzoek te gebruiken; van perk no. 99 (115 stuks) behoefde geen enkele boom uitgeschakeld te worden. De boniteiten der perken waren ongeveer II (no. 99), III (no. 102) en IV (no. 104), de leeftijden en opperhoogten respectievelijk 29, 17 en 18 jaar en 19.7, 16.1 en 20.1 m.

Het zou zeker van belang zijn geweest over een grooter aantal van dergelijke gegevens te beschikken. Voor oudere perken kunnen zij slechts door velling verkregen worden; deze methode is echter kostbaar en kan daarom in zeer beperkte mate, waar zich toevalligerwijze gunstige omstandigheden voordoen, plaats hebben. Voor jongere opstanden kan het doel door metingen met behulp van ladders aan staande boomen bereikt worden. Op deze wijze zijn reeds gegevens verzameld, welke echter in verband met andere werkzaamheden nog niet verwerkt konden worden.

[56] Men hoede zich ervoor te concludeeren, dat een scheiding naar boomklasse op zichzelf, bij de verwerking der gegevens voor een tafelonderzoek, reeds merkbaar betere resultaten zal geven met betrekking tot de boomhoogte. Uit tabel no. XV blijkt voldoende de onjuistheid van zoo'n conclusie.

Behalve een scheiding naar boomklasse is het dan ook noodzakelijk de gegevens der opstanden afzonderlijk te verwerken, ten einde elke vermenging te voorkomen. Men moet dus een geheel anderen weg bij het tafelonderzoek volgen (zie verder).

[57] Deze standaard-afwijkingen worden bepaald met behulp van M en zijne minoren of van sommige elementen van M (zie VAN UVEN).

Zoo is bijv.:

$$\varepsilon_4 = \sqrt{m_{44}} \quad , \quad \varepsilon_{4;1} = \sqrt{\frac{M_{22,33,55}}{M_{22,33,44,55}}}$$

$$\varepsilon_{4;13} = \sqrt{\frac{M_{22,55}}{M_{22,44,55}}} \quad , \quad \varepsilon_{4;123} = \sqrt{\frac{M_{55}}{M_{44,55}}} \text{, enz.}$$

Hoewel de verschillende standaard-afwijkingen berekend zijn, ziet schrijver dezes ervan af ze alle in een tabel weer te geven.

[58] Voor perk no. 102 zijn de standaard-afwijkingen voor $y_{1/20}$ iets grooter dan die voor het tafelonderzoek. De geringe verschillen, ongeveer 0.025, kunnen echter aan het toeval worden toegeschreven, omdat de gecalculeerde standaard-afwijkingen niet geheel zeker zijn. De middelbare fout van ε is $\mu_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\sqrt{2N}}$ (N = aantal waarnemingen); voor perk no. 102 wordt deze fout circa 0.013. Practisch mag men dus zeggen, dat ε_5 voor perk no. 102 even groot is als ε_5 voor het tafelonderzoek.

Ook de geringe variatie der standaard-afwijkingen voor de perken toont voldoende aan, dat het er weinig toe doet of bij de berekening bepaalde waarden voor de overige kenmerken in het oog worden gehouden of niet. Een variatie van eenige beteekenis (0.005) treft men slechts aan bij perk no. 104 voor ε_5.

[59] Dit laatste slechts van boomen zonder lage gaffels, enz.

[60] Voor normaal gesloten opstanden neemt het gemiddeld $ka\%$ met toenemenden leeftijd gedurende de jeugdontwikkeling af, doch blijft daarna practisch constant. Aangezien de gemiddelde slankheidsfactor s van een opstand met toenemenden leeftijd toeneemt, verkrijgt men een overeenkomstig beeld, wanneer voor de boomen van het tafelonderzoek $ka\%$ op s uitgezet wordt (zie grafiek no. 10).

[61] Bij zoo'n vereffening neemt bovendien $d_{1/4}$ ten opzichte van $d_{1/2}$ en $d_{1/20}$ een bevoorrechte plaats in.

[62] Het is natuurlijk voor het uitzetten der punten onnoodig om meer dan twee parameterwaarden te kennen.

[63] De vormquotiënten voor de allergrootste s-waarden zijn door extrapolatie gevonden, ten einde in de tafels gegevens voor boomen hooger dan 40 m te kunnen verstrekken. Aangezien voor de groote s-waarden de verandering van $y_{1/2}$ en $y_{1/20}$ zeer gering is, zullen bij deze extrapolatie geen fouten van beteekenis zijn gemaakt. Het is natuurlijk zaak de tafels later met behulp van aanvullende gegevens te verbeteren.

[64] In dit verband moet bijv. gewezen worden op het onderzoek van het onechte spilvormgetal van groven den in Nederland door BÄHLER en BOSMAN (1923). Wanneer de spilvorm voor deze houtsoort, zooals elders reeds gevonden is, zeer weinig afhankelijk is van de boomhoogte zoodat practisch met één gemiddelden stamvorm kan worden volstaan, is de gevonden hooge correlatie tusschen het onechte vormgetal en de boomhoogte (−0.984) gemakkelijk te verklaren.

[65] Tot een hoogte van circa 12 m kunnen met behulp van een licht bamboe laddertje de diameters zonder al te veel moeite worden bepaald. Dit beteekent, dat van boomen, welke niet hooger zijn dan circa 20 m, de geheele stam kan worden gemeten. Voor hoogere boomen zal dus de geheele bovenstam (van $^1/_4$ tot circa $^3/_5$ der boomhoogte) of een gedeelte ervan moeten worden geschat.

[66] De gegevens voor klasse s 0.61–0.70; $ka\%$ 25.1–35.0 (2 waarnemingen) in tabel no. XVII zijn bij de vereffening wel gebezigd, doch in tabel no. 4a zijn voor een dergelijke, lage kroonaanzethoogte geen cijfers gegeven. In gesloten djatiplantsoenen zal als groepsgemiddelde zoo'n lage kroonaanzethoogte niet voorkomen.

[67] Deze methode komt in wezen overeen met die van bijv. SCHUBERG (1891, 1894) voor beuk en zilverden en SCHWAPPACH (1905) voor eik. Door genoemde onderzoekers werd, behalve een tafel voor gemiddelde, onechte vormklassen, een afzonderlijk tabelletje gegeven, waarin voor van de gemiddelden afwijkende vormklassen correctiecijfers worden verstrekt.

[68] Ter bevordering der overzichtelijkheid zijn in verschillende, weergegeven grafieken niet alle krommen ingeteekend, waarvan bij de aflezingen gebruik werd gemaakt.

[69] De kroonlengteklasse van 0.01–3.00 m is hierbij buiten beschouwing gelaten.

[70] Schrijver dezes heeft er reeds eerder op gewezen (hoofdstuk I, § 2), dat de dunne bast van den plantsoendjati, behalve aan den toegepasten bedrijfsvorm, aan raseigenaardigheden, enz., ook voor een deel moet worden toegeschreven aan vreterij door termieten.

[71] Het spreekt vanzelf, dat van tevoren vereffend moest worden, ten einde op grond van het cijfermateriaal te kunnen onderzoeken, of het door HOWARD geconstateerde verschijnsel ook voor den plantsoendjati optreedt. Het bewijs, dat de leeftijd op de bastdikte invloed oefent, zou ook met de onvereffende gegevens geleverd kunnen worden.

[72] De aanwezigheid van gleuven en groeven is bij den djati een normaal verschijnsel; bijgevolg zullen ook in de best verpleegde opstanden gegroefde stammen voorkomen. Het percentage van dergelijke boomen is des te grooter, naarmate de boomen grootere afmetingen bezitten.

Ten gevolge van verschillende oorzaken kunnen de stammen in den eenen opstand meer groeven en gleuven hebben dan in den anderen. Zoo bestaat er ongetwijfeld een verband tusschen den vorm van het wortelstelsel en de mate, waarin gleuven bij den onderstam voorkomen (in laatste instantie spelen dus hierbij sommige eigenschappen van den grond zooals de doorlatendheid, enz. een rol; vide COSTER-1932). Andere oor-

zaken zijn het plantverband (HART-1928), de toegepaste dunningen, beschadigingen en ziekten, enz. Wellicht moet men ook rekening houden met eigenaardigheden van variëteiten.

Onderzoekingen over het voorkomen van gleuven zijn gedaan door BEEKMAN (1915), POWELL (1923) en schrijver dezes (1929). CHAMPION heeft in een publicatie van recenten datum (1932) de practijkservaringen ten aanzien van- en de uitkomsten van onderzoekingen in zuivere djatiplantsoenen weergegeven (voor Britsch Indië, Burma en Java). Over het voorkomen van gleuven en groeven geeft hij de volgende conclusie (blz. 5):

"On the whole, the opinion prevails that pure plantations exhibit more fluting than trees growing in natural mixed forest, but there are numerous dissentients and no statistical evidence has been adduced. No comparative study of the extent of fluting in plantations with and without admixture of species in any form has been reported. Fluting has been ascribed to various factors, among which only branchiness has been satisfactorily demonstrated by measurement, and on present information it must be taken that, other things being equal, it is conditions leading to branchiness which result in the occurrence of higher proportions of fluted boles."

Wanneer men het eerste gedeelte der conclusie, dat — zooals HOWARD laat uitkomen — weinig waarde bezit, buiten beschouwing laat, dan valt het op, dat uitsluitend op de takkigheid de aandacht wordt gevestigd. Een practijkservaring op Java, welke voldoende vaststaat, is, dat diepe gleuven vaak een gevolg zijn van oude beschadigingen van diversen aard (brand-, vellings-, windbuigingsbeschadigingen, enz.).

[73] Oorspronkelijk had schrijver dezes het voornemen om een indeeling te maken volgens de procentische hoogteligging. Daarvoor zou echter noodig zijn geweest om — uitgezonderd dan van de bijzondere stamvlakken op $^1/_{20}$, $^1/_4$ en $^1/_2$ der boomhoogte — van alle onderzochte stamvlakken hunne procentische ligging te berekenen, aangezien deze cijfers op de boomkaarten niet voorkwamen.

Daar voor het stamtafelonderzoek reeds zooveel rekenwerk verricht moest worden, werd, met het oog op een goeden voortgang van andere werkzaamheden, besloten van deze arbeidsvermeerdering af te zien en slechts met absolute hoogten te werken, waarvoor de gegevens reeds aanwezig waren. Bovendien zijn de resultaten van het onderzoek bij een indeeling volgens absolute hoogten geschikter voor de practijk (bijv. voor kubeeringsonderzoekingen met behulp van omtrekmeting bij onbekapte stamstukken).

[74] Ter bevordering van de overzichtelijkheid zijn niet alle krommen weergegeven.

[75] De laagste waargenomen punten in figuur no. 14 liggen op gemiddeld 0.7 m hoogte. Om de gemiddelde correcties voor de omtrekdiameters op stronkhoogte te verkrijgen, moest dus een weinig geëxtrapoleerd worden, in een gebied echter, waar deze correctie, vooral voor groote diameters, in sterke mate met de hoogte verandert.

Het spreekt daarom vanzelf, dat de in tabel no. 2 gegeven omtrekken op stronkhoogte voor de groote boomen met eenige reserve aanvaard moeten worden. Zij dienen slechts om een idee van den vermoedelijken, gemiddelden omtrek te geven en mogen niet als metingskenmerk gebezigd worden.

Dit laatste zou ook gegolden hebben, wanneer op stronkhoogte wel waarnemingen gedaan waren, omdat zoo dicht bij den wortelaanzet het aantal en de diepte der gleuven individueel buitengewoon uiteen kunnen loopen.

[76] De kleinste boomhoogte in de tafels is 5, de grootste 45 m; 2, 4, 6 m, enz. boven stronkhoogte komen dus overeen met hoogten boven den grond, welke varieeren tusschen 2.05–2.45 m, 4.05–4.45 m, enz. Reeds eerder is medegedeeld, dat boven 2.0 m hoogte boven den grond een dergelijke variatie op de correctie nagenoeg geen invloed heeft.

[77] Namelijk om de absolute vormgetallen te herleiden tot onechte, welke voor gebruik door de practijk geschikter zijn.

[78] In het genoemde, recente artikel van HOHENADL, dat tot titel heeft: „Die Vereinfachung der Bestandsberechnung", toont deze onderzoeker, meer dan vroeger het geval was, doordrongen te zijn van het feit, dat voor de practijk slechts eenvoudige opnamemethoden in aanmerking komen.

Schoorvoetend wordt erkend, dat daarbij tafels bruikbaar zijn. Een tafeltje met echte vormgetallen voor verschillende sluitingsgraden wordt gegeven. Aangezien niet vermeld is, op welke wijze deze cijfers verkregen zijn, moeten ze met groote reserve aanvaard worden.

Een voorstel om de gemiddelde vormklasse van een opstand op grond van den sluitingsgraad te schatten, heeft, zooals reeds in het vorige hoofdstuk van deze verhandeling is aangetoond, voor opstanden, welke tot eenzelfden bedrijfsvorm behooren, weinig zin. Uitkomsten van onderzoekingen om dit voorstel te ondersteunen, geeft HOHENADL bovendien niet.

HOOFDSTUK III.

[1] De grafiek werd op zoo'n schaal geteekend, dat $_g d_{1.3}$ tot op mm en s tot op 0.001 nauwkeurig afgelezen konden worden.

De krommen moeten zooveel mogelijk door de uitgezette punten gaan, omdat gebruik wordt gemaakt van reeds vereffende gegevens. Ten gevolge van de toegepaste afronding voor de vormklasse in de sleuteltabel no. 3a (de vormquotiënten verspringen daarin telkens met 0.01), kunnen hier en daar, zij het ook zeer geringe onregelmatigheden in het verloop der geconstrueerde punten optreden.

Het spreekt vanzelf, dat de reeksen s-waarden (zie tabel no. XXII) zoodanig gekozen moeten worden, dat de opgedragen punten dicht genoeg bij elkaar liggen om de krommen met voldoende zekerheid te kunnen trekken.

Ter bevordering van de overzichtelijkheid zijn in figuur no. 15 niet alle krommen, waarvan bij de interpolatie gebruik werd gemaakt, ingeteekend.

[2] Verwezen wordt naar leerboeken over hoogere algebra, bijv. die van RAHUSEN (1916), SCHUH (1921, 1924, 1926), enz.

[3] Men krijgt dan:

$$\begin{aligned} +9.959952\,x^3 &= +\ 1.2530 \\ -23.348772\,x^2 &= -\ 5.8623 \\ +23.168820\,x &= +11.6093 \\ -\ 7.00 &= -\ 7.00 \\ \hline & \quad 0.0000 \end{aligned}$$

[4] Zie bijv. WHITTAKER en ROBINSON-1924, blz. 20 en verder.

[5] De volgorde kan overigens willekeurig gekozen worden.

[6] Gewezen moet worden op het, zij het ook zeer geringe verband, dat tusschen de procentische kroonaanzethoogte en de vormklasse bestaat; bij de vereffening werd het uit practische overwegingen buiten beschouwing gelaten (zie hoofdstuk II, § 5). Deze omstandigheid moet echter bij de gedane uitspraak tot eenige voorzichtigheid manen.

[7] In dergelijke gevallen zijn vèrgaande interpolaties ook het meest op haar plaats. Bij direct gebruik van een algemeene tafel voor boomschattingen zal de practijk vermoedelijk nooit interpolaties van eenige beteekenis verrichten.

[8] Ten slotte heeft men zich alleen bij fijnspar aan dezen eisch gehouden (BAUR-1890 met 22757 boomgegevens).

[9] De bevredigende overeenstemming in de cijfers der tabellen nos. XXIII en XXIV, zoowel wat betreft het teeken als de grootte der gemiddelde, procentische fouten, is een gunstige omstandigheid. Het bewijst, dat de systematische fout practisch onafhankelijk is van de afmetingen der boomen.

[10] Vergelijkt men de middelbare fouten voor de takvrije stamstukken met die voor de boom- en dikhoutvolumina, dan blijken eerstgenoemde fouten, zooals wel te verwachten was, het kleinst te zijn.

[11] Het is moeilijk in dit opzicht de kubeering der gevelde modelboomen te verbeteren. Men zou van de overgeslagen, onregelmatig gevormde stamgedeelten den in-

houd volgens de eindvlakken kunnen bepalen. Wanneer het gedeelte nabij den kroonaanzet onregelmatig gevormd of bij de velling min of meer beschadigd is, kan daar genoemde methode niet worden toegepast.

[12] Het is echter van belang dit onderzoek alsnog te doen, omdat de uitkomsten ervan aanwijzingen kunnen geven omtrent de methode van opname, welke voor gebruik van een boomtafel het meest is aan te bevelen.

[13] BEEKMAN (1915) toonde aan, dat bij toepassing van de methode van URICH, op de wijze zooals dat thans bij perkopnamen op Java plaats heeft, fouten tot 8% toe verwacht kunnen worden.

STEM FORM AND VOLUME OF PLANTATION-GROWN TEAK

(Tectona grandis L. f.; Verbenaceae)

BY

H. E. WOLFF VON WÜLFING.

SYNOPSIS CHAPTER I.

On the basis of European, American, British Indian, Japanese, Philippine, and Netherlands Indian literature various methods are discussed that are applied in preparing Volume and Stem Tables, whilst at the same time the attention is drawn to the various tree characteristics that have been made use of in the investigation and the composition of Tables.

Particular attention has been paid to those characteristics and methods that are employed for tropical woods — in the first place for teak — such as are adequate and can be recommended. The author, on the basis of his study of this literature, arrived at the subsequently described directions and methods followed by him in compiling his General Volume Tables for teak.

a) If circumstances at all permit it, whatever may be desired in actual practice, the first thing to do is to draw up a General Table. A General Table must be understood to be one that conforms to the following requirements: it must contain, as measuring characteristics, at least one diameter or one circumference in addition to the height of the tree, whilst the volume estimates must relate to the tree as a whole or to parts thereof (thickwood, stemwood, crownwood, etc.) in which, therefore, but little or no account is taken of the method to be employed for converting or selling the wood.

b) This General Table for teak should contain such data as can be used, if necessary with the aid of simple complementary measurements in stands and/or by investigating their conversion into lumber in the forest or in the saw-mill, for the further preparation of Local Tables that can be adapted to all practical requirements.

In view of the fact that these requirements, as regards the data that a Local Table should contain, may vary for different parts of the teak area, and that in addition they are subject to undergoing an entire change

within a comparatively speaking short space of time through the application of new methods of exploitation, the method above indicated in the long run signifies a considerable saving of time and of labour.

c) So as to make it possible for Local Tables to be prepared entirely or partly in actual practice, the General Table must contain merely such measuring characteristics as can be verified by means of simple aids and such as give no occasion for entertaining doubt or uncertainty to any serious extent.

As such we may mention the height of the tree, the length of the clear bole (obviously identical with the height of the crown base), the length of the merchantable bole, and the girth at 1.30 metres from the ground. We also give the circumferences at 1.50 and at 1.70 metres from the ground, thus making it possible to avoid abnormal stem bases.

In view of the fact that this Table is also to be used in making measurements in sample plots of the Forest Research Institute, we have included the stem-area diameters at the height of 1.30, 1.50, 1.70 and 5 metres, whilst for the last mentioned height also the girth is stated.

Such General Tables, experience has shown, often give satisfactory results when calculating the cubic volume of stands or of large groups of stems with the aid of appropriate methods, though in figuring the cubic volume of a single tree errors may occur to a maximum of 30% of the actual volume.

d) The estimation characteristics to be given by the General Table must be the following:

for the tree with the bark: the volumes of the tree, the thickwood, the branchwood, the crown, and the clear stem;

for the stem without the bark: the diameters, girths and volumes for various heights.

It must be possible to vary the stump height within certain limits so as to make it possible to adapt the calculations to different methods of exploitation.

It is to be recommended that in the future the thickwood limit be fixed a little higher than is now being done in the Tables, following the custom of most of the European forest research institutes (7 centimetres diameter over bark).

e) A Table that is to satisfy all the requirements above enumerated can be constructed only by adopting as a starting point the determination of the stem form.

In this investigation we have employed true form quotients. In the case of teak we were able to employ to this end a simple equation that represents the stem form with satisfactory accuracy.

As has become sufficiently apparent from various investigations made, it is impossible to determine adequately the stem form by means of one single form quotient; the equation used for teak is such that two form quotients are required.

f) Numerous investigations have shown very definitely that the determination of the form class of the individual tree is impossible by other than direct measurements, so that in preparing our Tables we had to work with average form classes.

These average form classes for the various trees and stands of one single kind of wood usually vary so little that for any one Table we require practically speaking only one form class — in the case of teak, therefore, indicated by two form quotients. In some cases it is possible, without undue complication, to take into account the slight variation of the form class in the Volume Tables. It is this latter method that has been followed in drawing up the Table for teak.

g) In view of the fact that the investigation has been carried out for teak stands to which one single mode of treatment is being applied, and seeing that the climatic conditions within the region under consideration do not vary unduly, it was unnecessary further to subdivide the teak area.

h) Finally we must still remark that it is highly improbable that a simple equation for the stem form can be constructed that will hold good generally for every species of tree. The various investigations into this matter in all cases proved to be failures. Also the equation employed in the case of teak may indeed be valid also for various other kinds of tree, but certainly not for all kinds. In contradistinction to most other investigations, the butt swelling has not been treated as a separate factor.

SYNOPSIS CHAPTER II.

a) The investigation was carried out chiefly by means of data obtained from felled sample trees collected prior to 1931. The determination of the volume of the clear bole was effected according to the section method (as far as was possible on sections of 1 metre in length). The sections were sawed through in the centre, after which the outlines of the stem were projected on paper. The areas of these transverse sections were determined by planimeter, and from the areas thus obtained the stem-area diameters — $_gd$ — were derived. [1]) In the same manner also the stem-area diameters

[1]) Whenever stem areas, diameters, or girths are determined directly, i.e. by means of planimeter, caliper, or tape, they will be indicated by *g*, *d* and *o*, respectively. Whenever such a characteristic is deduced from one of the other two, it will be indicated by a

were measured at an elevation of 1.30 metres, as also at $^1/_{20}$, $^1/_2$, and for a proportion of the trees available, at $^1/_4$ of their height (reckoned as from the foot).

Irregularly shaped portions of the stem were not measured by means of the section method; such portions, even as the crownwood, were cubed by means of the xylometer.

Such sample trees can be used for investigating the stemform, provided a sufficient number of stem-area diameters are available for consideration, and provided the position of all diameters is known. Of the 7262 trees measured from 1914 to 1930, quite a number of the earlier data did not comply with both requirements, so that only 3757 (51.7% of the total) of them were retained for stem-form investigations. Amongst the trees thus excluded there were quite a number, we regret to say, of considerable dimensions, as also a number of small trees.

In the Tables nos. I*a*–I*e* we have given a survey of such trees as were used for stem-form investigations, arranged according to age, height (h), and factor of slenderness (s). [2])

For all trees measured a distinction was made between the thickwood and the branchwood (limit = diameter of 7 cm over bark). From the middle of 1923 onward a distinction was made also, for trees with normally shaped crowns, between the wood below and that above the crown base (in total 2000 trees). In the case of these latter trees, therefore, it was possible to investigate also the crownwood (see Table no. II).

In 1920 a beginning was made with the determination of the thickness of the bark for a certain number of stem areas for each tree (in total 2833 trees; see Table no. III). With the aid of these figures the volume of the stem without the bark could be determined.

Finally, to conform to considerations of what hitherto has been customary, the Tables indicate, over and above the stem-area diameters, also

---

prefix. So, for example, ${}_gd$ = diameter deduced from the stem area, ${}_od$ = diameter deduced from the girth, etc.

A suffix at the right hand side denotes the position; a common fraction or a decimal with the sign % denotes the relative position, a decimal without any addition denotes the height in metres (in either case figured from the tree base). So, for example, ${}_gd_{1/20}$ = stemarea diameter at $^1/_{20}$ of the height of the tree, ${}_od_{1.5}$ = girth diameter at a height of 1.5 metres from the ground level, $d_{40\%}$ = calipered diameter at 40% of the height of the tree, etc.

In view of the fact that for the stem-form investigations for teak exclusively stem-area diameters have been used, for the sake of simplicity the prefix g has been omitted in such cases.

[2]) The factor of slenderness s must be understood to represent the relation between the diameter at $^1/_4$ of the height of the tree and the full height of the tree, times 100, so that $s = \frac{d_{1/4}}{h} \times 100$.

the circumferences. The relation between the circumference and the stem-area diameter was determined upon the basis of investigations begun in 1924. Of alle stem areas projected after having been sawed through, also the girth was measured (in total 1432 trees; see Table no. IV).

The above indicates clearly that the material in connection with which the investigations were pursued, in various respects was not quite as homogeneous as could be desired for the purposes of tabulation. For further verification data will be required of trees having larger dimensions. In this respect the Tables here compiled are still more or less provisional. They should be subject to improvement in about ten years from now, after a sufficient number of completive observations can have been made.

b) An equation for the stem form that can be applied satisfactorily in the case of teak, as also for various other woods, is the following:

$$y = ax + bx^2 + cx^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Here a, b end c are constants, whilst y is a true form quotient in which $d_{1/4}$ has been taken as the basic diameter. The distance (λ) from the tip of the tree to the diameter to which y refers is indicated by x. In relation to the basic diameter assumed, the unit of length represented by x is taken as $^3/_4$ of the height of the tree (h), i.e. $x = \frac{4\lambda}{3h}$. The length of any tree, therefore, is always 1.3, whilst the form quotient for the diameter [3]) at $^1/_4$ of its height — $y_{1/4}$ — equals *1*, thus presenting the equation:

$$y_{1/4} = 1 = a + b + c \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

The second constant in the right hand side member of (1) is a negative number, the other constants are positive numbers; thus it always presents itself in the case of teak and, in fact, in that of most wood species. In the case of stems of a particular stem form the distribution of the signs may be a different one. Stems having a decided club shape cannot be approximated with the aid of any equation typical of (1). Such divergent forms, however, we may here leave out of consideration.

At the tree top $y = 0$. In this case equation (1) has the following three roots: $x = 0$, and the roots of the quadratic equation $a + bx + cx^2 = 0$. The last named roots are always complex for the ordinary stem form, so that:

$$b^2 - 4ac < 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

---

[3]) In the same manner as in the case of the diameter, the girth or the stem area, so also in that of the form quotient, the position of the diameter to which it refers is indicated by a suffix. Thus $y_{3/8}$ = the form quotient for the diameter at $^3/_8$ of the height of the tree from the ground level up, $y_{1.7}$ = the form quotient for the diameter at a height of 1.7 metres from the tree base, $y_{35\%}$ = the form quotient for the diameter situated at 35% of the height of the tree.

The formula for the tangent at the curve expressed by (1) is:

$$y' = a + 2bx + 3cx^2.$$

For the ordinary stem form the right hand side member of above expression has for $y' = 0$ always complex roots, thus:

$$b^2 - 3ac < 0 \text{ or } 3ac > b^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3b)$$

The beginning or the end of the so-called butt swelling is indicated by the position of the point of inflexion. This position is found by:

$$y'' = 2b + 6cx = 0 \text{ or } x = -\frac{b}{3c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

In addition to being indicated by the parameters a, b and c, in (1), the stem form can be determined also by two form quotients. To this end were chosen $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$, the so-called form class. If the stem from the foot up to $^1/_4$ of the height of the tree is referred to as the lower stem, and the upper portion up to the crown base as the upper stem, we may say that the lower stem is fuller boled to the extent that $y_{1/20}$ is smaller, whereas for the upper stem this holds good inversely as regards $y_{1/2}$.

In figure no. 1 we have depicted four stem curves which, apart from the top portion above the crown base, occur in the case of plantation-grown teak. According to (4) the points of inflexion for the stem forms represented lie between $x = 0.7034$ and $x = 0.8250$, corresponding to heights between 47.2% and 38.1%. When it is considered that in the case of teak the crown base mostly is situated at a point ranging between 55% and 60% of the height of the tree, it becomes sufficiently clear from the figures adduced above how absurd it would be, when investigating any stem form for this species of timber, to use an equation that does not take into consideration the butt swelling.

By the aid of equation (1) we find the true form factor of the entire trunk:

$$f = \left\{\frac{1}{4}a^2x^3 + \frac{3}{8}abx^4 + \frac{3}{20}(b^2+2ac)x^5 + \frac{1}{4}bcx^6 + \frac{3}{28}c^2x^7\right\} \ldots\ldots \quad (5)$$

In order to find the form factor for any particular portion of a stem situated between p% and q% of the height of the tree (from the ground level up), we must calculate the form factors for the stem portions lying between p% and q% of the height of the tree on the one hand, and the tree top (100%) on the other hand, and then take the difference between these form factors, as follows:

$$f_{p\to q\%} = f_{p\to 100\%} - f_{q\to 100\%}.$$ [4])

---

[4]) The true form factors with a basic diameter $d_{1/4}$ for the entire trunk or for a portion thereof, are indicated by f. The position of the portion of the bole to which the form factor refers, is added in the shape of a suffix by indicating the limits in percentages of the height of the tree, for example: $f_{0.5\to 100.0\%}$ = the form factor for the portion of the bole situated between 0.5% of the height of the tree and its tip; $f_{20.0\to 80.0\%}$ =

To facilitate the stem-form investigation for the great number of trees taken, and to simplify the calculations connected with the composition of the Tables, a number of auxiliary tables were computed based upon the equations (1) and (5), to be used in connection with calculating machines and already extant mathematical tables (CRELLE, BARLOW, etc.). It being impracticable to produce these tables in their entirety here, only small portions thereof are given to indicate their general trend and purpose.

Table no. V contains some form quotients, arranged according to form class (both $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$ increase each time by 0.01) and distributed over the whole stem. In our investigations this table was used chiefly for controlling the adequate effectiveness of the graphical adjustment of the data (see below), but it can also be used for other purposes. For instance, if the form class or a, b and c (with the aid of table no. VI; see below) are given, form quotients, if necessary after interpolation, can readily be found (as, for example, in calculating a conversion).

Table no. VI gives for the form class the various factors with a, b and c, in the terms of the right hand side members of equations (1) and (5), whilst table no. VII gives the factors with x and such possible fractions as pertain thereto for percentual heights, increasing by 0.1%. By means of these two tables, therefore, any form quotients for the stem and any form factors for parts of the trunk can be calculated. Table no. VI, moreover, can further be used for finding, for any given form class, the factors a, b and c pertaining thereto, and vice-versa.

Table no. VIII gives the form factors for the entire stem and for parts thereof, grouped according to the form class. This proves that we have taken into consideration stump heights at 0.5%, 1%, and 1,5% of the total height of the tree. By figuring the differences, after interpolation wherever required, this table makes it possible to find without delay the form factor of any given portion of the bole.

Table no. IX served exclusively in preparing the Tables (see below). Having in the Stem and Volume Table taken $o_{1.3}$ as entry, and having made use neither of this characteristic nor of $d_{1.3}$ in working up the data, we had to calculate for any given height (h) $y_{1.3}$ and $d_{1.3}$ by way of a, b, c and $d_{1/4}$, and so deriving therefrom $o_{1.3}$. This table facilitates the accurate determination of $y_{1.3}$. As h in the Tree and Stem Table is given in metres without fractions, this has been done also here.

In exactly the same manner also the tables for calculating $y_{1.5}$, $y_{1.7}$ and

---

= the form factor for the portion of the bole between 20.0% and 80.0% of the height of the tree.

Attention is directed to the fact that in this investigation exclusively true form factors have been employed.

$y_{5.0}$ have been constructed, for which reason we do not reproduce them.

In preparing tables nos.V–IX use can be made of the fact that the figures in the various columns increase according to definite progressions, thus making it possible to apply interpolation formulae.

c) In order to verify that the selected equation (1) is satisfactory for teak, it was decided to adjust the data for a number of trees — and that for each tree separately — with the aid of this equation. Seeing that it is desirable entirely to eliminate the personal factor of the observer in adjusting such data, we applied the method of least squares.

In this calculation we proceeded from diameters instead of from form quotients because for the determination of these latter quantities the most probable value of the ideal basic diameter $d_{1/4}$ must be known. But this value is obtained only after working out the adjustment.

The position of the diameters under observation, stated in values of x, was taken in the calculation as being without error. All errors (or rather deviations), therefore, were assumed to be included in the observed diameters.

For this reason we used, instead of (1), the following equation:

$$d=a'x+b'x^2+c'x^3,\ ^{5}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

in which d represents the diameter, and wherein the constants take the accent mark, to distinguish them from those used in (1).

So as to avoid working with unwieldy figures it is recommended — for instance with the aid of a graph — to determine the approximate parameter values a'', b'' and c''. The most probable parameter values are obtained by correcting the approximate values by means of certain quantities, so that:

$$a'=a''+\Delta a'',\ b'=b''+\Delta b'',\ c'=c''+\Delta c'' \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Equation (6), therefore, becomes:

$$d=(a''x+b''x^2+c''x^3)+(\Delta a''.x+\Delta b''.x^2+\Delta c''.x^3) \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

If futher it is taken that:

$$\left.\begin{array}{l}(a''x+b''x^2+c''x^3)=d' \text{ (approximated diameter)},\\ d'-d=-l,\ x=p,\ x^2=q \text{ and } x^3=r,\end{array}\right\} \ldots\ldots \quad (9)$$

then the error equation assumes the following form:

$$v=-l+p\Delta a''+q\Delta b''+r\Delta c'' \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

An example of the procedure followed in working out such data is to be found in table no. X; in this case also the so-called S-control is applied.

For sample tree no. 12 (height $h = 17.4$ m; height of crown base $ka =$

---

[5]) It should be remembered, that the constant b is a negative number. Consequently also the numbers for the products ab and bc in equation (5) always take the negative sign.

= 11.8 m) of the thinning stand (DO) of sample plot no. 70 measured in 1927 (then 27 years old), for instance, the following approximating equation was chosen:

$$d' = 29.83x - 29.30x^2 + 11.73x^3.$$

The adjustment gives the following most probable values for the corrections:

$$\Delta a'' = 1.101,\ \Delta b'' = -2.673 \text{ and } \Delta c'' = 1.486.$$

If at the same time the mean square error per observation $\mu' = \pm 0.251$ cm, and those for the parameter values $\mu'_{a'} = \pm 1.836$, $\mu'_{b'} = \pm 3.749$, and $\mu'_{c'} = \pm 1.858$ are subjoined to d' and to the parameter values, the most likely equation would be:

$$d_{\pm 0.251} = 30.931_{\pm 1.836}x - 31.973_{\pm 3.749}x^2 + 13.216_{\pm 1.858}x^3.$$

By substituting in the above equation for $x = 1$, the corrected $d_{1/4}$ is found:

$$d_{1/4} = 30.931 - 31.973 + 13.216 = 12.174 \text{ cm.}$$

By dividing both members of the equation by $d_{1/4} = 12.174$, the relation is found between y and x:

$$y_{\pm 0.021} = 2.541_{\pm 0.151}x - 2.626_{\pm 0.308}x^2 + 1.085_{\pm 0.153}x^3.$$ [6])

In figure no. 3 the curve (no. 12) is represented by the above equation. The cross marks indicate the calculated form quotients, that is to say the actually observed diameters divided by the adjusted $d_{1/4}$.

For the purpose of testing the equation employed, 41 sample trees were taken of different ages and belonging to stands of widely varying quality classes. Care was exercised that for the trees so chosen the number of diameter determinations was sufficiently large, and that the parts of the bole omitted on account of their undue irregularities, thus making them less suitable for section measurement, was as small as possible. For the rest the trees used for this investigation were arbitrarily chosen. The outcome of these adjustments is presented in table no. XI.

From the last mentioned table it is evident that the mean square errors for the observed form quotients (μ: see column 11) generally speaking are small; they vary between 0.008 and 0.034. The magnitude of μ is no reliable indicator as to the degree in which the equation satisfies an observed definite stem form. A large μ, indeed, may be due to irregularities in the trunk (as in the case of highly fluted stems, etc.). Also every μ calculated is not

---

[6]) The mean square errors for y, a, b, and c, are those for d, a', b', and c', divided by $d_{1/4}$. Thus $\mu = \frac{\mu'}{d_{1/4}}$, $\mu_a = \frac{\mu'_{a'}}{d_{1/4}}$ etc.

equally reliable. Its reliability depends upon the number of observations per tree (see table of mean square errors of mean square errors — μ_μ — in Note 30, Chapter II, of the Dutch text).

In order to enable the reader to form a judgment of his own as to the suitability of the equation used, we have given more detailed data in the case of 12 trees (see table no. XII, and figures nos. 2, 3 and 4), namely those of 4 trees (nos. 1, 10, 24 and 39 in table no. XI) with a small μ (0.010–0.011), of 4 trees with average μ (0.019–0.021) (nos. 12, 20, 30 and 37), and of 4 trees with large μ (0.026–0.034) (nos 13, 14, 29 and 34).

Very close to where the roots are inserted, the diameters observed in some instances may be larger than those obtained through the adjusted curves. This portion of the stem (up to approximately 0.5 metres above the stump height) is frequently grooved deeply and capriciously, especially in stands that formerly were insufficiently tended (fires, cattle grazing, damage to the trunk, etc.). In such cases the diameter rapidly increases towards the foot of the tree, sometimes even more or less abruptly. Here the negative error tends to cause a volume that is slightly too low for that portion of the trunk close to the root insertion if this equation is used. But such deviation is insignificant if taken in relation to the entire stem.

With the aid of the stem-form equation the trunks of these 41 trees, moreover, were cubed beginning at the stump height up to the crown base, and these results were compared with the content figures as obtained by means of the section method, using the xylometer wherever necessary (table no. XIII). The differences on the whole are small, but the calculated volumes generally are a little less than those obtained by actual measurement. In addition to the irregularities near the root insertion already referred to, this difference must be ascribed also to the fact that the volumes of the irregularly shaped portions of the trunk are determined by means of the xylometer, seeing that this method gives too large a volume as compared with the section measurement.

With the aid of the adjustment data were calculated also the mean square errors of the figured volumes of the branchless portions of the trunk (μ_v) (see table in Note 34, Chapter II, of the Dutch text).

The stem-form equation (1) was tested, besides on teak, also on 131 trees of different woods (table no. XIV). Nos. 1–21 incl. are sample trees of different plots, nos. 22–30 incl., 89–109 incl., and 131, comprise trees of which measurements were taken particularly for the stem-form investigation (girth measurements); nos. 110–130 incl. comprise data concerning European woods, culled from various publications. The largest group, nos. 31–88 incl., comprises those trees on which measurements were made

for other purposes, for which reason these were conducted a little less carefully than is usual in the case of sample trees. The fairly large mean square errors per observation in the case of some of these trees are to be ascribed principally to this fact.

The stem-form equation proved to be sufficiently flexible, so that in by far the most cases there was a satisfactory adaptation to the data observed. Figures nos. 5, 6 and 7 present a picture of the results of the adjustments made in the case of 24 trees with ordinary stem forms.

The equation also proved sufficiently adequate for the stem in the crown of certain conifers (figure no. 6) for which diameter determinations were also made.

For some trees, where there were but few diameter determinations, the curve outside the range of observation exhibited an unlikely form (as, for example, in the case of nos. 10, 33, 45, etc.). Within the range of observation, however, the curve fits the points of observation quite well.

For tree no. 60 the curve indicates a hardly noticeable clubshaped stem. The points of observation for this tree, however, are very irregularly placed, so that the result of the adjustment proves but little. But if such stem forms are of more frequent occurrence, then this case proves adequately that even to such forms the equation can still be applied.

For trees with a pronounced club-shaped stem, as in no. 131, the equation employed is not so well adapted.

d) For the upwards of 3700 trees (table no. I*e*) in which the stem-form investigation had to be carried out, it would take up too much time to make use of the method of least squares in making the required adjustments. The form class, therefore, was determined by means of a graph (an example hereof is provided by figure no. 8).

The stem-area diameters were stippled in from the ground level upward, after which an adjusting curve was traced. On this curve were read off $d_{1/20}$ $d_{1/8}$, $d_{1/4}$, $d_{3/8}$ and $d_{1/2}$. If these values so read off are divided by $d_{1/4}$, the form quotients $y_{1/20}$, $y_{1/8}$, $y_{3/8}$ and $y_{1/2}$ are obtained. Thus the form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) is determined. The determination of $y_{1/8}$ and $y_{3/8}$ served merely for controlling, with the aid of table no. V, whether the adjusted curve reasonably satisfied the stem-form equation employed.

In by far the majority of cases there proved to be correspondence with the tabular values, or else in the case of $y_{1/8}$ or $y_{3/8}$ there was a slight difference of at the most 0.01, a divergence which is to be expected, of course, in the more or less subjective method of adjustment applied.

In trees having the crown base at less than 50% of their total height, only $y_{1/20}$, $y_{1/8}$ and $y_{3/8}$ were determined. On the basis of the values for $y_{1/20}$ and $y_{3/8}$ the form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) was looked up in table no. V.

For each tree, furthermore, were determined:

1. The parameters *a*, *b* and *c*, for the form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$) of the tree (with the aid of table no. VI).

2. The slenderness factor $s = \frac{d_{1/4}}{h} \times 100$.

3. The elevation of the crown base in metres (*ka*) and in percentage of the height of the tree (*ka*%).

4. The crown length in metres (*krl*).

5. The adjusted diameter at the crown base (d_{ka}).

6. The thickwood percentage of the crown (*krdk*%).

7. The crown factor (*krf*).

For the purpose of deriving the crown volume in a simple manner from the stem volume, the following method was applied.

Although teak, especially at a more advanced age, as a rule does not possess a clearly defined crown stem, it might be possible to assume that the stem continues also beyond the crown base and possesses a shape to which the equation (1) can be applied.

Whenever the parameters of the stem-form equation are known, the form factor and furthermore the volume of this hypothetical crown stem can be calculated. We have already mentioned that for each sample tree the crown volume had been determined.

The crown factor (*krf*) was defined as the ratio between the true crown volume and the volume of the imaginary crown stem. Thus one obtains:

$$krf = \frac{\text{crown volume}}{\text{crown stem volume}} .$$

As already stated, in the case of a number of trees also the thickness of the bark has been measured for certain stem areas.

Finally for each tree, as a controlling measure, the volume of the clear bole was calculated with the aid of the stem-form equation, and thereupon compared with the results obtained through section measurement and by means of the xylometer. As a rule the first mentioned volume was a trifle less (2%–3%). This divergence is the result chiefly of the circumstance that the xylometer gives too large a volume in relation to the section measurement (see under *c*).

e) Various investigations have shown quite clearly that the form class of a standing tree cannot be determined indirectly with satisfactory accuracy. Especially in the case of such a pronouncedly light-demanding species as teak it cannot be expected that the stem form, which varies greatly, depends upon tree characteristics such as height, tree class, etc.

This latter is clearly evident from table no. XV which for the most

representative groups gives average figures for $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$. The classification here was carried out according to the factor of slenderness s and the tree class (Class IV comprises chiefly the predominating, Class I the suppressed trees).

Although in each group the form class of the individual trees varies considerably, yet the average group figures vary but little. The average value for $y_{1/2}$ practically remains independent of the tree class and of s; one is quite justified in assuming one average $y_{1/2}$ for all trees.

With the increase of s we may observe, even though it be in a very minute measure, a decrease for $y_{1/20}$, and, if the columns in the table are read from Class I down to Class IV, also a decrease for the larger s-values. So that it practically amounts to this, that a slender, suppressed stem generally speaking is slightly less fullboled than a more thick-set, dominating stem. But also for $y_{1/20}$ it is quite permissible for all practical purposes to use one average value for all trees.

So as better to observe which might be the best way for the further handling of the data, the correlation method was adopted (the so-called linear correlation). To this end the following characteristics were included:

$$x_1 = h \text{ (in metres)},$$
$$x_2 = ka\%,$$
$$x_3 = s\ (\times 10),$$
$$x_4 = y_{1/2}\ (\times 100),$$
$$x_5 = y_{1/20}\ (\times 100).$$

For the purpose in view it is unnecessary to calculate all possible correlation coefficients that may present themselves for 5 variables. Of primary importance here are the correlation coefficients between one of the measurement characteristics x_1, x_2 and x_3 on the one hand, and one of the form quotients x_4 and x_5 on the other. For it is necessary to discover to what extent it is possible to estimate the form class of a tree on the basis of its measurement characteristics.

As an example we may take the partial correlation coefficients between x_3 $(= s)$ and x_5 $(= y_{1/20})$. In this connection one may investigate the following possibilities:

1. Certain definite values are ascribed to the remaining characteristics (of the 3rd order): $\gamma_{35;124}$.

2. One characteristic, as for example x_4, is left unconsidered, whilst definite values are ascribed to the remaining characteristics (of the 2nd order): $\gamma_{35;12}$.

3. Two characteristics, for instance x_1 and x_4, are left unconsidered,

whilst a definite value is ascribed to the remaining one (of the 1st order): $\gamma_{35;2}$.

4. All remaining characteristics are left unconsidered (of the 0th order; the total correlation coefficient): γ_{35}.

Table no. XVI reproduces the various correlation coefficients. For the tabular investigation, however, only the groups (a)–(f) are of importance. In order to obtain a purview of the influence which the mixing of the material from a number of plots may have exercised upon the figures, we have in addition calculated for the felled plots nos. 99, 102, and 104 [7]) the corresponding correlation coefficents.

In regarding the figures for the trees used for the tabular investigation (column 1, a–f) the principal impression conveyed is that we have to do with minute and even minimal correlation coefficients. In this respect the above result is in entire accord with the figures given in table no. XV. As is the case with other woods, so also for plantation-grown teak one would be entirely justified, on the basis of practical considerations, to leave altogether out of account the very inconsiderable relation existing between the measurement characteristics and the form class in preparing the Tables, and to work merely with one average form class for trees of diverging dimensions. By comparing the figures for the tabular investigations with those for the plots it is clear that in some instances the mixing of the material has unfavourably affected the size of the correlation coefficient.

Again, one might be a little less exacting and work away in the Tables the comparatively speaking inconsiderable relation existing between some of the measurement characteristics and the form class, provided this were possible with at the most a slight increase of the labour involved. But to this end it is necessary that the correlation coefficient between a characteristic and $y_{1/20}$ or $y_{1/2}$, as regards both size and sign, be sufficiently determined. Furthermore, the figures for the plots must show the same tendency as those for the tabular investigations, in order that one may have at least some certainty of having to deal with a generally obtaining phenomenon.

The conclusion was arrived at that the prevailing relation between s and $y_{1/20}$ (group f) is to be considered as the one most suitable for being worked out in the Tables, seeing that for this group practically all the correlation coefficients are essential, possessing moreover corresponding coefficients for the tabular investigations and the plots having the same sign.

---

[7]) The quality classes of the plots were approximately II (no. 99), III (no. 102), and IV (no. 104); the ages were 29, 17, and 18 years, and the upper heights 19.7, 16.1 and 20.1 metres, respectively.

Upon seeking to establish a relation between s and $y_{1/20}$, it is advisable to take into account also $y_{1/2}$, so that as a matter of fact both the form class $(y_{1/20}, y_{1/2})$ and s are being considered.

The author, after considerable hesitation, reached the conclusion that he ought to do so, not so much because he expects that his Tables will gain thereby considerably in value, but rather because it enables him to demonstrate by means of an example in what way such a relation without difficulty can be worked up into the Tables through the method of their construction. For it is quite possible that such an operation will be in demand even more for other kinds of wood than for teak, and in other modes of treatment (such as various selection systems).

The usual method is the adjustment of $y_{1/20}$ to s, and of $y_{1/2}$ to s, as is demonstrated in figure no. 9. This method presents the difficulty that $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$ are adjusted independently of one another. It is still better to adjust the parameters a, b and c, simultaneously to s, in which operation one may make use of the relation $a + b + c = 1$ (see figure no. 10).

A certain form class is indicated by the triangle graph in the above mentioned figure by one point. After a, b and c have been separately adjusted to s in the graphs of the usual form projected on the sides of the triangle, the parameter values so adjusted are transferred to the triangular graph. In view of the fact that the factors a, b and c, pertaining to a definite value for s, after their first adjustment will not entirely satisfy the condition $a + b + c = 1$, we obtain for each value of s three closely adjoining points in the triangle graph. In this last named graph an adjusting curve is drawn through the strip of points, thus indicating the change of the form class. On the basis of this curve the lines in the secondary graphs can then be corrected, etc. After having repeated this procedure a few times, one obtains a sufficient concurrence for all curves.

In the triangle graph the locus of the points that correspond to a determined value for $y_{1/2}$ (or $y_{1/20}$) is a straight line. Some of these straight lines are put in. In this way the graph becomes inscribed with a network consisting of two groups of parallels intersecting each other at oblique angles, so that one readily obtains an impression as to how the form class $(y_{1/20}, y_{1/2})$ changes with an increasing s.

Table no. 3a [8]) presents the results of the adjustment. From $s = 0.400$ to $s = 2.00$ the change of $y_{1/2}$ is from 0.82 to 0.78, and that of $y_{1/20}$ from 1.30 to 1.23. Table no. 3b gives for the various form classes the form factors for the entire stem or for portions thereof. The data so provided take into account the method employed in arranging the Tree and the Stem Table.

---

[8]) The tables indicated by Roman figures are given in the text of this paper; those indicated by Arabic figures are given in the Appendix.

Table no. XVI further gives occasion for the following two remarks:

1. The fact that the material obtained from the different plots was mixed up, in many instances caused the corresponding correlation coefficients to be smaller for the tabular investigations than for the separate plots. The relations existing between the measurement characteristics and the form characteristics, therefore, will be more adequate if the investigation is carried out for each plot separately.

Thus it will be necessary to depart entirely from the usual method followed in the investigation of Tables, seeing that in the case of a large number of plots all trees individually have to be completely measured. In young plots this may possibly be done with standing trees, but old stands must be felled for this purpose. The basic idea in such investigation corresponds with that of BERKHOUT, EIDE, and others, but the further elaboration differs.

2. The correlation figures under group (g) indicate that, both for the tabular investigation and for the stands examined, there exists between $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$ an essential, negative correlation. But this correlation is less important than a priori one would expect it to be. A full-boled lower stem, therefore, corresponds generally speaking with a full-boled upper stem.

One might use this relation in order to estimate, on the basis of measurements of the lower stem of the standing tree, the form of the upper stem. We may point to methods worked out in this direction by MAC DONALD and others.

f) For the composition of the Tables the following characteristics had still to be investigated:

1. The crown factor (*krf*). This factor proved to be dependent upon the factor of slenderness (*s*) and upon the percentual height of the crown base (*ka*%) (see table no. XVII). The average figures for this factor, therefore, were graphically adjusted to *s* and *ka*% (figure no. 11a). Readings from the adjusted curves are given in table no. 4a.

Further investigations, however, indicated that in the above mentioned adjustments the tree height had not been adequately considered. The measured percentual divergences from the crown factors, according to table no. 4a, for this reason were adjusted upon the height of the tree (figure no. 11b). The readings from the curve are given in table no. 4b in the shape of corrections to be applied to the crown factors, in accordance with table no. 4a.

2. The thickwood percentage of the crown (*krdk*%). These percentages are adjusted to the diameter near the crown base (d_{ka}) and to the crown length (*krl*) (see table no. XVII and figure no. 12). Table no. 5 gives the adjustment results.

Owing to various circumstances, such as irregularly formed crown branches, etc., several trees whose diameters near the crown base were less than 7 cm contained in the crown but very small quantities of thickwood. In view of the fact that such insignificant quantities of thickwood have no value whatever in actual practice, it is always assumed in the adjustment that in the graph the zero point of the thickwood percentage lies at $d_{ka} = = 7.0$ cm.

3. The double thickness of the bark. In view of the fact that plantation-grown teak generally has but a thin bark, it was deemed sufficient to adjust the double thickness thereof entirely to the stem-area diameter (figure no. 13). Readings from the curve are to be found in table no. 6.

The statement made bij HOWARD (1925) that the teak of British India has a thicker bark near the butt end than near the crown base, caused the writer to investigate whether the same held good also for plantation-grown teak.

To this end the small stem areas at $^1/_{20}$, $^1/_4$ and $^1/_2$ of the height of the tree were considered to give the most adequate results, seeing that many observations had already been made thereon. Moreover, the material was separated into certain age classes (table no. XIX).

From this latter table it follows that:

for a certain diameter and a certain age class the thickness of the bark in higher transverse sections is possibly a trifle thinner than that in lower sections. If this factor really exists, its influence upon the size of the diameter without the bark in any case is so minimal that in volume investigations for practical use it may be left entirely out of consideration;

for any given diameter and any given height of the stem area the influence of the age upon the thickness of the bark is clearly discernible in the sense that, as the age advances, especially when above 30 years more or less, the thickness of the bark diminishes.

4. The relation between the girth and the stem-area diameter. It seemed to be to the purpose in this investigation to pursue the following method. Instead of using the circumference, the girth diameter ($_od$) was used, that is to say the circumference divided by π. Thereupon the differences were calculated between the girth diameter and the stem-area diameter ($_od - _gd$), after which they were adjusted.

In making this adjustment the position (height from the ground in metres) and the size of the girth diameter (figure no. 14) were taken into account. A portion of the readings from the adjusted curves are to be found in tables nos. 7a and 7b.

It is known that $_od$ is always larger than $_gd$, because the form of the transverse section of the stem in every case deviates more or less from the

circle. In teak this difference between these two characteristics is chiefly the result of the presence of grooves; its size depends upon the diameter and — particularly so for the lower bole — upon the position of the stem area on which the observations have been made.

To what extent at the base of the bole a small difference in the position of the stem area to be investigated can influence the number and size of the grooves is well shown by a table giving the average flute percentages of the stem areas at 1.30 and 1.50 metres above the ground level, as compiled by BEEKMAN (1915) on p. 33 (see table no. XX).

Above a height of about 2 metres in the case of diameters that are not exceptionally large, it is not necessary to take into account very seriously the position to which the difference ${}_{o}d-{}_{g}d$ (the correction) refers. This is evident from table no. XXI. The differences for the altitude class 0.01–1.00 metres (with one single exception) are always greater than those for the altitude class 1.01–2.00 m, but between these latter figures and those for the altitude class 6.01–8.00 metres a similarly marked difference cannot be observed.

SYNOPSIS CHAPTER III.

a) Although, mathematically spoken, the stem form is determined by two parameters, for instance a and b (or $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$), it has appeared that, in the material under investigation, the form quotients $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$ are statistically connected by an essential negative correlation. So, for practical purposes, one is quite justified to consider $y_{1/2}$ as a function of $y_{1/20}$. Thus, in the present case, the possibility exists to connect $y_{1/20}$ and $y_{1/2}$ in statistical sense with one and the same characteristic of the tree, for which we chose the factor of slenderness s.

It has therefore been possible to discribe the dimensions of a tree (out of the material under consideration) by two quantities: total height of the tree and slenderness factor, or — later on — by total height and diameter (or girth) breast-high.

b) Two Tables were prepared. The one contains volume data (over bark) for the whole tree and portions thereof — the Tree Table, the other merely gives data of the stem without bark — the Stem Table. In view of the fact that the activities connected with the construction of both these Tables coincide to a considerable extent, both of them are discussed together.

The trees investigated were first of all divided into height classes, after which it was determined for each such class which was the highest and which the lowest s-value occurring therein. This was done in order to be able to survey the range within which the figures in the Tables must be applicable.

It was decided to present in the Tables the tree heights from 5 to 45 metres in full metres. [9]) For each height, thereupon, an arbitrary series of s-values was taken, after which for each s-value ${}_gd_{1/4}$ was calculated (seeing that $h \times s = {}_gd_{1/4}$).

Table no. XXII presents an example of such a calculation for $h = 35$ m (columns 1 and 2). Table no. 3a gives for each s-value the average form class ($y_{1/20}$, $y_{1/2}$), whereupon table no. VI is to be consulted for the parameter values a, b and c, pertaining to any particular form class (table no. XXII, columns 3, 4, 5). The form quotient $y_{1.3}$ (column 6) at the hand of equation (1) can be calculated by employing the values for $x_{1.3}$, $x_{1.3}^2$, and $x_{1.3}^3$ for $h = 35$ metres in table no. IX. The diameter breast-high is then obtained by means of the formula $y_{1.3} \times {}_gd_{1/4} = {}_gd_{1.3}$ (column 7).

As regards the values to be assigned to the second characteristic, the girth breast-high, it was decided to include this in the Tree Table increasing by 5 cm, and in the Stem Table by 10 cm, in the following manner:

in the Tree Table: 5, 10, 15, 20, 25, ... cm;

in het Stem Table: 5, 15, 25, 35, 45, ... cm.

When the girth breast-high ($o_{1.3}$) is known, it is possible, with the aid of a table given in various works on forest mensuration, or else by calculation, to find the girth diameter pertaining thereto (${}_od_{1.3}$). By applying to ${}_od_{1.3}$ the correction in accordance with table no. 7a we may obtain the average stem-area diameter pertaining thereto (${}_gd_{1.3}$).

In this manner we have for the girth breast-high — to be used as one of the principal entries in the Tables — the corresponding value for ${}_gd_{1.3}$. We must now find the values for s, a, b and c that pertain thereto, which can be accomplished by means of interpolation in table no. XXII. However, it is easier to prepare an interpolation graph by drawing, for each tree height separately, the values for ${}_gd_{1.3}$ upon those for s in accordance with the figures given in table no. XXII, and to trace curves exactly through the points (figure no. 15).

The various figures given in Tables nos. 1 and 2 were all of them calculated with the aid of the tables discussed in Chapter II.

In addition to the stem-area diameter breast-high, both Tables also give $o_{1.5}$, ${}_gd_{1.5}$, $o_{1.7}$, ${}_gd_{1.7}$, etc. These were calculated in a way corresponding to the method used for $o_{1.3}$ and ${}_gd_{1.3}$, that is to say by way of y, ${}_gd$, ${}_od$, o.

To facilitate the calculation of the form quotients $y_{1.5}$, $y_{1.7}$, etc., tables

---

[9]) The figures in the Tables for trees higher than 40 metres, depend chiefly upon extrapolations in the graphs. For this reason it is necessary that in future there should be amplification by data of large trees so that the extrapolated portions of the Tables can be controlled and, where necessary, corrected.

were constructed for those elevations giving for any particular tree height the values for x, x^2 and x^3. The method of constructing these tables is the same as that for table no. IX.

The same procedure was followed also for calculating the girth and the stem-area diameter at the crown base (taken at 40, 50, 60, 70 and 80% of the tree height, respectively; see Table no. 1). The required x-values are given in table no. VII.

From the height of the stump (*strh*), taken normally at 1% of the tree height, the Stem Table (table no. 2) gives the girths (o') and the stem-area diameters ($_gd'$) for the stem without bark, each time increasing by 2 metres up to approximately 80% of h.

The calculation was effected with the aid of $_gd$, which factor, wherever the percentual position is known, can be found in the manner already indicated. By subtracting the double thickness of the bark, in accordance with table no. 6, from $_gd$, the diameter without bark, $_gd'$, was obtained, whereupon with the aid of the correction table no. 7b, $_od'$ was determined. The girth without the bark, o', corresponding to $_od'$, can then be calculated or looked up in a table.

The Stem Table (table no. 2) contains the volumes of the stem portions without the bark — $\Sigma(i'_2)$ — beginning with the assumed normal height of the stump of 0.01 h, and increasing each time by 2 metres.

The calculation of these volumes was carried out by making use of the stem areas without the bark at both ends of each 2 m section.

So as to make it possible to correct the volumes of the stem portions as regards stumps higher or lower than 0.01h, the bark-free volume of the stem pieces situated between 0.5–1.0% and 1.0–1.5% of h was calculated. These volumes are indicated above the Stem Table for each tree separately as a plus or minus correction.

In the Tree Table the volumes of the stem pieces over bark, situated between the normal stump height $strh = 0.01h$ and the indicated percentual heights of the crown bases, have been calculated with the aid of the form factors in key table no. 3b. To compute the crown volume the hypothetical crown stem was taken, the form factor of which is also given in table no. 3b. The volume of this crown stem having been determined, the result was multiplied by the crown factor pertaining thereto (table no. 4a). To obtain the crown volume we must finally apply the correction indicated in table no. 4b.

The crownwood was differentiated into thickwood and branchwood with the aid of the figures presented in table no. 5. The volume figures mentioned in the Tree Table (table no. 1) can further be ascertained by adding the corresponding volumes already obtained. This Table also gives the

corrections for deviating stump heights, namely for $0.00h$ (which is no stump height at all), $0.005h$ and $0.015h$.

In the larger trees the length of the clear bole containing thickwood (*ldkst*) corresponds to the length of the stem up to the crown base. In smaller trees, however, it may happen that the diameter near the crown base is less than 7 cm, so that the upper end of the thickwood stem-piece is below the crown base.

Seeing that the stem-area diameters have already been calculated for 40, 50, 60, 70 and 80% of the height of the tree, in many instances — through linear interpolation, for example — the place can be found where the diameter of the stem is actually 7 cm. This method, however, gives results that are less accurate. The place in question can be found more directly by using equation (1):

$$y=\frac{d}{d_{1/4}}=cx^3+bx^2+ax,$$

wherein $d = 7$ cm, so that here we must solve a cubic equation. A result equally good is obtained more rapidly if, starting from ${}_gd_{40\%}$, ${}_gd_{50\%}$, etc., an interpolation formula is applied suitable for unequal intervals between the values of the independent variable (as, for example, that of NEWTON, LAGRANGE, etc.).

If the position of the upper end of the thickwood in the stem is known, then the calculation of the thickwood volume is effected with the aid of the appropriate form factor.

c) In order to find out whether the Tree Table so computed adequately satisfied the requirements, a total of 550 sample trees were cubed by means of this Table, whereupon the results obtained were compared with those of the measured volumes. The first-mentioned computations were carried out by means of linear interpolations in the Table, both by way of the stem-area diameters and the girths.

These 550 trees came from stands of various age and belonging to different quality classes. Quite a number of them (350) had already been used in the tabular investigations, but not so the remainder. Table no. XXIII presents the outcome of the investigation for each group separately as also for all of these 550 trees together.

The extent of the percentual errors sufficiently indicates that the controls applied gave satisfactory results. If one wishes to draw an inference thereform, one is inclined to criticise the results of the Tables as being on the whole slightly too small — a little less than 1%. In actual practice this constitutes a deviation in a "favourable" direction.

A better insight is obtained into the reliability of the Tables by the frequency distributions of the individual errors (table no. XXIV). From this the following is apparent:

1. In very unfavourable cases in estimating one single tree an error is possible of from 25% to 27%. It is well known that such extreme errors may occur by the use of any General Tables.

2. The average errors here also indicate that generally a volume is estimated that is slightly too small. For tree volumes the average deviation is of no practical significance. For the volumes of thickwood, however, values will be found that on the average are 1.6% too small.

This systematic error is chiefly the result of the manner in which the stem volume of the felled tree is determined. We have in this case, so to speak, employed two measures: the volumes of the regular portions were computed according to the section method, and those of the irregular ones with the aid of the xylometer. This latter method emphasizes precisely those irregularities that have escaped observation in het section measurements, and also, therefore, in the cubature in accordance with the stem-form equation.

In further working out the data, in determining the correction as to the crown factor (table no. 4b) the "shortage" of the stem volume is transferred to the crown where it is distributed over thickwood and branchwood. The result of this operation was that thus there was practically no error for the tree volume, whilst for the thickwood volume there remained a small systematic error.

The writer would advise that for all practical purposes these errors be disregarded. When these Tables are being used for estimating sample plots it would be advisable, in order to retain as great as possible a concurrence with former measurements, to increase the computed thickwood volume by 1.6%, and to deduct this added quantity from the calculated branchwood volume.

Finally it was investigated whether, by using the Tree Table in estimating sample plots, there was indeed a sufficient degree of error levelling.

In the case of about 14 plot measurements it was investigated what were the deviations in the calculated volumes when, by applying the method of URICH, as used on Java, the volume data of the felled sample trees are substituted by those of the Tree Table. Table no. XXV presents a survey of the results of measurements taken with the aid of sample trees and the Table, and also of the principal peculiarities of the plots whereof the ages vary between 8 and 85 years.

Thus it appears that errors were levelled to a very considerable extent.

In some cases, indeed, we find extreme discrepancies, amounting to from 10% to 14%. But in by far the majority of cases the deviations are less than 6%, those of the corrected thickwood volumes, i.e. those of column 15 increased by 1.6% (column 16), being especially satisfactory (column 22).

In judging these discrepancies it must be considered that, in the application of the method of URICH with the aid of felled sample trees for teak stands, an error up to 8% is to be expected (see BEEKMAN, 1915).

AANGEHAALDE LITERATUUR.

[*LITERATURE CITED.*]

GEBEZIGDE AFKORTINGEN. [*ABBREVIATIONS USED.*]

Acta Forestalia Fennica, Helsinki	Act. For. Fenn.
Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, Frankfurt am Main	Allg. F. u. J. Z.
Boschbouwkundig tijdschrift Tectona, Buitenzorg (Java)	Tectona
Bulletin de la Société Centrale Forestière de Belgique, Bruxelles	Bull. Soc. Centr. For. Belg.
Burma Forest Bulletin, Silvicultural Series, Rangoon	Burma For. Bull., Silv. Ser.
Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Wien	Centralbl. ges. Forstw.
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, Helsinki	Comm. Inst. For. Fenn.
Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel in Nederlandsch-Indië, Mededeelingen van het Boschbouwproefstation	Dep. L. N. H., Med. Boschprfst.
Department of Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry, Tokyo, Japan	Dep. For., Min. Agr. and For., Tokyo, Japan
Department of Agriculture and Natural Resources, Bureau of Forestry, Bulletin, Manila, Philippine Islands	Dep. Agr. Nat. Res., Bur. For. Bull., Phil. Isl.
Department of the Interior, Forestry Branch, Ottawa, Canada	Dep. Int., For. Branch, Can.
Empire Forestry Journal, Londen	Emp. For. Journ.
Forest Bulletin (Silviculture Series), Calcutta	For. Bull.
Forstarchiv, Zeitschrift für wissenschaftlichen und technischen Fortschritt in der Forstwissenschaft, Hannover	Forstarchiv
Forstliche Wochenschrift Silva, Tübingen	Silva
Forstwissenschaftliches Centralblatt, Berlin	Forstw. Centralbl.
Journal of Agricultural Research, Washington, D.C., U.S.A.	Journ. Agr. Res.
Journal of Forestry, Washington, D.C., U.S.A.	Journ. For.
Malayan Forest Records, Singapore	Mal. For. Rec.

Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool en van de daaraan verbonden instituten, Wageningen (Nederland)	Med. Landbouwhoogeschool
Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Stockholm	Medd. Stat. Skogsf.
Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvaesen, Kristiania (Oslo)	Medd. Norske Skogfors.
Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Badens, Karlsruhe i. B.	Mitt. forstl. Vers. Badens
Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs, Herausgegeben von der K. K. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn, Wien	Mitt. forstl. Vers. Oest.
Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich	Mitt. Schw. Centr. forstl. Vers.
Mitteilungen herausgegeben von der forstlichen Versuchsanstalt in Keyo, Chosen, Japan, Tokyo	Mitt. forstl. Vers. Keyo
Mündener Forstliche Hefte, Berlin	Münd. Forstl. Hefte
Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, Stuttgart	Naturw. Z. f. F. u. L.
New York State College of Forestry at Syracuse University, Syracuse, N. Y., Bulletin	N. Y. S. Coll. For. Syr. Univ. Bull.
Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters, Michigan, U.S.A.	Papers Mich. Academy
Revue des Eaux et Forêts, Paris	Rev. Eaux et For.
Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift, Stockholm	Sv. Skogsv. Tdskr.
Tharandter Forstliches Jahrbuch, Dresden	Thar. F. J.
The Indian Forest Records (Silviculture Series), Calcutta	Ind. For. Rec.
The Makiling Echo, Manila, Philippine Islands	Makiling Echo
The Malayan Forester	Mal. Forester
The Scottish Forestry Journal, Edinburgh	Scott. For. Journ.
Tidsskrift for Skovvaesen, København	Tdsskr. f. Skovv.
Tijdschrift voor Nijverheid en Landbouw in Nederlandsch-Indië	Tijdschr. Nijv. Landb. Ned. Ind.
United States Department of Agriculture, Division of Forestry [Bureau of Forestry], Bulletin [Circular], Washington, D.C.	U. S. Dep. Agr., Div. For. [Bur. For.], Bull. [Circ.]
University of California publications (College of Agriculture, Agricultural Experiment Station), Berkeley, California, Bulletin	Univ. Cal. publ., Bull.
Yale University, School of Forestry, Bulletin, Newhaven	Yale Univ., School For., Bull.
Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Berlin	Z. f. F. u. J.

ADRIAN, A., ?, Barème forestier, cubage des bois abattus, des bois en grume d'après la circonférence et le diamètre et des bois équarris. Débit et équarrisage des bois. Cubage et estimation des bois sur pied. Conversion du volume réel, 9e Édition, Nancy-Paris-Strasbourg.

APPELMAN, F. J., 1926, De nieuwe opbrengsttafel voor djaticultuurbosschen, [The new yield-table for cultivated teak-forests], Tectona, 19, [1012–1018].

ARCHER, E., 1920. Om tømmerets form i Glommens og Drammens vasdrag, [De vorm van het timmerhout in het stroomgebied van de Glommen en de Drammen], Medd. Norske Skogfors., H. 1, [57–122].

BÄHLER, A. H. L., en BOSMAN, K., 1923, Het spilvormgetal van grove dennen in Nederland, Met naschrift van A. H. BERKHOUT, Med. Landbouwhoogeschool, 25.

BAKER, F. S., 1925, The construction of taper curves, Journ. Agr. Res., 30, [609–624].

BAUR, F., 1877, Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form, Berlin.

———, 1881, Die Rothbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form, Berlin.

———, 1890, Formzahlen und Massentafeln für die Fichte, Berlin.

———, 1891, Die Holzmeszkunde, 4e druk, Berlin.

BECK, H. J. L., 1927, Bedrijfsregeling, [Regulation of the forest management], Tectona, 20, [75–152].

BECKING, J. H., BERGER, L. G. DEN, en MEINDERSMA, H. W., 1922, Vloed- of mangrove-bosschen in Ned.-Indië, [Netherlands Indian mangrove swamps], Tectona, 15, [561–611].

———, 1926, De houtvoorziening van de Inlandsche bevolking, Tectona, 19, [904–913].

BECKING, W. en J. H., 1919, De exploitatie van het djatidunningshout, Tectona, 12, [1–63, Extra-nummer].

BECKING, W., 1927, De richtlijnen van den kap, Tectona, 20 [223–277].

———, 1927, De richtlijnen van den kap, Tectona, 20, [569–583].

BEEKMAN, H. A. J. M., 1915, Een onderzoek naar de meest juiste methode van opmeting van djatiboom en djatiopstand, Dep. L. N. H., Med. Boschprfst. 1.

———, 1918, De omloop van den djati, Dep. L. N. H., Med. Boschprfst. 3.

———, 1920, Over den financieelen omloop voor hoogstammig djatibosch bij kaalkapbedrijf op IV groeiplaatsboniteit in de houtvesterij Margasari (Java), Dep. L. N. H., Med. Boschprfst. 6.

BEHM, H., 1872, Massentafeln zur Bestimmung des Gehalts stehender Bäume an Kubikmetern fester Holzmasse, Berlin.

BEHRE, C. E., 1923, Preliminary notes on studies of tree form, Journ. For., 21.

———, 1924, Is taper based on form quotient independent of species and size?, Jour. For., 22.

———, 1927, Form-class taper curves and volume tables and their application, Journ. Agr. Res., 35, [673–744].

———, 1928, Preliminary normal yield tables for second-growth Western yellow pine in Northern Idaho and adjacent areas, Journ. Agr. Res., 37, [379–397].

———, 1932, Change in form of red spruce after logging and of Northern white pine after thinning, Journ. For., 30, [805–810].

BEHRINGER, M., 1900, Schätzung stehender Fichtenholzes, mit einfachen Hilfsmitteln unter besonderer Berücksichtigung der sogenannten Heilbronner Sortirung, Berlin.

I. Praktischer Theil. (Anleitung für Forstwirthe, Holzhändler und Holzinteressen.)

II. Theoretischer Theil. (Entwickelung und Erläuterung des Schätzungsverfahrens.)

BELYEA, H. C., and PORTER, O. M., ?, Foresters' tables for New York State, N. Y. S. Coll. For. Syr. Univ. Bull. 14.

BERGER, L. G. DEN, MEINDERSMA, H. W., en BECKING, J. H., 1922, Vloed- of mangrove-bosschen in Ned.-Indië, [Netherlands Indian mangrove swamps], Tectona, 15, [561–611].

BERGESTAD, L., 1929, Om tømmerets form i Lågen og Farris vassdrag, [On the form of timber from Laagen and Farris districts], Medd. Norske Skogfors., No. 11, 3, H. 2, [243–269].

BERKHOUT, A. H., 1919, Het meten der boomen in verband met hun aanwas, [Met Duitsche samenvatting], Med. Landbouwhoogeschool, 17, [109–225].

BEUMÉE, J. G. B., en BOER, W. A. P. DE, 1920, Bijdrage tot de kennis van den onregelmatigen dikte-aanwas bij den djati, Tectona, 13, [875–887].

BIQUET, P., 1910, Estimation des coupes de pins maritimes, Rev. Eaux et For., 49, [257–262].

———, 1910, Tarif général de cubage pour l'estimation en bois et résine des coupes de pins maritimes dans la région du sud-ouest, Rev. Eaux et For., 49, [353–367].

BOER, W. A. P. DE, en BEUMÉE, J. G. B., 1920, Bijdrage tot de kennis van den onregelmatigen dikte-aanwas bij den djati, Tectona, 13, [875–887].

BÖHMERLE, K., 1893, Formzahlen und Massentafeln für die Schwarzföhre, Mitt. forstl. Vers. Oest., H. 15.

BOURNE, R., 1922, The methods of preparing volume and money yield tables for teak trees, from data collected in the Nilambur teak plantations of the South Malabar Division, Madras, South India, Calcutta.

BRANIFF, E. A., 1906, Grades and amount of lumber sawed from yellow poplar, yellow birch, sugar maple, and beech, U. S. Dep. Agr., For. Serv., Bull. 73.

BROILLARD, CH., 1911, Le traitement des bois en France, Paris-Nancy, 3e druk.

BROWN, W. H., and FISCHER, A. F., 1918, Philippine mangrove swamps, Dep. Agr. Nat. Res., Bur. For. Bull. 17, Phil. Isl.

BROWN, R. M., and MUNNS, E. N., [Compiled by], 1925, Volume tables for the important timber trees of the United States, U. S. Dep. Agr., For. Serv.
Part. I, Western species.
Part. II, Eastern conifers.
Part III, Eastern hardwoods.

BRUCE, D., 1921, Preliminary volume tables for second-growth redwood, Univ. Cal. Publ., Bull. 334.

——— and REINEKE, L. H., 1929, The use of alinement charts in constructing forest stand tables, Journ. Agr. Res., 38, [289–308].

——— and FORBES, R. D., 1930, Rate of growth of second-growth Southern pines in full stands, U. S. Dep. Agr., Circ. 124.

——— and REINEKE, L. H., 1931, Correlation alinement charts in forest research. A method of solving problems in curvilinear multiple correlation, U. S. Dep. Agr., Bull. 210.

BRUINSMA, A. E. J., 1898, Onderzoekingen omtrent de aanwezige houtmassa en den bijgroei in de djatibosschen van Java, Tijdschr. Nijv. Landb. Ned. Ind., 58.

———, 1900, Onderzoekingen omtrent de aanwezige houtmassa en den bijgroei in de djatibosschen van Java, Tijdschr. Nijv. Land. Ned. Ind., 60.

BRUNT, D., 1917, The combination of observations, Cambridge.

BRUSH, W. D., and KORSTIAN, C. F., 1931, Southern white cedar, U. S. Dep. Agr., Bull. 251.

BUCHHOLZ und WIEDEMANN, 1929, Formzahl und Formquotient, Z. f. F. u. J., 61, [193–209].

BURCKHARDT, H., 1873, Hülfstafeln für Forsttaxatoren und zum forstwissenschaftlichen Gebrauch, Heft I, Hülfstafeln, Heft II, Erläuterungen und Bemerkungen u.s.w., 6e druk, Hannover.

BÜSGEN, M., 1917, Botanische Theorien über die Schaftform der Fichte und anderer Waldbäume, Z. f. F. u. J., 49, [303–309].

BUSSE, J., 1929–1930, Forstlexikon, 2 deelen, Berlin.

CAJANUS, W., 1914, Ueber die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände, Act. For. Fenn., 3, [1–142].

CHAMPION, H. G., MAHENDRU, I. D., and SURI, P. N., 1929, Volume and outturn tables for blue pine (*Pinus exselsa* WALL.), Ind. For. Rec., 13, Part VIII.

———, MAHENDRU, I. D., and SURI, P. N., 1929, Commercial timber (katha) and heartwood volume tables for khair (*Acacia Catechu* WILLD.) in North India, Ind. For. Rec., 13, Part IX.

———, SURI, P. N., and MAHENDRU, I. D., 1929, Yield tables for blue pine (*Pinus excelsa* WALL.), Ind. For. Rec., 13, Part X.

———, 1931, Silvicultural research manual for use in India, Vol. I, General, (The experimental manual), Calcutta.

——— and MAHENDRU, I. D., 1931, Silvicultural research manual for use in India, Vol. II, Statistical research, (The Statistical code), Calcutta.

——— and MAHENDRU, I. D., 1931, Standard, commercial and heartwood volume tables (factory working) for khair (*Acacia Catechu* WILLD.) in North India, Ind. For. Rec., 15, Part III.

———, 1932, The problem of the pure teak plantation, For. Bull. 78.

———, 1932, Branch smallwood tables for *Shorea robusta, Tectona grandis, Cedrus Deodara, Pinus excelsa* and *P. longifolia* (Compiled in the Statistical Section, Silvicultural Branch, Forest Research Institute, Dehra Dun), Ind. For. Rec., 15, Part VI.

CHAPMAN, H. H., 1921, Forest mensuration, New York.

CHATURVEDI, M. D., 1926, Measurements of the cubical contents of forest crops, Oxford Forestry Memoirs, No. 4, Londen.

CHIPP, W. F., 1932, Timber grading, Mal. Forester, 1, [140–142].

COSTER, CH., 1932, Wortelstudiën in de tropen [Wurzelstudien in den Tropen],

I. De jeugdontwikkeling van het wortelstelsel van een zeventigtal boomen en groenbemesters, [Die Jugendentwicklung des Wurzelsystems von 70 Arten von Bäumen und Gründüngungsgewächsen],

II. Het wortelstelsel op ouderen leeftijd, [Das Wurzelsystem in höheren Alter],

III. De zuurstofbehoefte van het wortelstelsel, [Der Sauerstoffbedarf des Wurzelsystems].

Dep. L. N. H., Korte Med. Boschprfst. 29 en 31.

CZIHATSKY, 1893, Anfangs- und Endpunkte der Schaftablängung, Z. f. F. u. J., 25, [503–520].

CZUBER, E., 1914, Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung, Leipzig und Berlin.
Erster Band: Wahrscheinlichkeitstheorie, Fehlerausgleichung, Kollektivmasslehre.

DEMERITT, D. B., and MC INTYRE, A. C., 1932, A simple method of constructing tree volume tables, Journ. Agr. Res., 44, [529–539].

DIETERICH, V., 1922, Ueber Vorrats- und Zuwachsschätzungen, Silva, 10, [401–411].

DIJKMANS, M. A. F., 1931, Oogstmogelijkheden in het djatileegkapbedrijf, Tectona, 24, [141–202].

———, 1931, Toelichting op het prae-advies: Oogstmogelijkheden in het djatileegkapbedrijf, Tectona, 24, [424–450].

DOORN, Z. VAN, 1931, Machinale verzaging, de nieuwe phase in de ontwikkeling van de exploitatie in eigen beheer der djatibosschen op Java, [Sawing by machinery, a new phase of the development of the departmental working of the teak forests of Java], Tectona, 24, [1–38].

DRAAISMA, C. L. M., 1921, Een meer rationeele exploitatie van het djatihout, Tectona, 14, [525–534].

EIDE, E., 1922, Om tømmerets form i Trøndelags vasdrag, [De vorm van het timmerhout in het stroomgebied van de Trøndelag], Medd. Norske Skogfors., H. 2, [29–71].

EIDE, E., 1923, Om kubering av staaende skog. I, Furuskog, [De kubeering van een opstand. I, Grove dennen-opstand], Medd. Norske Skogfors., H. 3, [88–133].
———, 1923, Kubering av staaende skog. II, Granskog, [De kubeering van een opstand. II, Fijnspar-opstand], Medd. Norske Skogfors., H. 4, [15–80].
———, 1925, Fremgangslinjer ved studier av formutviklingen inden forskjellige skogtyper, [Ueber das Verfahren beim Studium der Formentwicklung verschiedener Waldtypen], Medd. Norske Skogfors., H. 5, [14–20].
———, 1925, Kubering av staaende skog. III, Fortsatte undersøkelser over formfaktorens avhaengighet av høide og brysthøidediameter i granskog, [Ueber den Formfaktor bei der Bestandesmassenermittelung. III, Ueber die Relation zwischen Höhenkurve und Formquotientkurve im Fichtenwald], Medd. Norske Skogfors., H. 5, [21–50].
———, 1927, Kubering av staaende skog. IV, Granens form innenfor bark, [Form und Inhalt der Fichte ohne Rinde], Medd. Norske Skogfors., H. 9, [5–126].
———, 1929, Om skogforskningens vesen og forutsetninger, [Het wezen en de voorwaarden van het boschonderzoek], Medd. Norske Skogfors., 11, 3, H. 2, [291–342].
——— og LANGSAETER, A., 1929, Avsmalningstabell for granskog, [Table of taper for Norway spruce forests], Medd. Norske Skogfors., 12, 3, H. 3, [343–396].

EKLUND, S., och WENNMARK, G., 1925, Några undersökningar av aspskog, [Eer ge onderzoekingen van den populier-opstand], Sv. Skogsv. Tdskr., 23, [80–104, 125–142].
ENANDER, E., och GRANTINGER, G., 1927, Avkastningstabeller för Mellansvensk blandskog, [Ertragstafeln für mittelschwedischen Mischwald], Sv. Skogsv. Tdskr., 25, [479–520].
ENDERT, F. H., 1925, Midden-Oost-Borneo expeditie 1925. Botanisch en floristisch verslag, Weltevreden.
———, 1931, De proefbaanmetingen bij Besitang (Sumatra's Oostkust), [A strip-survey in a forest near Besitang (East-coast of Sumatra)], Tectona, 24, [904–934].
Extracts from the Bulletin of the Forestry Experimental Station, 1926, Dep. For., Min. Agr. and For., Tokyo, Japan.

FEKETE, Z., 1931, Szerfabecslési táblázatok, (Tafeln zur Schätzung von Eichennutzholz), Erdészeti Kisérletek, (Forstliche Versuche), 33, [14–33, 99–105], Sopron, Ungarn.
FISCHER, A. F., and BROWN, W. H., 1918, Philippine mangrove swamps, Dep. Agr. Nat. Res., Bur. For. Bull. 17, Phil. Isl.
FLURY, PH., 1894, Untersuchungen über die Abnahme des Durchmessers mit der Höhe der Bäume, Mitt. Schw. Centr. forstl. Vers., 3, [161–193].
———, 1903, Einflusz verschiedener Durchforstungsgrade auf Zuwachs und Form der Fichte und Buche, Mitt. Schw. Centr. forstl. Vers., 7, [1–246].
———, 1916, Untersuchungen über die Sortimentsverhältnisse der Fichte, Weisstanne und Buche, Mitt. Schw. Centr. forstl. Vers., 11, H. 2, [153–272].
FORBES, R. D., and BRUCE, D., 1930, Rate of growth of second-growth Southern pines in full stands, U. S. Dep. Agr., Circ. 124.
FRITZSCHE, K., .929, Physiologische Windwirkung auf Bäume, Neudamm.
FROTHINGHAM, E. H., 1915, The Eastern Hemlock, U. S. Dep. Agr., Bull. 152.

GALLOT, R., 1931, Pour le cubage des arbres sur pied, Bull. Soc. Centr. For. Belg., 38, [425–452].
GAYER, E., 1912, Sortiments- und Wertszuwachsuntersuchungen an Tannen- und Fichtenstämmen, Mitt. forstl. Vers. Badens, H. 1.
———, 1931, Nutzholzsortimente normaler Fichtenbestände, Allg. F. u. J. Z., 107, [177–183].
GONGGRIJP, J. W., en WARTA, A. J., 1929, Factoren van invloed op de boschexploitatie in de Philippijnen, Tectona, 22, [805–987].

GOURSAUD, A., ?, Cubuge et estimation des bois, Paris.
GRANTINGER, G., och ENANDER, E., 1927, Avkastningstabeller för Mellansvensk blandskog, [Ertragstafeln für mittelschwedischen Mischwald], Sv. Skogsv. Tdskr., 25, [479–520].
GRAVES, H. S., and ZIEGLER, E. A., 1910, The woodman's handbook, (Revised and enlarged), U. S. Dep. Agr., For. Serv., Bull. 36.
———, 1914, Forest mensuration, 1e druk, New York.
Growth and yield of conifers in Great Britain, 1928, Forestry Commission Bulletin no. 10, London.
GRUNDNER, F., und HORN, L. W., 1898, Formzahlen und Massentafeln für die Buche, Berlin.
———, 1901, Untersuchungen über das Gröszenverhältnisz der Stamm-Durchmesser und -Querflächen der Buche in verschiedener Meszhöhen, Thar. F. J., 51, [142–146].
——— und SCHWAPPACH, A., 1913, Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Nach den Arbeiten der forstlichen Versuchsanstalten des Deutschen Reiches und Oesterreichs, Berlin.
GUTTENBERG, A. VON, 1915, Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge, Wien und Leipzig.
GYLDENFELDT, W., 1880, Ueber die Bestimmung der Formzahl bei der Massentaxation, Z. f. F. u. J., 12, [426–430].

HAGELBERG, V., 1918, Om massafaktorernas och kubikmassans fördelning kring medelstammen, [De verdeeling van de massafactoren en de massa om den middenstam], Sv. Skogsv. Tdskr., 12, [517–534].
HAMPEL, R., 1929, Untersuchungen über die Schaftform der Waldbäume, Centralbl. ges. Forstw., 55, [167–189, 201–242].
HART, H. M. J., 1924, Over de sortimentsverdeeling van het djati-timmerhout in verband met het gemengde bedrijf, Tectona, 17, [1025–1119].
———, 1928, Stamtal en dunning. Een oriënteerend onderzoek naar de beste plantwijdte en dunningswijze van den djati, Dep. L. N. H., Med. Boschprfst. 21.
———, 1931, Verslag van de excursie naar de houtvesterij Tjepoe, in aansluiting op de 20e Algemeene Vergadering der V. H. A. B. I. N. O. I., Tectona, 24, [512–517].
HAWLEY, R. C., and MERRILL, P. H., 1924, Hemlock; its place in the silviculture of the Southern New England forest, Yale Univ., School For., Bull. 12.
——— and WHEATON, R. C., 1926, Studies of Connecticut hardwoods, the form of hardwoods and volume tables on a form quotient basis, Yale Univ., School For. Bull. 17.
HEDEBY, R., 1929, Ekens stamform och kubikmassa, [Stemform and volume of the oak], Sv. Skogsv. Tdskr., 27, [193–232].
HELMERT, F. R., 1907, Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, Leipzig und Berlin.
HERZ, N., 1900, Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung, Leipzig.
HEYBEL, I., 1924, En ny tabelltyp för utbytesberäkning, kubikmassebestämning, tillväxtberäkning m. m., [Een nieuw tabeltype voor de opbrengstberekening, de volumebepaling, de bijgroeiberekening, enz.] Sv. Skogsv. Tdskr., 22, [259–292].
———, 1928, Ett ekvationssystem för bestämning av tallens stamform, [A system of equations for determining the stem-form in pine], Sv. Skogsv. Tdskr., 26, [393–422].
HILDÉN, N. A., 1926, Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla. Pohjoiskarjalasta kootun aineiston nojalla, [Ueber die Kubierung der Birke mittels Massentafeln. Basiert auf Material aus Nord-Karjala], Act. For. Fenn., 32.
HOHENADL, W., 1922, Neue Grundlagen der Holzmessung, Forstw. Centralbl., 44, [55–68, 109–117, 150–159, 184–194, 233–240, 388–399].
———, 1923, Neue Grundlagen der Holzmessung, Forstw. Centralbl., 45, [131–141].

HOHENADL, W., 1923, Ziele und Methoden der forstlichen Forschung oder „Praktischer Beweis, dasz die Mathesis bei dem Forstwesen unentbehrliche Dienste tue" (OETTELT 1764), Forstw. Centralbl., 45, [186–194, 226–232, 261–272].

———, 1924, Der Aufbau der Baumschäfte, Forstw. Centralbl., 46, [460–470, 495–508].

———, 1924, Ziele und Methoden der forstlichen Forschung oder „Praktischer Beweis, dasz die Mathesis bei dem Forstwesen unentbehrliche Dienste tue" (OETTELT 1764), Forstw. Centralbl., 46, [611–625, 655–666, 709–721, 756–767].

———, 1925, Buchführung und Holzmessung in der Forstwirtschaft, Forstw. Centralbl., 47, (557–569, 655–671].

———, 1927, Vergleichsversuche und Produktionsstatistik, Forstw. Centralbl., 49, [436–448, 514–524, 675–687, 732–741, 780–792, 827–841].

———, 1930, Die Rationalisierung der forstlichen Produktionstechnik, Forstw. Centralbl., 52, [97–113].

———, 1931, Alte und neue Verfahren von Bestandsberechnungen, Forstw. Centralbl. 53, [381–392, 434–446].

———, 1932, Die Vereinfachung der Bestandsberechnung, Forstw. Centralbl., 54, [681–693, 734–745].

HORN, L. W., und GRUNDNER, F., 1898, Formzahlen und Massentafeln für die Buche, Berlin.

HOWARD, S. H., 1924, General volume table for chir (*Pinus longifolia*), classified by diameter (and girth) and height, For. Bull. 58.

———, 1924, General volume tables for sal (*Shorea robusta*) classified by diameter and height, Ind. For. Rec., 10, Part VI.

———, 1925, Tables for bark deductions from logs, For. Bull. 65.

———, 1925, Volume and outturn tables for sal (*Shorea robusta*), Ind. For. Rec., 12, Part I.

———, 1926, Yield and volume tables for chir (*Pinus longifolia*), Ind. For. Rec., 12, Part V.

———, 1926, Yield and volume tables for deodar (*Cedrus Deodara*), Ind. For. Rec., 12, Part VI.

HUBER, B., 1928, Weitere quantitative Untersuchungen über das Wasserleitungssystem der Pflanzen, Jahrb. wiss. Bot., 67, [877–959].

HUFFEL, G., 1905, Économie forestière, Tome II, Dendrométrie, La formation du produit forestier, Estimations et expertises, Paris.

ILVESSALO, Y., 1932, The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland), Comm. Inst. For. Fenn., 17, 2.

JACCARD, P., 1913, Eine neue Auffassung über die Ursachen des Dickenwachstums, Naturw. Z. f. F. u. L., 11, [241–279].

———, 1919, Nouvelles recherches sur l'accroissement en épaisseur des arbres. Essai d'une théorie physiologique de leur croissance concentrique et excentrique, Lausanne-Genève.

JONSON, T., 1910, Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. I Granens stamform, [Schattingsonderzoekingen over den vorm van opstandsboomen. I De stamvorm van den fijnspar], Sv. Skogsv. Tdskr., Fackafdelningen.

———, 1911, Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. II Tallens stamform, [Schattingsonderzoekingen over den vorm van opstandsboomen. II De stamvorm van den groven den], Sv. Skogsv. Tdskr., Fackafdelningen, [285–329].

———, 1912, Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. III Formbestämning å stående träd, [Schattingsonderzoekingen over den vorm van opstandsboomen. III Vormbepaling van staande boomen]. Sv. Skogsv. Tdskr., Fackafdelningen, [235–275].

JONSON, T., 1918, Massatabeller för träduppskattning, [Massatabellen voor de boomtaxatie], 4e uitgebreide uitgave, Stockholm.
———, 1927, Stamformproblemet. Några synpunkter och siffror till dess belysning, [Das Schaftformproblem. Einige Gesichtspunkte und Ziffern zu seiner Beleuchtung], Medd. Stat. Skogsf., H. 23, [495–586].
———, 1928, Några nya metoder för beräkning av stamvolym och tillväxt hos stående träd, [Some new methods for calculating volume and increment of standing timber], Sv. Skogsv. Tdskr., 26, [423–527].
JORDAN, W., 1920, Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart.
Erster Band: Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 7e druk (bewerkt door O. EGGERT).

KAPTEYN, J. C., and UVEN, M. J. VAN, 1916, Skew frequency curves in biology and statistics, 2nd. Paper, Groningen.
KNUCHEL, H., 1929, Ueber Einrichtungsmassentafeln, Forstw. Centralbl., 51, [461–469].
KOLLEWIJN, N. J., 1903, Voorloopige instructie behoorende bij de tabel aangevende de uit djatiboomen te verkrijgen kantrecht beslagen timmerhoutwerken, Batavia.
KÖNIG, G., 1864, Forsttafeln zur Ausmessung, Gehalts- und Werthschätzung aufbereiteter Hölzer, stehender Bäume und ganzer Waldbestände, Fünfte Auflage von C. GREBE, Gotha.
KORSTIAN, C. F., and BRUSH, W. D., 1931, Southern white cedar, U. S. Dep. Agr., Bull. 251.
KRÜDENER, A. VON, 1908, Massen- und Abholzigkeitstabellen für die Birke Mittel-Ruszlands, St. Petersburg, [Referaat van A. SCHWAPPACH].
———, 1908–1909, Klassen- und Abholzigkeitstabellen für die Birke in Ruszland, St. Petersburg, H. 1 in 1908, H. 2, 3 en 4 in 1909, [Referaat van GUSE in Z. f. F. u. J., 42, 446–450].
———, 1910, Massen- und Abfalltafeln für die Kiefern der trockenen Ebene des europäischen südlichen Ruszlands, St. Petersburg, 3e deel, [Referaat van GUSE in Z. f. F. u. J., 43, 800–804].
———, 1911, Klassen- und Abfalltafeln für die Kiefer der Krons- (u.a.) Forsten der Nordhälfte des europäischen Ruszlands, St. Petersburg, [Referaat van GUSE in Z. f. F. u. J., 44, 453–455].
———, 1912, Massen- und Abfalltafeln für die Linde des europäischen Ruszlands, St. Petersburg, [Referaat van GUSE in Z. f. F. u. J., 44, 648–650].
———, 1912, Massen- und Abfalltafeln für die Fichte des europäischen Ruszlands, St. Petersburg, [Referaat van GUSE in Z. f. F. u. J., 45, 119–122].
KUIP, A. C. VAN DER, 1928, Niet meer ringen, Tectona, 21, [43–46].
KÜNKELE, 1922, Ein einfacher Weiser der Formgüte, Silva, 11, [99–100].
KUNZE, M., und PRESSLER, M., 1873, Die Holzmeszkunst in ihrem ganzen Umfange, Berlin.
———, 1877, Zur Kenntnisz der ächten Formzahlen der Fichte, Thar. F. J., 27, [264].
———, 1886, Beiträge zur Holzmeszkunde, Thar. F. J., 36, [1–18].
———, 1888, Aechte Schaft- und Baumformzahlen und Astmassenprozente der Fichte, Thar. F. J., 38, [51–58].
———, 1890, Eine neue Methode zur raschen Berechnung der unächten Schaftformzahlen gefällter Kiefern, Thar. F. J., 40, [97–103].
———, 1890, Aechte Schaft- und Baumformzahlen der Buche, Thar. F. J., 40, [138].
———, 1891, Neue Methode zur raschen Berechnung der unächten Schaftformzahlen der Fichte und Kiefer, Dresden.
———, 1893, Ueber den Einflusz der Anbaumethode auf den Ertrag der gemeinen Kiefer, Thar. F. J., 43, [1–29].
———, 1898, Ueber den Einflusz der Anbaumethode auf den Ertrag der gemeinen Kiefer, Thar. F. J., 48, [1–38].

KUNZE, M., 1899, Ueber den Einflusz verschiedener Durchforstungsgrade auf den Wachsthumsgang der Waldbestände, Thar. F. J., 49, [1–27].
———, 1901, Ueber den Einflusz der geographischen Lage auf die Form des Weisztannenschaftes, Thar. F. J., 51, [84–98].
———, 1902, Ueber den Einflusz der Anbaumethode auf den Ertrag der Fichte, Thar. F. J., 52, [1–24].
———, 1903, Die Schaftform der Fichte in Thüringen, Thar. F. J., 53, [136–153].
———, 1904, Ueber den Einflusz der Anbaumethode auf den Ertrag der gemeinen Kiefer, Thar. F. J., 54, [11–46].
———, 1907, Unechte Schaftformzahlen und Astholzgehalte der mitteldeutschen Weisztanne, Berlin.
———, 1909, Die unechten Schaftformzahlen und Astholzgehalte der gemeinen Kiefer, Thar. F. J., 60, [133–160].
———, 1910, Ueber den Einflusz verschiedener Durchforstungsgrade auf die Schaftform der Fichte, Thar. F. J., 61, [1–18].
KURZ., H., 1930, Below the cypress waterline, American Forests and Forest Life, 36, [579].

LANGSAETER, A., 1927, Om granens stammekurve innenfor bark, [Formulas for the taper of trees. Norway spruce inside bark], Medd. Norske Skogfors., 10, H. 9, [127–147].
LEHNPFUHL, 1885, Die Formhöhe und ihre Bedeutung für Baumcubirung und Formzahlberechnung, sowie für die Werthbestimmung des Langnutzholzes, Z. f. F. u. J. 17, [649–662].
LEON, A., 1915, Technik und Naturwissenschaft, Centralbl. ges. Forstw., 41, [254–272].
LINDBLAD, O., 1920, En grafisk kuberingstabell, [Een grafische kubeeringstabel], Sv. Skogsv. Tdskr., 18, [253–259].
LIPKA, J., 1918, Graphical and mechanical computation, New York-London.
LÖNNROTH, E., 1927, Ueber Stammkubierungsformeln, Act. For. Fenn., 31, [1–56].
LUGT, CH. S., 1908, Rond of vierkant hout?, Tectona, 1, [255–275].
———, 1928, De aankap in de djatibosschen, Tectona, 21, [127–162].

MAASS, A., 1908, Kubikinnehållet och formen hos tallen och granen inom Särna socken i Dalarna, [Schaftinhalt und Schaftform der Kiefer und Fichte im Kirchspiel Särna in Dalekarlien], Medd. Stat. Skogsf., H. 5.
———, 1911, Kubikinnehållet och formen hos tallen i Sverige, [Het volume en de vorm van den groven den in Zweden], Sv. Skogsv. Tdksr., Fackafdelningen, [209–257].
———, 1913, Avsmalningen i stammans nedersta delar hos tallen och granen, [De diameter-afname voor het benedengedeelte van den stam bij groven den en fijnspar], Sv. Skogsv. Tdskr., [273–282].
MACDONALD, J., 1931, Sample plot methods in Great Britain, Emp. For. Journ., 10, [241–258].
———, 1931, The measurement of standing trees, Scott. For. Journ., 45, [65–83].
MAHENDRU, I. D., SURI, P. N., and CHAMPION, H. G., 1929, Volume and outturn tables for blue pine (*Pinus excelsa* WALL.), Ind. For. Rec., 13, Part VIII.
———, SURI, P. N., and CHAMPION, H. G., 1929, Commercial timber (katha) and heartwood volume tables for khair (*Acacia Catechu* WILLD.) in North India, Ind. For. Rec., 13, Part IX.
———, CHAMPION, H. G., and SURI, P. N., 1929, Yield tables for blue pine (*Pinus exselsa* WALL.), Ind. For. Rec., 13, Part X.
———, and CHAMPION, H. G., 1931, Silvicultural research manual for use in India, Vol. II, Statistical research, (The statistical code), Calcutta.
——— and CHAMPION, H. G., 1931, Standard, commercial and heartwood volume tables (factory working) for khair (*Acacia Catechu* WILLD.) in North India, Ind. For. Rec., 15, Part III.

MAHENDRU, I. D., 1932, Volume tables and diameter growth curve for semal (*Bombax malabaricum* D. C.), Ind. For. Rec., 15, Part IV.

———, 1932, Provisional volume tables and diameter growth curve for semal (*Bombax malabaricum* D. C.] in the Central Provinces, Ind. For. Rec., 15, Part V.

MAITLAND, V. K., 1925, Volume tables for *Tectona grandis* (teak) and *Shorea robusta* (sal) for the Central Provinces, Local definitions of timber, Ind. For. Rec., 11, Part VII.

MARSDEN, E., 1917, Statistics compiled in the Office of the Silviculturist, Forest Research Institute, Dehra Dun, during 1915–1916, Ind. For. Rec., 6, Part II.

MATTOON, W. R., 1915, The Southern cypress, U. S. Dep. Agr., Bull. 272.

MATTSSON, L., 1917, Formklasstudier i fullslutna tallbestånd, [Studiën over de vormklasse in geheel gesloten grove dennen-opstanden], Sv. Skogsv. Tdskr., 15, [201–235].

———, 1917, Form och formvariationer hos lärken, [Vorm en vormvariaties bij den lariks], Sv. Skogsv. Tdskr., 15, [923–1003].

MC INTYRE, A. C., and DEMERITT, D. B., 1932, A simple method of constructing tree volume tables, Journ. Agr. Res., 44, [529–539].

MEINDERSMA, H. W., BECKING, J. H., en BERGER, L. G. DEN, 1922, Vloed- of mangrovebosschen in Ned.-Indië, [Netherlands Indian mangrove swamps], Tectona, 15, [561–611].

MERRILL, P. H., and HAWLEY, R. C., 1924, Hemlock; its place in the silviculture of the Southern New England forest, Yale Univ., School For., Bull. 12.

METZGER, C., 1893, Der Wind als maszgebender Faktor für das Wachsthum der Bäume, Münd. Forstl. Hefte, H. 3.

———, 1894, Studien über den Aufbau der Waldbäume und Bestände nach statischen Gesetzen, Münd. Forstl. Hefte, H. 5–6.

———, 1895, Studien über den Aufbau der Waldbäume und Bestände nach statischen Gesetzen, Münd. forstl. Hefte, H. 7.

METZGER, K., 1908, Ueber das Konstruktionsprinzip des sekundären Holzkörpers, Naturw. Z. f. F. u. L., 6, [249–273].

MEYER, W. H., 1928, Rates of growth of immature douglas fir as shown by periodic remeasurements on permanent sample plots, Journ. Agr. Res., 36, [193–215].

———, 1929, Yields of second-growth spruce and fir in the Northeast, U. S. Dep. Agr., Bull. 142.

———, 1930, Diameter distribution series in even aged forest stands, Yale Univ., School For., Bull. 28.

———, 1931, Effect of release upon the form and volume of Western yellow pine, Journ. For., 29, [1127-1133].

MÜLLER, U., 1923, Lehrbuch der Holzmesskunde, 3e druk, Berlin.

MULLOY, G. A., WRIGHT, W. G., and ROBERTSON, W. M., 1924, Forest Research Manual, Dep. Int., For. Branch, Can.

MUNNS, E. N., and BROWN, R. M., [Compiled by], 1925, Volume tables for the important timber trees of the United States, U. S. Dep. Agr., For. Serv.
Part I, Western species.
Part II, Eeastern conifers.
Part III, Eastern hardwoods.

MURPHY, L. S., 1917, The red spruce: its growth and management, U. S. Dep. Agr., Bull. 544.

NORDQUIST, M., 1924, Bidrag till kännedomen om förhållandet mellan stamfaktorerna i rena tallbestånd, [Bijdrage tot de kennis van de betrekking tusschen de stamfactoren in zuivere grove dennen-opstanden], Sv. Skogs. Tdskr., 22, [175–196].

NYBLOM, E., 1927, Formförändring hos helt friställda träd, [Alteration in the form of wholly liberated trees], Sv. Skogsv. Tdskr., 25, [51–61].

OEVER, H. TEN, 1926, De ontwikkeling der boschinrichting, [The development of the division for working-plans], Tectona, 19, [709–737].

ÖSTLIND, J., 1925, Trädens kubikmassa enligt HÖJERs stamkurva, [Het volume van den boom overeenkomstig de stamkromme van HÖJER], Sv. skogsv. Tdskr., 23, [183–184].

———, 1926, Trädens kubikmassa och tillväxt enligt HÖJERs stamkurva, [Het volume van den boom en de bijgroei overeenkomstig de stamkromme van HÖJER], Sv. Skogsv. Tdskr., 24, [355–374].

PEARSON, K., 1930, Tables for statisticians and biometricians, Part I (Third Edition), London.

PETRINI, S., ?, Om trädens form och uppskattning, [Boomvorm en -schatting], Skogliga rön ur Medd. Stat. Skogsf., no. 2.

———, 1918, Formpunktsmetoden och dess användning för formklassbestämning och kubering, [De vormpuntsmethode en haar toepassing voor de vormklassebepaling en de kubeering], Sv. Skogsv. Tdskr., 16, [597–635].

———, 1919, Om formpunktsbedömning, [The form-point as an expression of the trunk form], Medd. Stat. Skogsf., H. 16, [163–183].

———, 1926, Formeln für Stammkubierung, Thar. F. J., 77, [9–29, 50–64, 85–87, 116–120].

———, 1926, Trädens kubikmassa enligt HÖJERs stamkurva, [Het volume van den boom overeenkomstig de stamkromme van HÖJER], Sv. Skogsv. Tdskr., 24, [313–315].

———, 1927–1928, En närmeformel för kubering av träd, [Eine Näherungsformel für Stammkubierung], Medd. Stat. Skogsf., H. 24, [187–220].

PETTERSON, H., 1925, Sambandet mellan kronan och stamformen, [Het verband tusschen de kroon en den stamvorm], Sv. Skogsv. Tdskr., 23, [37–79].

———, 1926, Studier över stamformen, [Studien über die Stammform], Medd. Stat. Skogsf., H. 23, [63–189].

PEUPION, A., 1905, Tarif de cubage pour les arbres sur pied, estimation des houppiers, branchages et souches suivant les essences, Paris.

PORTER, O. M., and BELYEA, H. C., ?, Foresters' tables for New York State, N. Y. S. Coll. For. Syr. Univ. Bull. 14.

POWELL, W. S., 1923, Note on the growth of teak and teak plantations in Arakan, Burma For. Bull. 8.

PRESSLER, M. R., 1864, Das Gesetz der Stammbildung und dessen forstwirthschaftliche Bedeutung, insbesondere für den Waldbau höchsten Reinertrags, Thar. F. J., 9, [22–107].

———, und KUNZE, M., 1873, Die Holzmeszkunst in ihrem ganzen Umfange, Berlin.

———, 1882, Holzwirtschaftliche Tafeln mit populären Erlauterungen zur Praxis der Holzmesskunst in ihrem ganzen Umfange für Privatforstwirte, Wald- und Sägewerkbesitzer, Holzhändler und Baugewerken, 3e druk.

———, 1902, Forstliches Hülfsbuch zur Ausführung holzwirtschaftlicher und technisch verwandter Messungs-, Schätzungs-, Rechnungs- und Betriebsarbeiten. Mit besonderer Rücksicht auf einen volkswirtschaftlich und forsttechnisch rationellen Nachhaltswaldbau höchsten Reinertrags, 6e druk, Wien.

PRYTZ, H., 1891, Tilvaekstundersøgelser, [Bijgroei-onderzoekingen], Tdsskr. f. Skovv., [61–109].

QUESNE VAN BRUCHEM, T. L. G. DU, 1918, Kubeeringsmethode van Professor TOR JONSON, Met naschrift van A. H. BERKHOUT, Med. Landbouwhoogeschool, 14, [35–46].

RAHUSEN, A. E., 1916, LOBATTO's lessen over de hoogere algebra, Sneek, 8e druk.
ROBERTSON, W. M., MULLOY, G. A., and WRIGHT, W. G., 1924, Forest Research Manual, Dep. Int. ,For. Branch, Can.
ROBINSON, G., and WHITTAKER, E. T., 1924, The calculus of observations, London.
RONGE, E. W., 1916, Grafiska massa- och avsmalningstabeller, [Grafische volume- en stamvormtabellen], Sv. Skogsv. Tdskr., 14, [656–666].
———, 1917, Om grafiska utbytestablåer, [Grafische opbrengsttabellen], Sv. Skogsv. Tdskr., 15, [811–832].
Rough volume tables for teak (*Tectona grandis*), pyinkado (*Xylia dolabriformis*), in (*Dipterocarpus tuberculatus*), taukkyan (*Terminalia tomentosa*) in Burma, 1923, Burma For. Bull. 10.
Rough volume tables for teak (*Tectona grandis*), pyinkado (*Xylia dolabriformis*), in (*Dipterocarpus tuberculatus*), taukkyan (*Terminalia tomentosa*), kanazo (*Heritiera Formes*), pyinma (*Lagerstroemia Flos Reginae*), hnaw (*Adina cordifolia*), padauk (*Pterocarpus macrocarpus*), kyunkauknwe (*Vitex pubescens*), ingyin (*Pentacme suavis*), 1926, Burma For. Bull. 15.
ROULLEAU, R., 1905, Cubage des bois sur pied et abattus, Paris.
RUNNING, TH. R., 1917, Empirical formulas, Mathematical monographs no. 19, New York-London.

SAN BUENAVENTURA, P., 1931, Philippine log rules, Makiling Echo, 10, no. 4, [11–23].
SCHAEFFER, L., 1932, La méthode de correlation appliquée à la construction des tarifs de cubage, Rev. Eaux et For., 30, [482–490].
SCHIFFEL, A., 1899, Form und Inhalt der Fichte, Mitt. forstl. Vers. Oest., H. 24.
———, 1902, Die Kubierung von Rundholz aus zwei Durchmessern und der Länge, Mitt. forstl. Vers. Oest., H. 27.
———, 1904, Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände, Mitt. forstl. Vers. Oest., H.39.
———, 1905, Form und Inhalt der Lärche, Mitt. forstl. Vers. Oest., H. 31.
———, 1907, Form und Inhalt der Weissföhre, Mitt. forstl. Vers. Oest., H. 32.
———, 1908, Form und Inhalt der Tanne, Mitt. forstl. Vers. Oest., H. 34.
SCHLICH, W., 1911, Manual of forestry, Vol. III, Forest management, 4e druk, London.
SCHMIED, H., 1931, Ein Buchenlichtungsversuch im vorderen Wienerwalde, Centralbl. ges. Forstw., 57, [362–373].
SCHUBERG, K. A., 1891, Formzahlen und Massentafeln für die Weisztanne, Berlin.
SCHUBERG, K., 1894, II. Die Rotbuche im natürlich verjüngten geschlossenen Hochwalde. Aus deutschen Forsten, Mitteilungen über den Wuchs und Ertrag der Waldbestände im Schlusse und Lichtstande, Tübingen.
SCHUH, F., 1921–1924–1926, Lessen over de hoogere algebra, Groningen.
SCHUMACHER, F. X., 1926, Yield, stand, and volume tables for white fir in the California pine region, Univ. Cal. publ., Bull. 407.
SCHWAPPACH, A., 1890, Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer, Berlin.
———, 1902, I. Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle. II. Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände in Preuszen, Neudamm.
———, 1905, Formzahlen und Massentafeln für die Eiche, Berlin.
——— und GRUNDNER, F., 1913, Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände, Nach den Arbeiten der forstlichen Versuchsanstalten des Deutschen Reiches und Oesterreichs, Berlin.
SCHWEIGLER, 1923, Der Einflusz des Femelbetriebs auf Stammform und Mittelflächenkubierung bei der Weisztanne, Allg. F. u. J. Z., [193 e.v.].
SCHWENDENER, S., 1874, Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen, Leipzig.
SHIRLEY, G. S., 1928, Volumes of single trees and volumes and number of trees per acre from data collected in teak (*Tectona grandis*) plantations in Burma, also volumes of sample trees of *Dipterocarpus tuberculatus*, *Terminalia tomentosa*, and *Terminalia pyrifolia*, Burma For. Bull. 17.

SIMONY, O., 1904, Ueber Formzahlengleichungen und deren forstmathematische Verwertung, Wien.
SIVÉN, A., 1911, Till frågan om trädens stamekvationen, [Over het vraagstuk van de stamvergelijking der boomen], Sv. Skogsv. Tdskr., Fackafdelningen, [167–175].
SÖDERLUND, N. L., 1918, Om beräkningen av konstanterna i HÖJERs stamkurve-ekvation, [De berekening van de constanten in de stamkromme-vergelijking van HÖJER], Sv. Skogsv. Tdskr., 16, [636–640].
STERRETT, W. D., 1914, Forest management of loblolly pine in Delaware, Maryland and Virginia, U. S. Dep. Agr., Bull. 11.
———, 1915, The Ashes: Their characteristics and management, U. S. Dep. Agr., Bull. 299.
STOUTJESDIJK, J. A. J. H., 1925, Vergelijking tusschen Engelsch-Indische en Nederlandsch-Indische opbrengstgegevens van den djati (*Tectona grandis* L. f.); [A comparison of British- and Dutch-Indian yield-tables for teak], Tectona, 18, [1043–1075].
———, 1927, Stamtafel voor djatinatuurbosschen, Tectona, 20, [729–780].
SURI, P. N., 1928, Commercial volume tables for sal (*Shorea robusta*) in the wet mixed forests of the Bengal Duars, Ind. For. Rec., 13, Part III.
———, 1928, Volume tables for sundri (*Heritiera Fomes* BUCH. Syn. *Heritiera minor* ROXB.) in the Sundarbans, Bengal, Ind. For. Rec., 13, Part IV.
———, CHAMPION, H. G., and MAHENDRU, I. D., 1929, Volume and outturn tables for blue pine (*Pinus excelsa* WALL.), Ind. For. Rec., 13, Part VIII.
———, CHAMPION H. G., and MAHENDRU, I. D., 1929, Commercial timber (katha) and heartwood volume tables for khair (*Acacia Catechu* WILLD.) in North India, Ind. For. Rec., 13, Part IX.
———, MAHENDRU, I. D., and CHAMPION, H. G., 1929, Yield tables for blue pine (*Pinus excelsa* WALL.), Ind. For. Rec., 13, Part X.

TIRÉN, L., 1922, Om en ekvation för stamkurvan, [Een vergelijking voor de stamkromme], Sv. Skogsv. Tdskr., 20, [383–399].
———, 1926, Några undersökningar över stamformen, [Eenige onderzoekingen over den stamvorm], Sv. Skogsv. Tdskr., 24, [23–88].
———, 1927–1928, Några undersökningar över stamformen, [Einige Untersuchungen über die Schaftform], Medd. Stat. Skogsf., H. 24, [81–152].
———, 1927–1928, Till frågan om tallstammens avsmalning och volymberäkning, [To the question of tapering and volume calculation], Medd. Stat. Skogsf., H. 24, [153–163].
TISCHENDORF, W., 1926, Wuchsgesetze von *Pinus silvestris*, Forstw. Centralbl., 48, [578–589, 652–662, 689–698, 729–738].
———, 1927, Lehrbuch der Holzmassenermittlung, Berlin.
TKATSCHENKO, M., 1912, Das Gesetz des Inhalts der Baumstämme und seine Bedeutung für die Massen- und Sortimentstafeln, Forstw. Centralbl., 34, [397–419].
TOZAWA, M., 1929, Inhalt des stehenden Stammes und des ganzen Bestandes unter spezieller Berücksichtigung der japanischen Holzarten, Mitt. forstl. Vers. Keyo, H. 9.

UVEN, M. J. VAN, and KAPTEYN, J. C., 1916, Skew frequency curves in biology and statistics, 2nd. Paper, Groningen.
———, ?, Waarschijnlijkheidsrekening, Wageningen (geroneografeerd).
———, ?, Lineaire correlatie van *n* veranderlijken, Wageningen (geroneografeerd).

VANUTBERGHE, M. H., ?, Exploitation commerciale des forêts, Paris.
Verslag van de Commissie voor de Java-hout contracten, zoomede verweer van de N.V. Vereenigde Javasche Houthandel Maatschappijen en antwoord van de bovengenoemde Commissie, 1931, Batavia.

VERSOZA, J. S., 1931, Merchantable volume table for benguet pine (*Pinus insularis* ENDL.), Makiling Echo, 10, no. 3, [22–25)].
———, 1931, Taper table for benguet pine (*Pinus insularis* ENDL.), Makiling Echo, 10, no. 4, [24–36].
Volume, yield and stand tables for second-growth Southern pines, 1929, Prepared by Office of Forest Experiment Stations, Forest Service, and cooperating agencies, U. S. Dep. Agr., Miscellaneous Publications no. 50.

WALTER, 1923, Der Einflusz des Femelbetriebes auf Stammform und Mittenflächenkubierung bei der Weisztanne, Allg. F. u. J. Z., 99, [193–205].
WARTA, A. J., 1927, Richtlijnen van den kap, Tectona, 20, [527–537].
——— en GONGGRIJP, J. W., 1929, Factoren van invloed op de boschexploitatie in de Philippijnen, Tectona, 22, [805–987].
WATSON, J. G., 1928, Mangrove forests of the Malay Peninsula, Mal. For. Rec., no. 6.
WEBER, H., 1925–1926–1927, Handbuch der Forstwissenschaft, 4 deelen, Tübingen.
WEISE, 1881, Ueber Formzahlen der Kiefer, Z. f. F. u. J., 13, [371–397].
———, 1901, Einiges über Formzahlen und Massentafeln, Münd. Forstl. Hefte, 17, [1–12].
WELLISCH, S., 1909–1910, Theorie und Praxis der Ausgleichungsrechnung, Wien und Leipzig.
Erster Band: Elemente der Ausgleichungsrechnung.
Zweiter Band: Probleme der Ausgleichungsrechnung.
WENNMARK, G., och EKLUND, S., 1925, Några undersökningar av aspskog, [Eenige onderzoekingen over den populier-opstand], Sv. Skogsv. Tdskr., 23, [80–104, 125–142].
WESTRA, J. G., 1922, Uitkomsten van een rooiproef in het djatibeheerscomplex Gedangan (Java) in 1921–1922, [Results with the K. stumppuller in the teak forest district Gedangan (Java) in 1921–1922], Tectona, 15, [1111–1116].
———, 1928, De aankap in de djatibosschen sedert 1913, Tectona, 21, [163–180].
———, 1930, De houtvoorziening van de Inlandsche bevolking op Java en Madoera, [Die Holzabhilfe der einheimischen Bevölkerung auf Java und Madura], Tectona, 23, [113–118].
———, 1930, De afzet van djatidunningshout, [Die Verwertung der Zwischennutzung aus den Djatiwäldern], Tectona, 23, [641–658].
WHEATON, R. C., and HAWLEY, R. C., 1926, Studies of Connecticut hardwoods, the form of hardwoods and volume tables on a form quotient basis, Yale Univ., School For., Bull. 17.
WHITTAKER, E. T., and ROBINSON, G., 1924, The calculus of observations, London.
WIEDEMANN und BUCHHOLZ, 1929, Formzahl und Formquotient, Z. f. F. u. J., 61, [193–209].
WIEDEMANN, E., 1931, Anweisung für die Aufnahme und Bearbeitung der Versuchsflächen der Preuszischen Forstlichen Versuchsanstalt, Berlin.
———, 1931, Die neue Anweisung für die Aufnahme und Bearbeitung der Versuchsflächen der Preuszischen Forstlichen Versuchsanstalt, Silva, 19, [345–348].
———, 1932, Untersuchungen über die Rindenstärke der Kiefer, Forstarchiv, 8, [61–72].
WIMMENAUER, K., 1898, Schaftform und Formzahl, Allg. F. u. J. Z., 74, [341–346].
———, 1918, Schaftform und Formzahl, Allg. F. u. J. Z., 94, [59–67].
WIMMER, E., 1914, Ertrags- und Sortimentsuntersuchungen im Buchenhochwalde, H. 1 und 2, Karlsruhe.
WIND, R., 1923, Bijdrage tot de kennis van de plantaardige looimiddelen en het vraagstuk der looistofvoorziening van Nederlandsch-Indië, Dep. L. N. H., Med. Boschprfst. 9.
WINTERS, R. K., 1932, Ste form of white oak, Papers Mich. Academy, 15, [275–336].

WOLFF VON WÜLFING, H. E., 1920, Het krimpen van den djatistam tengevolge van doodringen, Tectona, 13, [865–874].
———, 1920, Nieuwe massa-bepalingsmethode voor opstanden van Prof. BERKHOUT, vergeleken met eenige andere methoden, Tectona, 13, [949–993].
———, 1926, Opbrengsttabellen en taxaties, [Yield tables and estimates], Tectona, 19, [1019–1039].
———, 1927, Over statistische methoden en hare toepassingen op het meten van gemeenschappen, Uitgave van de Vereeniging van Proefstation-personeel, [Niet in den Handel), Buitenzorg, Java.
———, 1928, Enkele onderzoekingen omtrent de nauwkeurigheid van boomhoogtebepalingen met behulp van den hoogtemeter van CHRISTEN, [Untersuchungen über die Genauigkeit von Baumhöhenmessungen mit dem CHRISTENschen Höhenmesser], Tectona, 21, [553–579].
———, 1929, Het voorkomen van gleuven op borsthoogte bij djatiboomen in plantsoenen (*Tectona grandis* L. f.), [Das Vorkommen von Längsfurchen in Brusthöhe bei Teak in Kulturen], Tectona, 22, [723–779].
———, 1930, Stamtafels, Tectona, 23, [407–440].
———, 1931, Stamtafels voor rasamala (*Altingia excelsa* NORONHA; *Hamamelidaceae*), [Volume tables for rasamala], Tectona, 24, [267–381].
———, 1931, Stamtafels voor poespa (*Schima Noronhae* REINW.; *Theaceae*), [Volume tables for poespa], Tectona, 24, [530–577].
———, 1931, Een vergelijking van het djatiplantsoen met opstanden van Europeesche houtsoorten, [A comparison of teak-plantations with stands of European timbers], Tectona, 24, [825–865].
———, 1931, Toepassing van de methode met den „Biltmore stick" voor diameterbepalingen in wildhoutbosch, [Application of the method of the „Biltmore stick" to the determination of diameters in tropical mixed forests], Tectona, 24, [1091–1120].
———, 1932, Stamtafels voor djamoedjoe (*Podocarpus imbricata* BL.; *Podocarpaceae*), [Volume tables for djamoedjoe], Tectona, 25, [177–231].
———, 1932, Het perkonderzoek van A. E. J. BRUINSMA; schattingstabellen voor djatiplantsoenen (*Tectona grandis* L. f.), Tectona, 25, [1423–1509].
WRETLIND, J. E., 1917, Om tallens och granens bark, (De bast van den groven den en den fijnspar), Sv. Skogsv. Tdskr., 15, [22–61].
WRIGHT, W. G., ROBERTSON, W. M., and MULLOY, G. A., 1924, Forest Research Manual, Dep. Int., For. Branch. Can.

ZIEGLER, E. A., and GRAVES, S. H., 1910, The woodman's handbook, (Revised and enlarged), U. S. Dep. Agr., For. Serv., Bull. 36.
ZON, R., 1914, Balsam fir, U. S. Dep. Agr., Bull. 55.
ZONDAG, J. P. L., 1927, De lengteverhoudingen van het geoogste djati-timmerhout, [The proportions in length of the output of teakwood], Tectona, 20, [214–222].
———, 1927, Richtlijnen van den kap, Tectona, 20, [983–990].
———, 1928, Resultaten van boomsgewijze exploitatie, Tectona, 21, [118–119].

GENOEMDE HOUTSOORTEN.

[*WOODSPECIES MENTIONED.*]

Balam poetih	= *Palaquium* sp.; *Sapotaceae.*
Balam poetjoeng	= *Palaquium rostratum* BURCK.; *Sapotaceae.*
Balam tenginai	= *Palaquium Ridleyi* K. et G.; *Sapotaceae.*
Balam teroeng	= *Palaquium hexandrum* ENGL.; *Sapotaceae.*
Balsam fir	= *Abies balsamea* MILL.; *Pinaceae.*
Baros	= *Manglietia glauca* BL.; *Magnoliaceae.*
Bengkoe	= *Ganua Motleyana* PIERRE; *Sapotaceae.*
Benguet pine	= *Pinus insularis* ENDL.; *Pinaceae.*
Berk	= *Betula verrucosa* EHRH.; *Betulaceae.*
Beuk	= *Fagus silvatica* L.; *Fagaceae.*
Black spruce	= *Picea mariana* B. S. P.; *Pinaceae.*
Blue pine	= *Pinus excelsa* WALL.; *Pinaceae.*
Boelian	= *Eusideroxylon Zwageri* T. et B.; *Lauraceae.*
Boenoet rawang	= *Calophyllum* sp.; *Guttiferae.*
Chir	= *Pinus longifolia* ROXB.; *Pinaceae.*
Damar	= *Agathis alba* FOXW.; *Araucariaceae.*
Damar boewah	= *Shorea* sp.; *Dipterocarpaceae.*
Djamoedjoe	= *Podocarpus imbricata* BL.; *Podocarpaceae.*
Djati	= *Tectona grandis* L. f.; *Verbenaceae.*
Djohar	= *Cassia siamea* LAMK.; *Leguminosae.*
Doerian paja	= *Durio carinatus* MAST.; *Bombacaceae.*
Douglas fir	= *Pseudotsuga taxifolia* [LAMB.] BRITTON; *Pinaceae.*
Eastern hemlock	= *Tsuga americana* FARWELL.; *Pinaceae.*
Eik	= *Quercus pedunculata* EHRH. of *Q. sessiliflora* SM.; *Fagaceae.*
Els	= *Alnus glutinosa* GAERTN.; *Betulaceae.*
European larch	= *Larix decidua* MILL.; *Pinaceae.*
Fijnspar	= *Picea excelsa* [LAM.] LINK.; *Pinaceae.*
Garoe boeaja	= *Urandra corniculata* FOXW.; *Icacinaceae.*
Geronggang	= *Cratoxylon arborescens* BL.; *Guttiferae.*
Gray birch	= *Betula populifolia* MARSH.; *Betulaceae.*
Grootbladige mahony	= *Swietenia macrophylla* KING.; *Meliaceae.*
Grove den	= *Pinus silvestris* L.; *Pinaceae.*
Kail	= *Pinus excelsa* WALL.; *Pinaceae.*
Kajoe katjang	= *Strombosia javanica* BL.; *Olacaceae.*
Kajoe kelat	= *Eugenia* sp.; *Myrtaceae.*
Kajoe kelat poetih	= *Eugenia* sp.; *Myrtaceae.*

Kajoe patin = *Mussaëndopsis Beccariana* BAILL.; *Rubiaceae.*
Kaloep = *Shorea eximia* SCHEFF.; *Dipterocarpaceae.*
Kastanjesoorten (Ind.) = *Castanea* spec. div.; *Fagaceae.*
Kedawang = *Isoptera sumatrana* v. SL.; *Dipterocarpaceae.*
Kedontang = *Shorea bracteolata* DYER.; *Dipterocarpaceae.*
Kerandji asap = *Dialium platysepalum* BAKER; *Leguminosae*
Khair = *Acacia Catechu* WILLD.; *Leguminosae.*
Ki hoedjan = *Engelhardtia spicata* BL.; *Juglandaceae.*
Kleinbladige mahony = *Swietenia mahagoni* JACQ.; *Meliaceae.*
Koedoe = *Artocarpus Kemando* MIQ.; *Moraceae.*

Lagan = *Dipterocarpus humerata* v. SL.; *Dipterocarpaceae.*
Lenggajang = *Hopea* sp.; *Dipterocarpaceae.*
Loblolly pine = *Pinus taeda* L.; *Pinaceae.*
Loelan = *Calophyllum* sp.; *Guttiferae.*
Lork = *Larix decidua* MILL.; *Pinaceae.*
Longleaf pine = *Pinus palustris* MILL.; *Pinaceae.*

Medang bamban = *Michelia Koordersiana* DANDY; *Magnoliaceae.*
Melaboewai = *Dyera costulata* HOOK. F.; *Apocynaceae.*
Menggeris = *Koompassia malaccensis* MAING.; *Leguminosae.*
Meranti baloer = *Shorea* sp.; *Dipterocarpaceae.*
Meranti boenga = *Shorea leprosula* MIQ.; *Dipterocarpaceae.*
Meranti daoen haloes = *Shorea* sp,; *Dipterocarpaceae.*
Meranti daoen lebar = *Shorea* sp.; *Dipterocarpaceae.*
Meranti oeloe toepai = *Shorea* sp.; *Dipterocarpaceae.*
Meranti paja = *Shorea* sp.; *Dipterocarpaceae.*
Meranti sarang poenai = *Shorea parvifolia* DYER.; *Dipterocarpaceae.*
Merasam = *Triomma malaccensis* HOOK. F.; *Burseraceae.*
Merkoejoeng itam = *Shorea* sp.; *Dipterocarpaceae.*
Merloewang = *Dipterocarpus gracilis* BL.; *Dipterocarpaceae.*

Nangka = *Artocarpus integra* MERR.; *Moraceae.*
Ngerawan = *Hopea Mengerawan* MIQ.; *Dipterocarpaceae.*
Njatoe = *Palaquium xanthochymum* PIERRE, var. *glabrum* H. J. L.; *Sapotaceae.*
Northern white pine = *Pinus strobus* L.; *Pinaceae.*
Norway pine = *Pinus resinosa* AIT.; *Pinaceae.*
Norway spruce = *Picea excelsa* [LAM.] LINK.; *Pinaceae.*

Oelin = *Eusideroxylon Zwageri* T. et B.; *Lauraceae.*

Pasang apoe = *Quercus* sp.; *Fagaceae.*
Pasang djangkar = *Quercus pseudomolucca* BL.; *Fagaceae.*
Pedada paja = *Tetramerista glabra* MIQ.; *Theaceae.*
Petaling = *Ochanostachys amentacea* MAST.; *Olacaceae.*
Pilang = *Acacia leucophloea* WILLD.; *Leguminosae.*
Poelai rawang = *Alstonia pneumatophora* BACKER, msc.; *Apocynaceae.*
Poespa = *Schima Noronhae* REINW.; *Theaceae.*
Populier = *Populus* sp.; *Salicaceae.*

Randa tijoeng = *Fagraea elliptica* ROXB.; *Loganiaceae.*
Randoe alas = *Gossampinus heptaphylla* BAKH.; *Bombacaceae.*
Randoe = *Ceiba pentandra* GAERTN. var. *caribaea* BAKH.; *Bombacaceae.*
Rasamala = *Altingia excelsa* NORONH.; *Hamamelidaceae.*

Red oak = *Quercus rubra* L.; *Fagaceae.*
Rengas = *Gluta Renghas* L.; *Anacardiaceae.*
Resak gelingga = *Vatica bancana* SCHEFF.; *Dipterocarpaceae.*
Resak rawang = *Vatica Wallichii* DYER.; *Dipterocarpaceae.*

Saga = *Adenanthera tamarindifolia* ROXB.; *Leguminosae.*
Sal = *Shorea robusta* GAERTN.; *Dipterocarpaceae.*
Sareh = *Dacrydium* sp.; *Podocarpaceae.*
Schwarzföhre = *Pinus nigra* ARNOLD var. *austriaca*; *Pinaceae.*
Scotch pine = *Pinus silvestrus* L.; *Pinaceae.*
Semal = *Gossampinus heptaphylla* BAKH.; *Bombacaceae.*
Setebal = *Podocarpus Beccarii* PARL.; *Podocarpaceae.*
Shortleaf pine = *Pinus echinata* MILL.; *Pinaceae.*
Siberean larch = *Larix sibirica* LEDEB.; *Pinaceae.*
Sindoer = *Sindora leiocarpa Backer*, msc.; *Leguminosae.*
Soentai = *Palaquium Burckii* H. J. L.; *Sapotaceae.*
Southern cypress = *Taxodium distichum* [L.] REICH.; *Taxodiaceae.*
Southern white cedar = *Chamaecyparis thyoides* B. S. P.; *Cupressaceae.*
Sundri = *Heritiera Fomes* BUCH.; *Sterculiaceae.*

Tampang telor = *Prainea Limpato* BEUMÉE; *Moraceae.*
Tapak andjing = *Adinandra lamponga* MIQ.; *Theaceae.*
Tarentang = *Campnosperma auriculata* HOOK. F.; *Anacardiaceae.*
Tarentang = *Campnosperma macrophylla* HOOK. F.; *Anacardiaceae.*
Tenam = *Anisoptera marginata* KORTH.; *Dipterocarpaceae.*
Tenam = *Anisoptera costata* KORTH.; *Dipterocarpaceae.*
Tembesoe talang = *Fagraea sororia* J. J. S.; *Loganiaceae.*
Terpahat = *Calophyllum* sp.; *Guttiferae.*
Tjampedak = *Artocarpus Champeden* SPRENG.; *Moraceae.*
Tjengal = *Hopea micrantha* (HASSK.); *Dipterocarpaceae.*
Tjemara = *Casuarina equisetifolia* L.; *Casuarinaceae.*
Toesam = *Pinus Merkusii* JUNGH. et DE VR.; *Pinaceae.*

Western white pine = *Pinus monticola* D. DON.; *Pinaceae.*
Western yellow pine = *Pinus ponderosa* var. *arizonica* SHAW.; *Pinaceae.*
White oak = *Quercus alba* L.; *Fagaceae.*
White spruce = *Picea glauca* VOSS.; *Pinaceae.*

Zilverden = *Abies pectinata* [LAM.] D. C.; *Pinaceae.*

STELLINGEN.

I

De motiveering van het, bij de Tweede Kamer ingediende wetsvoorstel, om de wet van 30 December 1905 (Ned. Stsbl. 373), houdende o.m. vaststelling der bijdragen aan het Weduwen- en Weezenfonds van Burgerlijke Ambtenaren in Nederlandsch Indië, buiten werking te stellen, geeft blijk van verkeerd inzicht.

(Zie de „Nieuwe Rotterdamsche Courant" van Dinsdag 3 October 1933 — Ochtendblad A, blz. 1. De bijdrage der Nederlandsch-Indische regeering aan genoemd fonds — of beter: de restitutie der door de Nederlandsch-Indische Regeering in den loop der jaren op indirecte wijze aan het fonds onttrokken gelden — bedraagt f 400.000.— per jaar.

De motiveering luidde:

„Ten aanzien van het onder sub. 2 genoemde wetsontwerp merkt de Minister op, dat de jaarlijksche bijdrage aan dit fonds bedraagt f 400.000,—, hetgeen indertijd was bepaald om het fonds in evenwicht te brengen. Veilig kan worden aangenomen dat, wanneer de thans in het fondsreglement voorgeschreven bijdragen der deelgenooten gehandhaafd blijven, het beoogde evenwicht zal zijn bereikt. Die wet heeft dus uitgewerkt, zoodat zij buiten werking kan worden gesteld.")

II

Het inzicht, dat men door een spilvormgetal ook den stamvorm zou kunnen vastleggen, zooals men dit in de literatuur over houtmeetkundige onderwerpen zeer vaak ontmoet, is onjuist.

III

Voor vele functies in Nederlandsch Indië, waarvoor afgestudeerden aan de Landbouwhoogeschool te Wageningen in aanmerking kunnen komen, is, voornamelijk voor een snelle en overzichtelijke verwerking van onderzoekgegevens en in het bijzonder van bedrijfsuitkomsten, naast de kennis der grondslagen van de hoogere wiskunde en der mathematische statistiek, de kennis van een doelmatig gebruik van rekenmachines, de voornaamste tabellenwerken, verschillende in den handel gebrachte grafiekpapieren en de voornaamste typen van nomogrammen zeer noodig.

IV

Voor de bevordering van den houtexport uit de Buitengewesten is aanmoediging van en steun aan de groot-exploitatie, en daarnaast organisatie van het klein- en middelbaar houtaankapbedrijf, noodzakelijk.

V

Bij de boschverpleging door middel van dunning moet met de concurrentie der ondergrondsche organen minstens evenzeer rekening gehouden worden als met die der bovengrondsche.

VI

De toepassing der methode van BRUCE [1]) bij de samenstelling van opbrengst- of opstandstafels is, hoewel als gevolg van deze methode — en dit in tegenstelling met de veelal in Europa heerschende opvatting — voor de diverse boniteiten de culminatietijdstippen van den gemiddeld en loopend jaarlijkschen bijgroei van verschillende opstandskenmerken gelijk zijn, in vele gevallen zeer wel te verdedigen.

VII

De, door HART [2]) gedefinieerde dunningsgraad geeft op zichzelf de sterkte der dunning niet aan. Overigens is het door HART gebezigde cijfer voor den dunningsgraad bruikbaar bij vergelijkende dunningsonderzoekingen, bij de opstellingswerkzaamheden voor een opbrengst- of opstandstafel, enz.

VIII

De, door vele vooraanstaande, boschbouwkundige onderzoekers (SCHOTTE e.a.) gestelde eisch, dat een goede opbrengst- of opstandstafel, voor opstanden van de afzonderlijke boniteiten bij een bepaalde cultuur- en verplegingsmethode, in cijfers een beeld moet geven van den gemiddelden ontwikkelingsgang van den aanleg af tot den eindkap is — voor de doeleinden, waarvoor zoo'n tafel meestal wordt gebezigd — geheel onjuist.

---

[1]) D. BRUCE, 1926, A method of preparing timber-yield tables, Journal of Agricultural Research, Vol. 32, p. 543–557, Washington, U.S.A.

L. H. REINEKE, 1927, A modification of Bruce's method of preparing timber-yield tables, Journal of Agricultural Research, Vol. 35, p. 843–855, Washington, U.S.A.

[2]) H. M. J. HART, 1928, Stamtal en dunning. Een oriënteerend onderzoek naar de beste plantwijdte en dunningswijze voor den djati, Wageningen.

IX

Het plantverband van 2 × 1 m, dat bij het Djatibedrijf op Java bij den aanleg van djati-plantsoenen is voorgeschreven, is voor gronden van gemiddelde en goede gesteldheid (Boniteit III en hooger) ongeschikt.

X

De omstandigheden in Nederland maken het noodzakelijk het boschonderzoek onder te brengen bij de Landbouwhoogeschool te Wageningen.

XI

Voor de bevordering van den rottan-export is een intensief onderzoek naar de eigenschappen van het product der verschillende, daarvoor in aanmerking komende soorten en naar de cultuurmogelijkheden van deze soorten, benevens de opstelling van tabellen voor de herkenning van het product en voor de determinatie van steriel herbariummateriaal, dringend noodig.

XII

Voor de uitvoering van verschillende, technische onderzoekwerkzaamheden is — in verband met de eigenschappen, welke noodig zijn om gedurende langen tijd met voldoende en vooral gelijkmatige nauwkeurigheid waarnemingen te verrichten — met voordeel en zelfs bij voorkeur gebruik te maken van Inheemsche werkkrachten.