CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

TECHNIEK NATUURLIJKE VERJONGING DROOGLANDBOS

(Onderzoekproject 67/9)

Samenvatting van resultaten tot 1975

N.R. de Graaf
J.M.P. Geerts

Landbouwhogeschool-Wageningen

maart 1976

Aanvullende opmerkingen

blz.

26 De bemonstering van "Akintosoela" in 1975 betreft een licht uitgekapt bos.

38 In Tabel 16 worden de behandelingscombinaties 20+3 en 40+3 vermeld. Deze combinaties worden (vooral voor de laagste diameterklassen) eigenlijk niet verantwoord geacht (zie blz. 17, Tabel 3). Ze geven echter wel een indruk van de optredende veranderingen in de s/d verdeling. In de plots met behandeling S_3 en S_5 zijn vrijwel alle waardebomen boven 5 cm dbh opgenomen, wat inhoudt dat voor de dikkere WHS de strookbreedte van 2-4 m niet aangehouden is. In de praktijk neigt men daar al snel toe wanneer de WHS schaars zijn en de opstand redelijk toegankelijk is geworden door het uitstel van de vrijstelling. M.a.w. vrijstelling in stroken is geen goed systeem bij extensieve behandelingen.

45 In Fig. 14 moet voor Periode II gelezen worden: Periode III.

Bijlage 9. (2e alinea) bemesting moet zijn: besmetting

(4e eis) doceren moet zijn: doseren

I N H O U D

blz.

1. Samenvatting 5
1. Summary 6
2. Voorwoord 7
3. Inleiding 8
4. Probleemstelling 10
5. Methodiek en uitvoering 11
   5.1. Aanleg van het proefperk Mapanebrug 11
   5.2. Metingen der bomen 11
   5.3. De Waardehoutsoorten 13
   5.4. Toegepaste houtteeltkundige behandelingen . . . 13
6. Resultaten 18
   6.1. Regenval, bodem en andere groeifactoren . . . 18
   6.2. Totaal grondvlak en zuiveringsgraad 21
   6.3. Stamtal/diameterklassenverdeling. 26
      6.3.1. Stamtal/diameterklassenverdelingen beoordeeld zonder verdere verwerking 26
      6.3.2. Stamtal/diameterklassenverdelingen beoordeeld na logarithmische transformatie 32
   6.4. Omtrekaanwas 41
   6.5. Mortaliteit 55
7. Conclusies en aanbevelingen 58
8. Literatuur 60

Bijlagen

1. SAMENVATTING

De bijgroei aan traditionele marktwaardige houtsoorten in het Surinaamse drooglandbos na de exploitatie volgens huidige maatstaven (1975) is zonder extra houtteeltkundige maatregelen niet voldoende om binnen 10 tot 20 jaar een tweede houtoogst te kunnen opleveren. Het reeds aangelegde stelsel van ontsluitingswegen kan niet betaald worden uit alleen de eerste houtoogst, en voorts zal de houtbehoefte in de toekomst zonder de inheemse zware en middelzware houtsoorten niet goed gedekt kunnen worden. Een van de methodem om een duurzame houtproduktie te verkrijgen is natuurlijke regeneratie van het bestaande drooglandbos. Om deze methode verder te onderzoeken is een aantal onderzoekprojecten opgezet door het CELOS, waarvan het hier besproken project 67/9 deel uitmaakt.

In dit onderzoek (project 67/9) wordt nagegaan hoe het aandeel van de waardevolle soorten in het drooglandbos opgevoerd kan worden door houtteeltkundige maatregelen. Hierbij spelen de kosten van die maatregelen, voornamelijk arbeid en chemicaliën, een belangrijke rol. De opzet van de proef heeft gerekend met een z.g. monocyclisch systeem, waarbij de houtoogst 60 tot 80 jaar na de aanvang van de maatregelen zou plaatsvinden. De verkregen gegevens van het onderzoek zijn echter ook bruikbaar voor een z.g. polycyclisch systeem, waarbij steeds met een tussenpoos van een of twee decennia de kaprijpe bomen geoogst worden.

De in project 67/9 toegepaste houtteeltkundige maatregelen zijn zuiveren en vervolgens vrijstellen. Beide maatregelen bedoelen de onderlinge concurrentie in het bos te verlichten. Bij de zuivering zijn twee gradaties toegepast, nl. zuivering met een ondergrens van 40 cm dbh en idem met een ondergrens van 20 cm dbh. Alle waardeloze houtsoorten boven genoemde ondergrenzen zijn met arboricide gedood, terwijl de waardevolle houtsoorten boven deze ondergrenzen ongemoeid zijn gelaten. Beneden de ondergrens wordt alles gespaard bij de zuivering. Tegelijk met de zuivering worden alle dikke lianen doorgekapt bij de grond. Na de zuivering is in diverse behandelingen in de beschreven proef een vrijstelling toegepast, te beginnen in het 3e, het 5e of het 8e jaar na de zuivering. Deze vrijstellingen worden volgens drie verschillende technieken uitgevoerd. Een van deze technieken, nl. vrijstelling van elke waardevolle boom met een dbh boven 5 cm, (code D), werd arbeidstechnisch het geschiktste bevonden. In de bespreking is echter vooral aandacht aan de groei en de mortaliteit gewijd, waarbij het onderscheid tussen de drie vrijstellingstechnieken van minder belang werd geacht. De metingen aan de bomen werden jaarlijks uitgevoerd. Bij alle te meten exemplaren was de plaats op de stam voor de omtrekmeting permanent gemarkeerd, en was een permanent boomnummer aangebracht.

Er is een aantal verwerkingen van de gevonden stamtal/diameterklassenverdelingen (s/d verdelingen) toegepast, en voorts zijn groeicurven opgemaakt voor 4 soorten (of groepen van soorten), en is daaruit een reeks doorlooptijden berekend per behandeling. Tenslotte is de mortaliteit berekend, waarover de cijfers echter niet erg betrouwbaar zijn vanwege de geringe oppervlakte welke de behandelingen beslaan (0,64 ha per plot). In de bijlagen worden nog enige resultaten van verwant onderzoek van het CELOS gegeven, o.a. omtrent de kosten van de teelt.

De resultaten van de verwerking der gegevens over de afgelopen 7 jaren wijzen op zeer duidelijke verschillen, veroorzaakt door de behandelingen. Vooral de omtrekaanwas der bomen reageert sterk en direct op de behandelingen, de s/d verdeling der bomen reageert trager op allerlei ingrepen. De groeisnelheid blijkt niet alleen van de soort en de afmeting der bomen afhankelijk te zijn, maar ook verband te hebben met de sterkte van de onderlinge concurrentie in het bos, hier uitgedrukt

in grondvlakcijfers. De beste groeiresultaten gaf een behandeling met een zuivering met 20 cm dbh als ondergrens, na 3 jaar gevolgd door een eerste vrijstelling liefst volgens de techniek waarbij alle waardevolle individuen boven 5 cm dbh worden vrijgesteld. De vrijstelling werd in de proef herhaald op het 5e en het 8e jaar. Een uitstel van de eerste vrijstelling tot het 5e jaar na zuivering lijkt echter eveneens goede resultaten te geven, en de geprefereerde vrijstellingstechniek bergt goede mogelijkheden tot rationalisatie van de arbeid in zich.

1. SUMMARY

The volume increment of traditionally accepted timber species in the Surinam mesophytic forest is but slow when no silvicultural measures are taken after the customary exploitation of some 5 to 8 stems per hectare. Consequently no second timber harvest of the same species may be expected within one or two decades. As the cost of roadbuilding for extraction of timber cannot be paid by far from timber revenues, and as the future need for (heavy) timber cannot be satisfied only by timber from softwood plantations, some measures for regeneration of timber stands are needed.

In the CELOS research project 67/9 a number of measures to stimulate the regeneration and growth of useful species in the mesophytic forest in Surinam is investigated. Cost of labour and arboricide needed are of paramount importance for the remunerativeness of the silvicultural system sought for, second only to timber production per hectare per year of the treated stand. Project 67/9 was set up with a monocyclic felling system in the mind, with a rotation of 60 to 80 years. Results gathered about growth rate and costs in project 67/9, however, are also serviceable for planning of a polycyclic system (with cutting intervals of 15 to 30 years).

The silvicultural measures applied in project 67/9 are refining and liberation, both meant to alleviate competition in the stand. Refining is done in two degrees, respectively with a lower limit of 20 cm diameter at breast height, and of 40 cm diameter at breast height. All worthless trees above these limits are killed with arboricide (Esteron 2,4,5T, 5% solution in dieseloil). All trees below said limits are not treated, and trees of valuable species above said limits are spared when not essentially defective. At the same occasion all big climbers in the stand are cutlassed. Refinement is followed by first liberation after 3, 5 or 8 years, according to planned treatment. Three techniques of liberation are tried, and one of these, namely liberation of all valuable well-shaped trees above 5 cm diameter at breast height, appears to be the best way to alleviate competition with least cost. This technique is open to further rationalisation and reduction of cost. More attention, however, is paid in this report to stem diameter distributions, growth rates and mortality following specified silvicultural treatment. Measurements of trees were done annually by girthing over paintmarks on permanently numbered trees. Overall measuring of height was considered impracticable.

The stem diameter distribution in the measured treatments in successive years are presented in this report in two different ways, and furthermore diameter/girth increment curves per treatment have been constructed for a number of frequently occurring species. Mortality rates were calculated, but reliability of these is esteemed low, because of the small numbers involved, and the limited area of treatments (0,64 ha per plot). In the appendices of the report results are given of

research tied up with project 67/9, e.g. about the cost of the silvicultural measures (refining, liberation).

Results of the trial in project 67/9 indicate clearly some effects following the treatment. Especially girth increment is reacting strong and rapidly on treatment. Changes in stem diameter distributions are slow, as might be expected. Girth increment reactions on treatment not only depend on timber species and diameter ("size") of the tree, but also on the level of competition maintained in the stand, typified here by total basal area of all tree species together. For best increment on all valuable species (trees, poles and saplings) a refinement with 20 cm dbh lower poisoning limit, and first liberation 3 years afterwards, appeared to be the preferred treatment. Liberation has to be repeated after some years. From allied research (CELOS project 65/3) it is concluded that postponement of first liberation until the fourth or fifth year after refinement is well possible, without losses of increment and of numbers of saplings. Second liberation might be needed after another 4 years or more.

2. VOORWOORD

Het hier besproken onderzoek (project 67/9), in 1967 opgezet door Dr. Boerboom, heeft een looptijd van minstens 10 tot 15 jaar, en daarvan zijn nu 7 jaar verstreken. Ofschoon de resultaten zich op dit tijdstip nog niet ten volle kunnen aftekenen, leek het de auteurs dienstig om reeds nu enige bewerking van de verzamelde gegevens toe te passen. Daarover zou dan in een meer omvattende vorm gerapporteerd moeten worden dan tot nu toe gebruikelijk was in de CELOS rapporten over project 67/9.

De tweede auteur, J.M.P. Geerts, heeft de bewerkingen van de verzamelde meetgegevens uitgevoerd met de computer, en een aandeel geleverd aan de gedachtengang in hoofdstuk 6.3.2. De eerste auteur is verantwoordelijk voor het overige deel van het rapport. Om wat visie te krijgen op de ontwikkelingen in de proef zijn in het rapport hier en daar gedachtenlijnen getrokken die doorlopen tot buiten het gezichtsveld van de proef. Echter, een verslaggeving die zich beperkt tot het noemen van de cijfers en de strikt daaruitvolgende conclusies, leek de schrijvers niet voldoende houvast te bieden aan de lezer om een goed begrip van de problematiek te verkrijgen.

Het is ons een genoegen om hier allen te danken die duidelijk bijgedragen hebben aan het onderzoek. Dat zijn bijvoorbeeld de bosbouwstudenten van het CELOS, die de moeilijke opnamen te velde hebben gedaan, en met hun rapporten bijdroegen tot de meningsvorming. Dat is dan verder het personeel van het CELOS, en het personeel van de Dienst Landsbosbeheer, en de staf van die Dienst, die de nodige hulp gaven. De persoon van de heer H. Jubitana wil ik apart vermelden, wegens zijn toewijding aan het veldwerk, en zijn goede oplossingen voor problemen bij het werk.

3. INLEIDING

Het hier beschreven onderzoek richt zich op het z.g. mesofytische bos in Suriname, ook wel drooglandbos genoemd. Dit bostype is in Suriname het meest verbreide van de daar voorkomende typen, en het levert het meeste waardevolle hout. Ook is het waarschijnlijk de vegetatie die tot de hoogste houtproduktie te lande (van alle natuurlijke vegetatietypen) in staat is, al of niet aan waardevol geachte soorten.

De hier volgende beschrijving is ontleend aan BOERBOOM (1965).

"Het Surinaamse mesofytische bos moet gerekend worden tot het tropisch regenwoud sensu Richards. Van de meest typische vorm van dit bostype wijkt het af o.m. door het periodiek kaal staan van een aantal boomsoorten. Deze omstandigheid hangt samen met de jaarlijkse verdeling van de neerslag (voorkomen van een uitgesproken droog seizoen).

Onder mesofytisch bos wordt verstaan het opgaande bos voorkomend op overwegend goed vochthoudende, matig tot goed geaëreerde, zandige leem- tot zandige kleigronden, meestal van residuaire aard. Het mesofytische bos ondervindt nooit wateroverlast, het vocht treedt tijdens droge perioden waarschijnlijk niet of nauwelijks in het minimum. De rijkdom aan houtige soorten is zeer groot. Karakteristieke elementen vormen naast de epifyten de kruidachtige en houtige lianen - de laatste reikend tot in de hoge boometage - en de wurgers (Ficus en Clusia). Onder de grote bomen treft men een niet onbeduidend aantal aan met grote plankwortels; enkele soorten ontwikkelen steltwortels. Stammen zijn merendeels cylindrisch, zuilvormig, en bezitten meestal een gladde bast. Maar ook diep longitudinaal gegroefde stammen treft men aan, als samengesteld uit een bundel onderling vergroeide lianen, stammen met spleten en holen, en geperforeerde stammen. Verscheidenheid en vormenrijkdom zijn overstelpend.

Bij enige schematisering en een redelijke dosis goede wil is het mogelijk binnen het Surinaamse mesofytische bos een 5-tal etages te onderscheiden.

1. Hoge boometage, reikend tot 40 à 45 m. De componenten vormen geen gesloten kronendak, en afzonderlijke individuen (Eng.: "Emergents") steken geïsoleerd boven de tweede etage uit.
2. Middelste boometage, een gesloten kronendak vormend op ca. 20-30 m.
3. Lage boometage, opnieuw min of meer open, kronen nemen hoogten in van ca. 8-18 m.
4. Houtige ondergroei (struiketage, vaak als palmetage), 2-6 m hoog; soms min of meer open, wanneer ontwikkeld als palmetage (Astrocaryum spp.) een vrij dichte vegetatielaag vormend.
5. Kruidlaag, lager dan 1 m, samengesteld uit enkele half houtige gewassen, breedbladige bosgrassen en voorts overwegend kiemplanten der soorten uit de vorige etages. Meestal zeer open, onder een gesloten palmlaag vrijwel ontbrekend, echter plaatselijk en tijdelijk (nl. onder een moederboom na een zaadjaar) dicht.

De grenzen tussen de etages onderling zijn in een concreet geval als regel onduidelijk en zeer arbitrair; uitzonderingen hierop bij de aanwezigheid van een palmetage als sub 4 of bij lokale natuurlijke verjonging.

Hoewel van een sterke onderlinge menging der soorten sprake is, blijkt het bos over geringe afstand toch geenszins homogeen. Voor een aanzienlijk aantal boomsoorten valt een duidelijke neiging tot groepsvorming ("klontering", "gezelligheid") te bespeuren, soms verklaarbaar uit historische gronden of uit de geringe dispersiemogelijkheden van de betrokken diasporen, soms waarschijnlijk samenhangend met een edafische factor (SCHULZ, 1960). Absolute dominanten (bedekking > 50%) treden in de boometages van het mesofytische bos echter slechts sporadisch op

(bij Vouacapoua kan men dit verschijnsel waarnemen). Regelmatiger komt het voor in overgangen naar bos op meer extreme standplaats, hetzij in xeromorfe, hetzij in hygromorfe richting (bijv. t.a.v. Eperua en Mora sp.).

Fysiognomisch en structureel wijkt het mesofytische bos van plaats tot plaats weinig af. Naar floristische samenstelling daarentegen kunnen de verschillen aanzienlijk zijn. Vrijwel steeds nemen de volgende families echter een min of meer belangrijke positie in de diverse boometages in: Papilionaceae, Lecythidaceae, Rosaceae, Mimosaceae, Burseraceae, Sapotaceae, Lauraceae, Meliaceae en Vochysiaceae. De rol die diverse soorten en geslachten daarbij spelen loopt regionaal sterk uiteen. Vgl. SCHULZ (1960). De grootste verschillen treden daarbij niet op in de richting waarin de topografie van het terrein de sterkste gradiënt vertoont (N-Z), doch loodrecht daarop: W-O. Een indeling binnen het Surinaamse mesofytische bos is, door de complicaties van dat werk, nog niet gemaakt."

In Suriname is de exploitatie van het mesofytische bos in volle gang. De uit dit bos verkregen waardevolle houtsoorten vindt men in Tabel 1 opgesomd, waarbij de laaglandbaboen (LBA), die voornamelijk in zwamphos voorkomt, niet gerekend moet worden tot deze groep. Het beschikbare exploiteerbare areaal bos wordt bepaald door de toegankelijkheid, i.e. de mogelijkheid om voor een verantwoorde prijs het hout te oogsten en te transporteren (prijs op stam ± Sf. 10 à 15 per m^3, en in de stad ± Sf. 50 per m^3). Van dit areaal is reeds een aanzienlijk deel uitgekapt. Bij deze uitkap worden slechts 5-10 stammen boven 45 cm dbh geveld per hectare, wat dus een tamelijk lichte ingreep betekent. Uit metingen blijkt dat de groei van de overblijvende bomen door deze lichte uitkap niet veel versneld wordt, omdat de onderlinge concurrentie nauwelijks is verminderd. Bij uitblijven van concurrentieverlichtende houtteeltkundige maatregelen is er weinig bijgroei te verwachten aan de nog niet kapbare exemplaren van waardevolle soorten. Van een tweede vergelijkbare oogst na enige decennia (15 tot 25 jaar) kan geen sprake zijn, en de ontsluitingskosten (wegenaanleg) worden niet vergoed door deze eenmalige lichte uitkap.

Men kan proberen alsnog de minder gewaardeerde houtsoorten in het afgeoogste areaal uit te kappen en op de markt te brengen. Men kan ook proberen het uitgekapte bos met een houtteeltkundig en economisch verantwoorde methode tot een hogere produktie aan traditionele waardehoutsoorten te brengen. De mogelijkheid van kunstmatige verjonging der inheemse soorten is, naast aanplanten van uitheemse soorten, in Suriname reeds ten dele onderzocht door de Dienst 's Lands Bosbeheer, en vaak met veel succes. Er wordt hier verder niet over gesproken. Bij kunstmatige verjonging voldoen slechts enkele snelgroeiende lichte houtsoorten aan de gestelde eisen, en de middelzware en zware constructiehoutsoorten laten zich beter verjongen via natuurlijke regeneratie. Het in dit rapport beschreven onderzoek betreft de laatstgenoemde methode, die der natuurlijke verjonging.

4. PROBLEEMSTELLING

De mogelijkheden om het aandeel aan waardevolle soorten in het drooglandbos te verhogen door natuurlijke verjonging, d.w.z. met uitsluitend gebruik maken van aanwezige en zich van nature vestigende verjonging, worden reeds sinds 1955 onderzocht. Op pogingen daartoe vóór die tijd wordt hier niet ingegaan. Belangrijke aanleidingen tot dit onderzoek waren:

1. De zware en middelzware waardehoutsoorten zijn in het drooglandbos over het algemeen vertegenwoordigd volgens een positieve stamtal/diameterklassenverdeling met een vrij regelmatig verloop.
2. De groei van kiemplanten, staken en bomen der waardehoutsoorten reageert zeer gunstig op verlichting van de concurrentie door middel van zuivering en vrijstelling.
3. Er is een vrij eenvoudige methode om zelfs dikke bomen op te ruimen zonder te vellen, waarbij de schade aan de rest van de vegetatie relatief gering is. Deze methode maakt gebruik van arboriciden.

In de eerste jaren na 1955 werd reeds gebruik gemaakt van arboriciden met een plantenhormoon als werkzame stof. Het meest gebruikt werden derivaten van 2, 4, 5 trichloorphenoxy-azijnzuur, in 5 of 2½% oplossingen in dieselolie. Dit middel wordt nog steeds als het voor bomen meest werkzame arboricide beschouwd.*) De bedoeling van de eerste werkzaamheden in een te behandelen bosperceel, de z.g. "zuivering", was het opruimen van de grote waardeloze bomen. Een vrij beperkt aantal soorten werd als waardevol beschouwd. Om de geringe hoeveelheid waardevolle verjonging, meestal klein van formaat, een goede stimulans in de groei te geven, werd vrij sterk gezuiverd, met een ondergrens van 5 à 10 (soms 20) cm dbh voor de waardeloze soorten. Het gevolg was een zeer sterke groei van de overblijvende vegetatie, waarbij helaas vooral lianen en waardeloze secundaire houtsoorten de overhand kregen. Herhaaldelijk vrijstellen van kleinere waardevolle bomen en kiemplanten bleek gedurende de eerste 5 jaar na zuivering absoluut noodzakelijk. Dit was kostbaar, ook omdat men een monocyclisch teeltsysteem voor ogen had, met een 60-80 jarige omloop, (geënt op het "Malayan Uniform System"), zodat de kosten van de eerste maatregelen zeer lang rente moesten dragen.

Uit het onderzoek bleek dat de wat grotere exemplaren van de waardehoutsoorten (staken en jonge bomen) minder hulp nodig hadden dan de kleinere planten, en wel enig uitstel van vrijstelling verdroegen. Voorts bleek dat de verwildering, en dus de noodzaak van vrijstellingen, minder groot was na een lichtere zuivering. Beide aspecten gaven kansen op belangrijke besparingen. Om hier meer van te weten te komen zijn door BOERBOOM (1967) de twee onderzoekprojecten van het CELOS aangaande de natuurlijke regeneratie van het drooglandbos opgezet. Het ene, project 65/3, "Groei en mortaliteit der waardehoutsoorten in geëxploiteerd en natuurlijk verjongd drooglandbos", tracht de effecten van meer of minder vrijstellen na te gaan voor de waardevolle verjonging en voor de vegetatie als geheel. De proef geeft een reeks van 6 behandelingen te zien, van intensief vrijstellen via extensief vrijstellen naar nimmer vrijstellen na zuivering. Het andere project, 67/9, "Techniek natuurlijke verjonging van drooglandbos" is het onderwerp van dit rapport. Dit project beoogt het vinden van een practisch bruikbare en betaalbare methode om het aandeel

*) Schadelijke nevenverwerkingen op de fauna zijn hoofdzakelijk afkomstig van technische verontreinigingen (dioxine) van het ruwe handelsprodukt.

waardehoutsoorten na de eerste uitkap weer op voldoende niveau te brengen, zodat een rendabele en permanente cultuur kan plaatsvinden. Er wordt een aantal verschillende technieken getest, waarbij ook de vrijstelling op verschillende tijdstippen na zuivering plaatsvindt. Voor een uitgebreide omschrijving van de behandelingen wordt verwezen naar hfdst. 5.4. Het proefperk van project 67/9 wordt aangeduid als "Mapanebrug".

5. METHODIEK EN UITVOERING

5.1. AANLEG VAN HET PROEFPERK MAPANEBRUG

Voor het aanleggen van een proefperk waarin verschillende behandelingen naast elkaar op redelijk grote proefplots konden worden toegepast, werd gezocht naar een perceel bos dat:

a. minstens een proefperk van 500 x 500 m^2 kon bevatten, met voldoende isolatie naar alle zijden i.v.m. verstoringen,
b. een goede homogene bezetting met waardevolle natuurlijke verjonging had.

Een dergelijk perceel werd in 1967, na bemonsteringen, gevonden te "Mapanebrug", in een stuk bos dat in 1964 was geëxploiteerd. Uit de bemonstering bleek dat van de waardehoutsoorten vooral rode salie (SAL, zie Tabel 1) en voorts krappa (KRA) en hooglandbaboen (HBA) vertegenwoordigd waren. De exploitatie was vooral gericht op HBA, WAN, KOP en BAS, en werd slordig en in zeer lichte vorm uitgevoerd (33 stammen op 25 ha). In 1968 werden illegaal nog 34 bomen van de soort manbarklak (Lecythidaceae) uitgekapt in het proefperk.

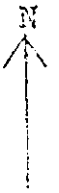
Als afmeting voor de behandelingsplots werd 100 x 100 m^2 gekozen, met daarbinnen een meetplot van 80 x 80 m^2. Op de hoeken der plots werden plastic buizen van $\pm$ 1,30 m lengte in de grond gezet als markering. De 100 x 100 m^2 plots grenzen onmiddellijk aan elkaar, het totale oppervlak van de proef beslaat dus 25 hectare. Zie voorts Fig. 1, een plattegrond van het proefperk.

Enkele maanden na het vastleggen der grenzen en het markeren der waardebomen werden de gekozen zuiveringen toegepast. Zie daarvoor Tabel 2, en hoofdstuk 5.4.

5.2. METINGEN DER BOMEN

Bij de jaarlijkse opnamen van de proefperken is van elke te meten boom steeds de omtrek in millimeters gemeten, met een stalen meetband, over een permanent aangebrachte rode verfstreep. Bij voorkeur is deze verfstreep op borsthoogte aangebracht, behalve wanneer plankwortels etc. dit onmogelijk maakten. Alvorens de permanente verfstreep aangebracht kon worden was het veelal nodig de boom ter plaatse te ontdoen van begroeiingen. De meetbomen zijn permanent genummerd. Uiteraard wordt per boom de soort genoteerd, en voorts elk jaar de boom beschreven als goed gevormd, matig goed gevormd of slecht gevormd, waarbij eventueel details worden genoteerd. Hoogtemetingen zijn in de meestal dichte vegetatie zeer moeilijk uitvoerbaar, zodat daarvan afgezien is. Als enig kenmerk voor de groei is dus de omtrekaanwas bekend, maar dan ook vrij nauwkeurig. Deze omtrekaanwas is berekend voor bomen zonder duidelijke gebreken door voor een 2 of 3 jaar lange periode (24 of 36 maanden) het verschil in gemeten omtrek te bepalen (zie Tabel 4). De

Fig. 1. Overzicht der behandelingen (in code) zoals toegepast in project 67/9. ("Mapanebrug")



1 0	2 20/A3	3 40/0	4 V	5 20/S3
6 V	7 40/A8	8 0	9 20/D3	10 40/D5
11 20/D5	12 V	13 40/D3	14 20/A8	15 0
16 20/S5	17 0	18 40/A3	19 20/0	20 20/A5
21 40/A5	22 20/D8	23 40/D8	24 0	25 V

lijn 20

schaal 1 : 4000

omtrekaanwas wordt toegedeeld aan de diameterklasse waarbinnen de boom zich bevond bij de eerste opname in de betreffende periode. Het rekenwerk is grotendeels met een computer gedaan. De langere duur van periode I heeft enige gevolgen voor de klassenindeling der bomen, maar de fout die hierdoor ontstaat is onbelangrijk vergeleken bij andere, niet te vermijden, foutenbronnen.

5.3. DE WAARDEHOUTSOORTEN

De waardehoutsoorten (WHS) van Suriname staan in Tabel 1 opgesomd, met daarbij het jaartal van het tijdstip waarop zij geaccepteerd werden als waardesoort. Als nieuwe waardesoorten zijn in dit rapport de soorten gerekend die **na 1966 pas geaccepteerd werden** (PEP, WIS, OKR, WAK, HTI, GTI, ATI, TIS en GOE). Deze toevoeging van nieuwe soorten geeft enige complicaties bij de beoordeling van de houtteeltkundige behandelingen in de proef, omdat deze nieuwe soorten vóór hun acceptatie veelal als ongewenste concurrenten opgeruimd werden, vooral in de hogere diameterklassen. Hun stamtal/diameterklasseverdeling is dus meestal afwijkend van normaal. Voor de beoordeling van het effect van de behandelingen in de proef wordt voornamelijk gelet op de ontwikkelingen bij de groep WHS van vóór 1966, de zg. "WHS 66". De oude en nieuwe waardesoorten samen worden aangeduid als "WHS 70". Met de uitdrukking "alle soorten" wordt bedoeld: waardevolle en waardeloze soorten tezamen.

5.4. TOEGEPASTE HOUTTEELTKUNDIGE BEHANDELINGEN

In Tabel 2 worden de behandelingen opgesomd welke in "Mapanebrug" worden toegepast. Behandeling 0 is licht geëxploiteerd bos, waaruit slechts enkele (5, soms 10) stammen per hectare zijn weggehaald, en waarin verder geen behandeling is toegepast. Zuivering vanaf 40 cm en 20 cm betekent dat alle waardeloze soorten boven de genoemde diameters vergiftigd werden in het eerste jaar van de proef. Afgezien van vergissingen en niet goed dood te krijgen soorten, blijven boven de zuiveringsdiametergrens alleen WHS over.

Enkele jaren na de zuivering kan een zg. vrijstelling worden toegepast, waarbij de bomen min of meer individueel bevrijd worden van concurrentie, door het kappen van lianen en het doden van concurrerende bomen. Deze vrijstelling kan op verschillende manieren gebeuren. In "Mapanebrug" worden 3 technieken toegepast, te weten:

1. Vrijstelling van het meestbelovende individu per oppervlakte-eenheid (5 x 5 m^2), met een minimumafmeting voor de vrij te stellen boom van 2 cm dbh (code A).
2. Vrijstelling van alle goed gevormde individuen boven een bepaalde afmeting, hier 3-5 cm dbh (code D) of 15 cm (code V). Bij vrijstelling volgens code V wordt niet gezuiverd tevoren.
3. Vrijstelling van alle individuen van waardesoorten binnen een 2-4 m brede Oost-West lopende strook, waarbij de stroken op 12½ m (hart-) afstand van elkaar lopen (code S).

Het tijdstip van de eerste vrijstelling is voor de verschillende behandelingen vastgesteld op 3, 5, resp. 8 jaar na de zuivering.

Tabel 1. Lijst en codering van waardehoutsoorten, 1975

Letter-code	Soort	Wetenschappelijke naam	
HBA	Baboen, hoogland	*Virola melinonii*	WHS 66
LBA	Baboen, laagland	*V. surinamensis*	
BAS	Basralokus	*Dicorynia guianensis*	
BOL	Bolletrie	*Manilkara bidentata*	
BRU	Bruinhart	*Vouacapoua americana*	
CED	Ceder	*Cedrela odorata*	
GRO	Groenhart	*Tabebuia serratifolia*	
RKA	Kabbes, rode	*Andira* spp.	
ZKA	Kabbes, zwarte	*Diplotropis purpurea*	
KAN	Kaneelhart	*Licaria cayennensis*	
KOP	Kopi	*Goupia glabra*	
LET	Letterhout	*Piratinera* spp.	
RLO	Lokus, rode	*Hymenaea courbaril*	
WAP	Pisi, wana	*Ocotea* sp.	
WIP	Pisi, witte	*O. petalanthera* (+ div. spp.)	
ZPG	Pisi, zw. grootbl.	*Nectandra grandis*	
ZPK	Pisi, zw. kleinbl.	*Ocotea glomerata*	
PRI	Pritijari	*Fagara pentandra*	
SAT	Satijnhout	*Brosimumparaënse*	
SLA	Slangenhout	*Loxopterygium sagotii*	
SOE	Soemaroeba	*Simarouba amara*	
WAN	Wana	*Ocotea rubra*	
BGR	Gronfolo, bergi	*Qualea rosea*	
HGR	Gronfolo, hoogland	*Q. albiflora*	
KAS	Kasavehout	*Didymopanax morototoni*	
KRA	Krapa	*Carapa procera*	
MOR	Morototo	*Schefflera paraënsis*	
SAL	Sali, rode	*Tetragastris altissima*	
LGR	Gronfolo, laagland	*Qualea coerulea*	
PEP	Pisi, pegrekoe	*Xylopia* spp. (sinds 1967)	WHS 70
WIS	Kwari 'wiswis'	*Vochysia guianensis* (sinds 1967)	
OKR	Okerhout	*Sterculia* spp. (sinds 1968)	
WAK	Wanakwari	*Vochysia tomentosa* (sinds 1969)	
HTI	Tingimoni, harde bast	*Protium neglectum* (sinds 1969)	
GTI	Tingimoni, grootbl.	*P. insigne* (?) (sinds 1969)	
ATI	Ajawatingimoni	*Trattinickia burserifolia* en/of *rhoifolia* (sinds 1969)	
TIS	Tingimonisali	*Tetragastris hostmannii* (sinds 1969)	
GOE	Goebaja	*Jacaranda copaia* (sinds 1969)	

De drie behandelingstechnieken zijn gekozen om een vergelijking te kunnen maken tussen de reeds beter bekende "oude" techniek van vrijstelling in stroken (code S) en twee "nieuwe" technieken, die de verjonging over de gehele oppervlakte van het perceel bos vrijstellen (code A en D). De zuivering met diametergrens 40 cm (code: 40) is een vrij lichte ingreep, en reduceert het totaal grondvlak niet zo sterk als de zuivering met diametergrens 20 cm (code: 20). (Voor deze grondvlakreductie, zie hfdst. 6.2.) Zuivering 20 is reeds veel minder sterk dan de vóór 1965 veelal toegepaste zuiveringen, met een ondergrens van 10 à 5 cm. Te "Mapanebrug" is door deze twee relatief lichte zuiveringsgraden bij de zuivering een goed deel van de boomvegetatie behouden gebleven, zodat de schok voor de restvegetatie niet zo groot was als bij vroegere zuiveringssystemen.

Een probleem is het handhaven van het verschil in zuiveringsgraad bij het vrijstellen naderhand. In de loop van de proef is aanvankelijk getracht het onderscheid tussen de twee zuiveringsgraden te behouden door niet zozeer de dikke bomen te vergiftigen bij het vrijstellen. Anders zou immers in feite een z.g. nazuivering zijn gepleegd. De concurrentieverhoudingen zullen waarschijnlijk dus ook na vrijstelling per zuiveringsgraad verschillen, en aangenomen wordt dat behandeling 40 (+ evt. vrijstellen) een idee geeft van de gang van zaken in een verder gevorderde cultuur, zo men tenminste de waardeloze dikkere bomen als substituut voor WHS van dezelfde afmetingen wil zien.

Overigens is het in de praktijk niet altijd gelukt om in een behandelingsplot het beoogde doel te bereiken. Hier en daar zijn vrij grote gaten geslagen in de bosvegetatie, door gezamenlijk omvallen van grote bomen. Wanneer dit soort gaten breder is dan de hoogte van de omringende vegetatie dan treedt meestal lianenverwildering op. Dat remt sterk de verjonging met WHS ter plaatse. Dientengevolge kan aan de verkregen aantallen WHS per hectare geen absolute waarde worden gehecht voor de beoordeling van de resultaten in de proef maar moeten aspecten als groeisnelheid en mortaliteit daarbij betrokken worden.

Bij de bepaling van de tijdstippen waarop in de proef de eerste vrijstelling gegeven zou worden, is vooral in aanmerking genomen dat de toegankelijkheid van de gezuiverde opstand pas weer redelijk is wanneer zich een stakenbosje heeft ontwikkeld uit de ondergroei, wat zo'n 5 à 10 jaar vergt. De tijdstippen van vrijstelling kunnen worden vergeleken met die in project 65/3.

Het vergiftigen der bomen gebeurt door rondom licht inkappen van de stam vlak bij de grond, en het opspuiten van een 5% of 2½% mengsel van het arboricide Esteron 2,4,5,T met dieselolie, over een handbreedte boven de kapsneden. Men moet hierbij niet al te zuinig zijn met het arboricidemengsel. Het werkzame bestanddeel van Esteron is 2,4,5, trichloorfenoxyazijnzuur, een synthetisch groeihormoon voor planten.

Men kan de gang van zaken bij het omvormen van uitgekapt drooglandbos tot een opstand met een groot aandeel WHS onderverdelen in drie fasen:

I. De rekruteringsfase, van 0 tot 10 jaar na zuivering (of later). In deze periode treedt een hoge mortaliteit op, ook aan reeds grotere verjonging zoals staken en bomen, door het vele vallende dode hout van vergiftigde waardeloze bomen. De overlevende vegetatie moet zich aanpassen aan de sterk veranderde lichtcondities en de veranderde concurrentiepositie. Het aandeel der waardeloze soorten in de vegetatie is nog zeer groot, en de WHS moeten door vrijstellingen geholpen worden om een minimum aan geslaagde verjonging te verkrijgen. Dat minimum aan WHS, aan het einde van de rekruteringsfase, zou men kunnen stellen op 150 goedgevormde en goedgroeiende staken en bomen dikker dan 5 cm dbh, met een redelijke verspreiding over de oppervlakte.

Tabel 2. Toegepaste behandelingen in project 67/9

plot no.	code	zuivering (in jaar 0)	vrijstelling	
			wijze	tijdstip in jaar (vanaf 0)
1,8,15,17,24	0	-	-	-
3	40+0	vanaf 40 cm	-	-
18	40+A3	id.	naar opp. eenheid	3,5,8
21	40+A5	id.	id.	5,8
7	40+A8	id.	id.	8
13	40+D3	id.	naar diameterlimiet (3-5 cm)	3,5,8
10	40+D5	id.	id.	5,8
23	40+D8	id.	id.	8
19	20+0	vanaf 20 cm	-	-
2	20+A3	id.	naar opp. eenheid	3,5,8
20	20+A5	id.	id.	5,8
14	20+A8	id.	id.	8
5	20+D3	id.	naar diameterlimiet (3-5 cm)	3,5,8
16	20+D5	id.	id.	5,8
9	20+D8	id.	id.	8
11	20+S3	id.	in stroken	3,5,8
22	20+S5	id.	id.	5,8
4,6,12,25	V	-	individueel vanaf limiet 15 cm dbh	0 (eerste jaar)

II. De vulhout- en opleidingsfase, van 10 tot ± 25 jaar, naar gelang het einde van fase I. Nadat geconstateerd is dat fase I achter de rug is, wordt de aandacht gericht op het vergroten van het grondvlak aan WHS in het min of meer gesloten bos dat zich in fase I ontwikkeld heeft. Aanvulling der aantallen WHS is niet meer zo nodig, en de voornaamste zorg is de concurrentie enerzijds voor de WHS laag te houden en anderzijds de verwildering geen kans te geven. Men roeit dan ook niet alle waardeloze staken en bomen direct uit, maar houdt vulhout aan, en bewaart daarmee de sluiting van de opstand. In fase II wordt aandacht geschonken aan aspecten als stamreiniging en eventueel reeds dunning. Dat laatste is echter vooral voorbehouden aan de derde fase.

III. De dunningsfase, 20 à 25 jaar na zuivering (of zelfs eerder) tot oogst. Wanneer reductie van het aandeel der waardeloze soorten in de opstand niet meer goed mogelijk is, en er dus in de WHS zelf zal moeten worden gedund om de concurrentie wat omlaag te brengen, dan treedt fase III in. Het is mogelijk dat tegen dat tijdstip reeds een productieve dunning kan worden gedaan, b.v. van enkele blokken licht schilhout of zelfs zaaghout. Het is wat de dunning aangaat waarschijnlijk gewenst niet zozeer op de plaats van de boom in de opstand te letten als wel op de stamvorm.

Het onderzoek in project 67/9 te Mapanebrug houdt zich in eerste instantie bezig met fase I en de overgang naar fase II. In Tabel 3 zijn enkele combinaties weergegeven van behandelingen die tot 1975 toe gelijk waren, of dat in bepaalde opzichten waren. Dit combineren is gebeurd om bij de bewerking der resultaten wat groter aantallen waarnemingen per behandeling te verkrijgen. Aangaande de behandelingencombinaties 40+0 en 20+0 is er geen probleem, maar bij de reeds vrijgestelde behandelingsplots leek het slechts voor de omtrekgroeimetingen (hfdst. 6.4) verantwoord om combinatie toe te passen bij de 3 technieken van vrijstellen (codes S, A en D). Voor de stamtal/diameterklassenverdelingen (hfdst. 6.3) leek het niet verantwoord om de drie vrijstellingstechnieken over één kam te scheren. Er zijn daarbij te veel verschillen, o.a. aangaande de minimumgrootte voor vrijstelling, en de omrekeningsfactor voor de behandelde oppervlakte, speciaal bij code S. Het effect van vrijstellen volgens code S, code A of D wordt bij bomen boven 5 cm dbh niet voldoende verschillend geacht om uitsplitsen van de resultaten van omtrekgroeimetingen te rechtvaardigen.

Tabel 3. Besproken combinaties van behandelingen te Mapanebrug

behandelingscombinatie (code)	behandelingscode	aantal plots
0	0	5
40+0	40+0, 40+A8, 40+D8	3
20+0	20+0, 20+A8, 20+D8	3
40+3	40+A3, 40+D3	2
20+3	20+A3, 20+D3, 20+S3	3
V	V	4
40+5	40+A5, 40+D5	2
20+5	20+A5, 20+D5, 20+S5	3
		25

Tabel 4. Lijst van opnamedata van het proefperk "Mapanebrug"

opnamedatum	periode	lengte in jaren
juni 1967	I	3
juni 1968		
juni 1969		
juli 1970	II	2
september 1971		
juli 1972	III	2
augustus 1973		
juli 1974		

6. RESULTATEN

6.1. REGENVAL, BODEM, EN ANDERE GROEIFACTOREN

In Tabel 5 zijn de maandtotalen van de regenval te Kamp 8 weergegeven, voor de jaren 1966 t/m 1974 (het laatste jaar slechts gedeeltelijk). Kamp 8 is op ± 15 km afstand van Mapanebrug gelegen. In het jaar 1973 ontbreekt de waarneming voor september, de tussen haakjes geplaatste waarneming (200) is een aanname via gegevens van andere locaties in Suriname. September is meestal nogal droog, maar in 1973 kennelijk niet.

Over de 3 meetperioden (I, II en III, zie Tabel 4) blijkt wel wat afwisseling in regenval voor te komen blijkens Tabel 5. Als aangenomen wordt dat een regenval van minder dan 60 mm per maand een droge maand betekent, dan telt periode I (1967-'70) over 3 jaar (1 + 0 + 3 =) 4 droge maanden, waarbij dan in '69/'70 een zeer droge periode optrad. Periode II ('70-'72) telt in twee jaar (0 + 1 +) 1 droge maand, en periode III ('72-'74) telt in 2 jaar (1 + 0 =) 1 droge maand. Dit rekenen met droge maanden is een weinig nauwkeurige methode, beter zou het zijn om steeds de perioden te kennen waarin zo weinig regen viel dat de bosbodem een fysiologisch watertekort had voor de vegetatie. Bij gebrek aan dit soort nauwkeurige gegevens moeten wij ons behelpen met de maandtotalen.

Droogte (watertekort in de bodem) is in het algemeen nadelig voor de groei van bomen. Overvloedige regenval is op de goed gedraineerde bodem van het mesofytische bos zeer gunstig voor de (vegetatieve) groei, van wateroverlast is nooit sprake. Rekenen wij een maand met meer dan 100 mm regen als nat, en beschouwen wij dat als gunstig voor de omtrekgroei van de bomen, dan kan het zin hebben om het aantal natte maanden per meetperiode na te gaan. Periode I heeft dan 30 natte maanden in 3 jaar. Periode II 18 natte maanden in 2 jaar, en periode III 19 natte maanden in 2 jaar. Gemiddeld komen 9 à 10 natte maanden per jaar voor. Wat betreft de aantallen natte maander verschillen de drie perioden onderling dus niet noemenswaardig.

Tabel 5. Kamp 8, Mapanebrug, maandelijkse regenval in millimeters van 1966 t/m 1974

jaar	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tot.
1966	132,1	65,7	205,1	131,3	314,5	375,8	279,9	159,7	88,1	156,3 d	117,1	144,9	2171
1967	225,9	88,1	110,2	243,7	293,2	323,0	162,5	110,2	137,9	45,3	190,7	115,2	2046
1968	206,2	162,9	209,7	337,3	220,2	204,1	137,2	152,2	106,0 d	125,8 d	178,9 d	161,8	2202
1969	212,4	162,8	139,3	282,4	309,5	233,7	69,4	71,4	28,1	16,5	40,6	166,3	1732
1970	322,3	213,1	208,2	289,0	513,0	350,0	285,0	219,3	80,6	85,2	55,3	202,9 d	2824
1971	315,4	327,8	378,0	198,3	358,8	298,2	194,0	140,8	65,7	134,2 d	60,3	43,1	2515
1972	273,2	164,0	163,9	250,7	246,2	223,0	272,0	133,0	118,7	57,4	139,7	125,9	2268
1973	68,9	175,4	93,4	206,1	312,1	370,8	146,8	108,4	(200)	158,6	174,7	297,9	-
1974	314,8	127,9	232,0	77,3	144,6	236,2	276,1	139,6	-	-	-	-	-

Blijft over als uitschieter in de regenvalcijfers de zeer droge periode '69/'70, waarvan de nadelige gevolgen voor de groei zeer duidelijk vaststaan uit de jaarlijkse omtrekmetingen van de meetbomen in Mapanebrug in andere proefperken te Mapane. De gemiddelde groei in periode I zou hierdoor verminderd kunnen zijn. Uit grafieken als bv. Fig. 7, 8 en 9 (hfdst. 6.4), die de groei van de soort SAL bij een bepaalde behandeling aangeven is dit echter moeilijk af te lezen. Het effect wordt vertroebeld door het behandelingseffect. In Fig. 7 blijkt periode I niet veel te verschillen van periode II, terwijl periode II en III in Fig. 8 en 9 duidelijk verschillen, iets waar de regenval niet aan bijgedragen kan hebben.

Er zijn echter naast de regenval ook andere factoren die de groei sterk beïnvloeden. Dat zijn dan allereerst de onderlinge concurrentie (om licht, water en voeding), en voorts de schok die een organisme ondervindt als de levensomstandigheden plotseling sterk gewijzigd worden. Over deze schok is reeds iets gezegd in hoofdstuk 5.4.

De minerale voeding wordt voor de overgebleven vegetatie na de zuivering zeer veel verbeterd, doordat de dode bomen hun mineralen vrijgeven bij ontbinding. Dit effect begint al enkele maanden na de zuivering, door de grote toename van afgevallen blad en ander strooisel. Hoe lang deze rijkdom aan vrijkomend voedsel duurt is nog niet nauwkeurig te zeggen, maar wanneer van de meeste dode bomen alleen nog maar het kernhout is overgebleven zal het wel grotendeels afgelopen zijn. Dat is rond tien jaar na de zuivering het geval, en voor de dikste stammen nog wat later. Het effect strekt zich dus over de drie meetperioden I, II en III van de proef uit, en zou in eerste instantie langzaam aflopend geacht kunnen worden, met uitzondering van de eerste maanden met hevige bladval. Blad bevat immers vrij veel belangrijke mineralen, evenals twijgen en bastweefsel, terwijl hout veel minder voedingsstoffen in zich heeft. Ofschoon de meeste bomen het eerste jaar nog niet met kroon en wortelstelsel zijn ingesteld op de grotere groeiruimte na de zuivering, kunnen zij al wel een vrij goede diameteraanwas realiseren, vanwege de rijke mineralenvoeding in het eerste jaar. De afname in voeding wordt in de volgende jaren waarschijnlijk gecompenseerd door de steeds beter uitgebouwde kroon en het vergrote wortelstelsel van de bomen, zodat de afname van de mineralentoevoer niet goed zichtbaar is in de groeicijfers, (de effecten zijn nogal verstrengeld). Duidelijk is echter wel dat de groei in de eerste jaren na de zuivering onder andere omstandigheden plaatsvindt dan in de volgende jaren. Een veel betere schatting voor de omtrekgroei in een bos met door beheersmaatregelen verminderde onderlinge concurrentie geeft dan ook bv. de meting in een periode die 5 à 10 jaren na de zuivering valt, en waarin het grondvlak (de concurrentie) nog niet hoog opgelopen is. In dit onderzoek zou dat periode III zijn. Bij de bespreking van de omtrekaanwascijfers (hfdst. 6.4) wordt hier nog op teruggekomen.

De bodem in het proefperk te Mapanebrug bestaat uit leem met wat zand en hier en daar "laterietboontjes". Het terrein is licht tot matig hellend naar de Mapanerivier toe, met een verhang van maximaal 10%, maar meestal veel minder. Door het zuidelijkste deel van het proefperk loopt een kleine beekbedding, die meestal droog staat. Volgens de Geomorfologische bodemkaart van Noord-Suriname (schaal 1 op 500.000) van 1972 ligt het proefperk op Armina-schistverweringsgronden, bestaande uit konkretierijke zware leem op klei. Vlak in de buurt, aan de overzijde van de Mapanerivier ligt een gebied met Granitoid-verweringsgronden. De rivier stroomt nabij het proefperk over een bedding van vast rotsgesteente. Aangenomen wordt dat de bodem in het proefperk ook voor tropische begrippen vrij arm is aan plantenvoedende mineralen.

Vegetatieverschillen noch verschillen in bodemoppervlak duiden binnen het proefperk op wezenlijke verschillen in bodemkwaliteit, en verschillen in proefresultaten worden daarom ook niet geweten aan de bodem. Een belangrijke overweging hierbij is dat bomen in het algemeen tolerant zijn ten aanzien van kleine bodemverschillen, en dat de proefresultaten alle afkomstig zijn van metingen aan bomen.

6.2. TOTAAL GRONDVLAK EN ZUIVERINGSGRAAD

Het grondvlak, d.i. de doorsnede op borsthoogte van alle bomen van alle soorten, ook de waardeloze, boven b.v. 2 of 5 cm dbh, in m^2/ha uitgedrukt, is door bemonstering of berekening uit een model van de stamtal/diameterklassenverdeling, vrij eenvoudig te vinden. Dit grondvlak kan b.v. als uitgangspunt voor een volumeberekening worden genomen, en ook kan het dienen als maat voor de concurrentie in de vegetatie. Het is wat het laatste betreft dan toch wel een ruwe maatstaf, omdat nog niet vaststaat in hoeverre er een verband is tussen de afmetingen van een boom en zijn concurrerend vermogen per eenheid van stamdoorsnede op borsthoogte. Er blijven echter weinig andere mogelijkheden om de concurrentie in gemeten cijfers uit te drukken, een schatting op het oog is geen aan te bevelen methode.

Het grondvlak wordt meestal berekend over alle bomen boven 5 cm dbh. In het weinig verstoorde of ongerepte bos hebben de kleine diameterklassen (b.v. 2-10 cm dbh) een slechts gering aandeel in het grondvlak. Dit wordt anders wanneer de grotere bomen opgeruimd worden, het aandeel der kleine bomen kan dan (tijdelijk) flink stijgen. Bij algehele kaalkap zijn natuurlijk de eerste jaren van het herstel slechts kleine bomen aanwezig zodat hun aandeel dan zeer groot is.

In Tabel 6 zijn de totale grondvlakken aan gedood en resterend levend hout in het proefperk te Mapanebrug weergegeven voor verschillende ondergrenzen van zuivering. Het totaal grondvlak is 27 m^2/ha na exploitatie (Tabel 6a). Tabel 6b geeft de waarden gevonden bij een bemonstering over 4 ha in 1968. Tabel 6c geeft een herberekening van de waarden van Tabel 6b, naar aanleiding van wantrouwen jegens de omrekeningsfactor welke in de bemonstering in 1968 is toegepast.

Tabel 6.(a, b en c). Totaal grondvlak in m^2/ha in proefperk "Mapanebrug" in 1967, verdeeld in gedood en resterend levend gedeelte, bij 2 zuiveringen

a. Volgens berekening via de stamtal/diameterklassenverdeling van het licht geëxploiteerd bos te Mapane, als gegeven door BOERBOOM, 1965. Als totaal grondvlak is 27 m^2/ha aangenomen na exploitatie, met een diameterondergrens van 2 cm dbh. Voor de gespaarde waardesoorten is de lijst van 1965 gebruikt (WHS 66).

zuiveringsondergrens	gedood grondvlak	resterend levend grondvlak
20 cm	16,8 ≈ 17	10
40 "	10,4 ≈ 10	17

b. In de praktijk gemeten te Mapanebrug in 1967, totaal grondvlak op 27 m^2/ha gesteld (DE GRAAF, 1968)

zuiveringsondergrens	gedood grondvlak	resterend levend grondvlak
20 cm	24,7 ≈ 25	2
40 "	19,4 ≈ 19	8

c. Herberekend uit tabel b onder aanname dat de proefvlakte niet 0,64 maar 1 ha groot was

zuiveringsondergrens	gedood grondvlak	resterend levend grondvlak
20 cm	15,8 ≈ 16	11
40 "	12,4 ≈ 13	14

Uit Tabel 6a is af te lezen dat de in Mapanebrug toegepaste zuiveringen, nl. met ondergrens 20 en 40 cm, als resterend grondvlak resp. 10 en 17 m^2/ha overlieten, grotendeels aan bomen beneden de zuiveringsgrens en aan gespaarde WHS. De cijfers in Tabel 6b zijn onthutsend, er zou in de behandeling met zuivering vanaf 20 cm vrijwel niets zijn blijven staan. De behandeling met zuivering vanaf 40 cm zou een resterend grondvlak hebben overgehouden zoals ongeveer voor de zuivering vanaf 20 cm bedoeld was. Hier wreekt zich misschien de geringe oppervlakte van de meetplots waardoor een abnormale verdeling van de diameters (b.v. veel dikke bomen bijeen in een plot) kon optreden. Een plausibeler verklaring is echter dat een vergissing is gemaakt bij de opname, en dat de 1 ha behandelingsplots aangezien zijn voor de 0,64 ha meetplots. Een herberekening geeft dan Tabel 6c, met veel reëlere waarden.

In Tabel 7a worden de resultaten van een bemonstering van het totaal aanwezige grondvlak in 1975 vermeld voor enkele behandelingen in Mapanebrug (VON MEYENFELDT, 1975). Interessant zijn vooral de waarden voor de behandelingen die na de zuivering (nog) niet vrijgesteld werden, dat zijn dus 20+D8 en 40+D8 in Tabel 7a. In Tabel 7b worden resultaten van een grondvlakbemonstering met een z.g. grondvlakprisma gegeven, voor de behandelingen 20+0 en 40+0. Het is nu mogelijk om de Tabellen 6a, 6b, 7a en 7b onderling te vergelijken, om de jaarlijkse toename in grondvlak (voor alle bomen) over de 7 jaar na zuivering te schatten wanneer geen vrijstelling gevolgd is. Het resultaat is weergegeven in Tabel 8.

Tabel 7a. Resultaten grondvlakbemonstering 1975 te "Mapanebrug", in m^2/ha voor alle soorten (waardevolle en waardeloze) tezamen, met opname-ondergrens van 2 cm dbh in diverse behandelingen. Bemonstering in twee cirkels met straal 15 meter per behandeling

behandelingscode	grondvlak
20+D3	15,8
20+D5	17,2
20+D8	16,8
20+gemiddeld	16,6
40+D3	19,5
40+D5	16,9
40+D8	21,8
40+gemiddeld	19,4

Tabel 7b. Resultaten grondvlakbemonstering 1975 te "Mapanebrug" in m^2/ha voor alle soorten (waardevolle en waardeloze) tezamen. Bemonstering door middel van een grondvlakprisma met factor $2\frac{1}{2}$, met 4 metingen per behandeling waarvan de gemiddelde uitkomst is weergegeven

behandelingscode	grondvlak	
20+0	21,9)	
	)	gem. 22,5
20+A8	23,1)	
40+0	20,6)	
	)	gem. 20,6
40+A8	20,6)	

Tabel 8. Gemiddelde jaarlijkse toename van totaal grondvlak in m^2/ha voor twee zuiveringsgraden zonder volgende vrijstelling, zoals verkregen uit vergelijking van de Tabellen 6a en 6c en Tabellen 7a en 7b. Periode van waarneming 1967 t/m 1974

vergeleken tabellen	zuivering (diametergrens in cm)	
	20	40
6a en 7a	1,0	0,7
6a en 7b	1,8	0,5
6c en 7a	0,8	1,1
6c en 7b	1,6	0,9

Welke waarden van Tabel 8 moeten we als reeël beschouwen? De waarde voor het totaal grondvlak van de behandeling 20+D8 in Tabel 7a is wel wat laag uitgevallen vergeleken bij de overige cijfers in Tabel 7a en in Tabel 7b. Dat wekt geen vertrouwen, zodat de vergelijking tussen Tabel 6a en 7a terzijde wordt geschoven. De waarden van Tabel 8 betreffende het vergelijken van 6c en 7a leveren de uitzonderlijke situatie op dat de jaarlijkse grondvlakaanwas na sterke zuivering (diametergrens 20 cm) minder zou zijn dan de jaarlijkse grondvlakaanwas na zwakke zuivering (diametergrens 40 cm). Of dat zo is zal voortgaand onderzoek moeten uitmaken, maar het lijkt niet plausibel. Van de twee overige vergelijkingen in Tabel 8 lijkt die tussen Tabel 6c en Tabel 7b het meest acceptabel, ook al omdat de waarden op werkelijke metingen ter plaatse berusten, zij het dan herziene metingen in Tabel 6c.

Wanneer de grondvlakaanwas na zwakke zuivering (diametergrens 40 cm) toch groter zou zijn dan na sterke zuivering (diametergrens 20 cm), dan zou dat toegeschreven moeten worden aan de dikke waardeloze bomen in de klasse 20-40 cm dbh. Dat betekent dat vooral aanwas aan waardeloos hout plaatsvindt, en dat maakt de zuivering met diametergrens 40 cm zonder volgende vrijstelling een ongunstige behandeling. Wanneer men dan alsnog de waardeloze bomen boven b.v. 10 cm dbh doodt bij een volgende vrijstelling enige jaren na zuivering, dan is die behandeling als een verlate en daardoor duurdere en ongunstig werkende nazuivering te zien. Het gunstige effect van de geleidelijke lichtstelling zal hoogstwaarschijnlijk teniet worden gedaan door de schade die het vallende dode hout toebrengt aan de reeds enige jaren opgekweekte waardevolle verjonging. Uit de resultaten van de omtrekaanwasmetingen (hfdst. 6.4) blijkt eveneens dat de groei van de waardevolle verjonging minder goed is na zwakke zuivering dan na sterke. (Overigens geeft de behandeling 40+0 een idee van de gang van zaken in een opstand wanneer die grotendeels zou bestaan uit waardevolle bomen waarbij de onderlinge concurrentie wat teruggebracht zou zijn door b.v. dunning. Bij deze vergelijking zou dan worden aangenomen dat een opstand van voornamelijk WHS zich niet heel anders gedraagt dan een opstand met een veel groter verscheidenheid van soorten.)

In de praktijk wil men zo snel mogelijk van het waardeloze hout in de opstand afkomen, en men kiest dan ook voor een zo zwaar mogelijke zuivering zonder al te veel schade aan de waardevolle rest van de opstand toe te brengen. Het lijkt er op dat de zuivering met ondergrens 20 cm dbh de beste keuze is wanneer het aandeel WHS in het uitgekapte bos zo ligt als te Mapanebrug.

De lijst van geaccepteerde WHS en de samenstelling van het bos zijn allereerst bepalend voor de diametergrens van de nodige zuivering. Staan er relatief veel WHS in het te behandelen perceel, dan kan deze diametergrens wat omlaag gebracht worden zonder dat het resterend levend grondvlak na zuivering al te laag wordt. Een minimum van 10 m^2/ha als resterend grondvlak na zuivering zou uit de resultaten te Mapanebrug aanbevolen kunnen worden. Misschien is het mogelijk om 15 m^2/ha te nemen, maar dan moet de aanwezige verjonging niet te klein zijn, kleine staken hebben bij zo'n hoog grondvlak weinig kans meer op goede groei. Een hoog resterend grondvlak heeft de eerste jaren na de zuivering een gunstige invloed op de toegankelijkheid, en geeft minder verwildering, maar na 7 jaar is van dit effect niet veel meer te bespeuren bij vergelijking met een wat intensievere zuivering.

Om de houtproduktie af te leiden van de grondvlakaanwas is een vorm van hoogtemeting nodig. Dat is geen geringe opgave in de vegetatie van het behandelde of onbehandelde drooglandbos. Voorts weet men na de berekening van het totaal geproduceerde houtvolume nog niet in welke afmetingen dat hout geproduceerd is. Daarom wordt op de totale houtproduktie (alle soorten, waardevol en waardeloos tezamen) hier niet verder ingegaan. Volstaan wordt met te zeggen dat een grondvlakaanwas van 1½ m^2/ha per jaar in een bosvegetatie van 10 tot 20 meter hoog wijst op een redelijke produktie. Deze bijgroei heeft plaatsgevonden in het grondvlaktraject 10 tot 20 m^2/ha, en de produktie zal boven de 20 m^2/ha grondvlak beslist afnemen. De kunst is om de bijgroei te concentreren op de WHS, en liefst op de dikkere WHS. Men heeft daarvoor allereerst voldoende stamtal aan WHS nodig. Zie daarvoor verder hfdst. 6.3.

Wanneer het totaal grondvlak zo belangrijk is als hier gesteld wordt, dan zal men voor het beheer van de opstand een methode moeten hebben om dat grondvlak ook na de zuivering te kunnen corrigeren. Van de vier technieken die in project 67/9 worden onderzocht (zie Tabel 2) is in dit opzicht techniek D (met lage diameterlimiet dus) de aangewezen methode. Bij techniek D kan op eenvoudige wijze vulhout gespaard worden, en met ongeschoolde arbeid kan de overtollige vegetatie geëlimineerd worden (VON MEYENFELDT, 1975). De kleinere verjonging blijft ongemoeid, maar wordt ook niet speciaal bevoordeeld. Het werken met techniek A is omslachtig, ook na modificatie in de richting van techniek D, omdat veel nadruk wordt gelegd op onderlinge afstanden, en daardoor minder op het criterium "voldoend grote afmeting" kan worden gewerkt. Techniek S geeft geen reële mogelijkheid tot grondvlakcorrecties, tenzij men de strook verlaat, en daarmee de methode verlaat.

Vermeldenswaard zijn nog enkele gegevens verkregen uit andere opstanden dan het bos te Mapanebrug. Bij grondvlakmetingen in het z.g. Gonggrijpbos, gelegen bij de kruising van de Meursweg en de weg naar Zanderij, werd in het wat drogere en beter opgegroeide gedeelte van dit bos een grondvlak van 21,6 m^2/ha gemeten. De bepaling werd uitgevoerd door 7 maal een opname te doen met een grondvlakprisma (factor 2½). In het wat drassiger gedeelte van het Gonggrijpbos werd een grondvlak van 16,3 m^2/ha gevonden, uit 6 opnamen. In het gemeten gedeelte was alle kleine hout weggekapt, hetwelk gewoonlijk wel twee of wat meer m^2 per ha beslaat. Toch valt het grondvlak ook bij vermeerdering met 2 à 3 m^2/ha nogal tegen voor een bos dat reeds zo lang geleden (vóór 1925) geplant is en dat al vrij grote bomen bevat. De bodemkwaliteit kan hier debet aan zijn, maar toch

heet de wat hogere scholgrond bij Lelydorp niet zo slecht te zijn voor loofhout. (Het Gonggrijpbos bestaat uit middelzware inheemse waardehoutsoorten.)

Een andere aanwijzing omtrent het aan te houden grondvlak in een natuurlijk verjongde cultuur geeft de relatie tussen groei en grondvlak in het proefperk van CELOS project 65/3 te Kamp 8 (op een bodem van zandige leem). In dit proefperk bleek een vrij duidelijke lineaire relatie te bestaan tussen de gemiddelde jaarlijkse omtrekgroei van de 150 beste waardebomen (WHS 70) per hectare en het totaal grondvlak (van de gehele vegetatie) per hectare in het 9e jaar na de zuivering. Bij een grondvlak van 9 à 10 m^2/ha bleek de groei optimaal te zijn, en bij een grondvlak van 19 m^2/ha was de gemiddelde groei bijzonder slecht. Het aanhouden van een laag grondvlak bergt gevaren in zich van verwildering, zodat een aangepaste techniek van vrijstellen geboden is (VON MEYENFELDT, 1975, SCHELTENS, 1975). Het onderhavige proefperk heeft weinig grote bomen, en is vrij homogeen begroeid, als zodanig is het niet goed vergelijkbaar met het bos te Mapanebrug, dat veel meer afwisseling van diameters heeft. De s/d verdeling in het proefperk 65/3 te Kamp 8 lijkt meer op die van een gelijkjarig bos met veel achtergebleven kleinere exemplaren.

6.3. STAMTAL/DIAMETERKLASSENVERDELINGEN

6.3.1. Stamtal/diameterklassenverdelingen beoordeeld zonder verdere verwerking

Alvorens aandacht wordt geschonken aan de ontwikkelingen in de tijd van de stamtaldiameterklassenverdeling der WHS in diverse behandelingen, eerst iets over de stamtal/diameterklassenverdeling (af te korten als s/d verdeling) van de opstand als totaal, dus waardevolle en waardeloze bomen tezamen. Deze s/d verdeling is belangrijk omdat hij het milieu bepaalt waarin de WHS opgroeit, en omdat deze s/d verdeling van grote invloed is op de kosten van vrijstelling. In Tabel 9 wordt de s/d verdeling in 1975 van alle soorten tezamen gegeven, voor diverse behandelingen te Mapanebrug. Hierbij is een 14,1% bemonstering toegepast. Voorts is te "Akintosoela", een perceel vlak naast "Mapanebrug", in 1975 een bemonstering uitgevoerd. Deze bemonstering is een sommering van 2 bemonsteringen, een ± 7% bemonstering over 16 ha voor de kleinere diameters tot 10 cm dbh, en een 100% bemonstering boven 10 cm dbh over 10 ha. Tenslotte wordt in Tabel 9 de s/d verdeling gegeven van een licht uitgekapt bos te Sarwaweg, enige tientallen km van Mapanebrug vandaan gelegen. Deze s/d verdeling is via een (boven de 10 cm) redelijk betrouwbare bemonstering verkregen, en moet eveneens dienen om de oorspronkelijke s/d verdeling van het uitgekapte bos te Mapanebrug in 1967, die nu niet meer te achterhalen is, aan te geven.

In Tabel 9 werken al die cijfers nog verwarrend. Men moet echter, uitgaande van de s/d verdeling van Sarwa 1968 (10e regel) en die van Akintosoela 1975 (9e regel) de effecten van zuivering en daarna vrijstelling bezien.

Tabel 9. Stamtal/diameterklassenverdeling in aantallen bomen per hectare van alle soorten (waardevol en waardeloos) tezamen, bij diverse behandelingen, in 1975, 8 jaar na aanvang, te Mapanebrug (regel 1 t/m 8) en elders (regel 9 en 10). Voor de behandelingscode zie Tabel 2. De tussen haken geplaatste aantallen kunnen beter buiten beschouwing gelaten worden wegens geringe betrouwbaarheid

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0 49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9	
1	1605	838	287	103	67	35	28	18	3,5	11	3,5				)	40+0
															)	40+A8
2	1959	721	141	71	50	42	-	7								40+D8
3	1853	785	283	57	35	50	35									40+D5
4	2546	1018	268	99	21	21	35	7					(7)			40+D3
5	1234	760	269	138	88	18	18	7	3,5						)	20+0
															)	20+A8
6	2440	891	191	177	99	7	7	7								20+D8
7	2383	834	261	156	50	14						(7)				20+D5
8	2348	962	276	92	42	28	7					(7)				20+D3
9	847	429	130	79	58	36	25	18	12	10,6	6,6	5,4	4,5	5,7	12,4	Akintosoela 1975
10	-	(770)	150	121	68	40	33	22	17	11	5	5	3	1	2	Sarwa 1968

Opvallend zijn dan de hoge aantallen in de lage diameterklassen, 7 jaar na de zuiveringen te Mapanebrug. Extra vrijstellingen (b.v. 40+D3) blijken de aantallen in de kleine diameterklassen alleen maar te vergroten, en eigenlijk was dat ook wel te verwachten, omdat aanvulling van het boombestand nu eenmaal vanuit de kleinere diameterklassen (c.q. zaailingen) komt. Tussen al deze verjonging doen ook de WHS mee aan de aanvulling, en dat is juist de bedoeling. Met selectief ingrijpen kan vervolgens het aandeel der WHS in deze klassen vergroot worden.

Goed te zien in Tabel 9, zelfs na 7 jaar, is ook de reductie der stamtallen boven de zuiveringsgrens die door de zuiveringen is teweeggebracht. Na zuivering met diametergrens 40 begint deze reductie (in regel 1 t/m 4 van Tabel 9) natuurlijk pas goed boven de omtrekken 40-45 cm dbh. In de behandelingen 40+D3 en 40+D5 is door het vrijstellen na zuivering ook selectief ingegrepen in de diameterklassen beneden de 40 cm. Voor de zuivering met 20 cm als diametergrens is een dergelijke gang van zaken eveneens te zien (regel 5 t/m 8 van Tabel 9).

Bezien wij vervolgens de s/d verdelingen van alleen de waardehoutsoorten (WHS 66), welke in de Tabellen 10 en 11 voor 1967 en 1974 gegeven worden voor enkele behandelingen te Mapanebrug. Ter vergelijking met de uitgangssituatie dient steeds regel 9 en 10 van Tabel 9. Het valt dan op dat het aandeel der WHS 66 in 1967 wel gering is, vooral in de lagere diameterklassen. De s/d verdeling der WHS 66 in 1974 is bij verschillende behandelingen verbeterd ten opzichte van 1967, maar deze effecten zijn uit de tabellen moeilijk af te lezen. Men lette vooral op de diameterklassen tussen 5 en 20 cm dbh, omdat zich daarin de verschuivingen (ten gevolge van de diktegroei) het sterkste manifesteren.

Helaas is er voor b.v. een zo gunstige behandeling als 20+D3 geen volledige reeks vanaf 1967, zodat 20+0 als uitgangssituatie in 1967 moet worden genomen. Tabel 12 tenslotte geeft de s/d verdeling der WHS 70 in 1974. Dat geeft een idee van de beschikbare aantallen verjonging in dat jaar. Het had veel meer kunnen zijn als de nieuwe soorten eerder opgenomen waren in de lijst, en dit geldt vooral voor de hogere diameterklassen. Al met al zijn de veranderingen in de s/d verdeling der WHS moeilijk te beoordelen. Dat komt omdat de aantalsverschuivingen veel minder manifest zijn over de korte periode van waarneming dan de oorzaak van die verschuiving, namelijk de omtrekaanwas. Deze laatste blijkt een veel gevoeliger indicator van de effecten der behandelingen te zijn.

Stelt men dat 150 goedgevormde en goed groeiende waardebomen (WHS 70) van meer dan 5 cm dbh per hectare het minimum is aan bezetting om van de rekruteringsfase over te gaan tot de opleidings- en vulhoutfase, dan blijkt uit Tabel 12 dat alleen behandeling 20+D3 na 7 jaar boven dit minimum uitkomt met in totaal $\pm$ 162 bomen. Dan is daarbij niet eens gelet op de vereiste groeisnelheid. De behandelingen 20+S3, 20+0, 40+A3, 40+D5 en 0 komen na 7 jaar boven de 100 bomen (dikker dan 5 cm dbh), de rest van de behandelingen blijft beneden de 100 bomen. Wat betreft de 0 behandeling zal het duidelijk zijn dat hier, wegens de zeer geringe groei van staken en kleine bomen, het minimum van 150 bomen niet veel zegt, er kan beslist niet aan de eis van goede groei worden voldaan. Een minimumdiameter van 5 cm dbh is gesteld omdat nog kleinere staken zonder uitgebreide hulp slechts geringe groeikansen hebben (zie hfdst. 6.4).

Uit de twee laatste regels van Tabel 12 is na te gaan hoeveel WHS 70 er wel verloren zijn gegaan door de behandelingen sinds 1967. Dit verloren gaan is grotendeels te wijten aan vergiftiging in 1967 van toen nog niet erkende waardesoorten.

Tabel 10. Stamtal/diameterklassenverdeling in aantallen bomen per hectare van de waardevolle soorten (WHS 66, zie Tabel 1) bij diverse behandelingen in het jaar van aanvang 1967 te Mapanebrug. Voor de behandelingscode zie Tabel 2

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9	
	35,9	45,3	16,3	8,1	5,3	3,8	2,5	1,6	2,8	2,5						0
	53,1	41,7	9,4	9,4	3,1	5,7	1,6	1,6	4,2	2,1	1,6					40+0
	52,1	31,8	13,0	9,4	8,3	2,6	3,1	3,1	2,1	1						20+0
																40+A3
																40+D3
																20+A3
																20+D3
																20+S3
																40+A5
																40+D5
																20+A5
																20+D5
																20+S5
				7,4	3,5	3,1	2,7	0,8	0,8	0,8						V

Tabel 11. Stamtal/diameterklassenverdeling in aantallen bomen per hectare van de waardevolle soorten (WHS 66, zie Tabel 1) bij diverse behandelingen in 1974, 7 jaar na aanvang, te Mapanebrug. Voor de behandelingscode zie Tabel 2

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0 54,9	55,0-59,9	60,0 64,9	65,0-69,9	> 69,9	
	34,1	45,6	19,4	7,8	3,1	5,0	3,1	2,2	1,6	3,4	0,6	0,3	0,3			0
	25,0	52,1	18,2	5,7	7,3	2,6	3,1	3,6	2,6	4,7	1					40+0
	20,8	32,8	16,1	8,3	6,3	7,8	2,1	3,1	3,6	1	-	0,5				20+0
	35,9	35,9	15,6	6,3	4,7	1,6	3,1									40+A3
	23,4	26,6	21,9	4,7	6,3	3,1										40+D3
	25,0	23,4	7,8	3,1	-	3,1	1,6									20+A3
	12,5	57,8	26,6	12,5	9,4	1,6										20+D3
	62,5	42,2	12,5	10,9	3,1	4,7	1,6	1,6								20+S3
	20,3	29,7	9,4	4,7	4,7	6,3	6,3	3,1								40+A5
	26,6	32,8	21,9	9,4	4,7	4,7	1,6									40+D5
	14,1	15,6	12,5	1,6	6,3											20+A5
	7,8	14,1	15,6	4,7	3,1	-	1,6									20+D5
	15,6	14,1	9,4	3,1	3,1											20+S5
	-	-	-	5,5	6,3	3,9	2,7	2,0	0,8	0,8	0,4					V

Tabel 12. Stamtal/diameterklassenverdeling in aantallen bomen per hectare van de waardevolle soorten (WHS 70, zie Tabel 1) bij diverse behandelingen te Mapanebrug, in 1974, 7 jaar na aanvang. Voor de behandelingscode zie Tabel 2. In de twee laatste regels zijn, ter referentie, de s/d verdelingen gegeven van WHS 70 in licht geëxploiteerd bos te Akintosoela en Sarwa

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9	
	53,1	52,8	21,3	8,4	4,7	5,9	3,4	2,2	1,9	3,4	0,6	0,3	0,3			0
	36,5	73,4	21,9	10,9	7,8	2,6	4,7	3,7	3,1	4,7	1,0					40+0
	33,3	50,0	21,3	12,5	8,3	7,8	2,1	3,1	3,7	1,0	-	0,5				20+0
	59,4	87,5	20,3	6,3	6,3	3,1	3,1									40+A3
	31,3	42,2	39,1	4,7	6,3	3,1										40+D3
	40,6	46,9	12,5	4,7	-	3,1	1,6									20+A3
	21,9	90,7	42,2	15,6	12,5	1,6										20+D3
	111,0	86,0	20,3	12,5	4,7	4,7	1,6	1,6								20+S3
	42,2	37,5	14,1	6,3	4,7	7,8	6,3	6,3								40+A5
	45,3	64,1	26,6	14,1	7,8	7,8	1,6									40+D5
	35,9	34,4	17,2	3,1	9,4	1,6										20+A5
	25	50,0	23,4	6,3	3,1	-	1,6									20+D5
	54,7	45,3	14,1	6,3	3,1	-	-	1,6								20+S5
				6,6	6,6	5,1	3,5	3,1	1,2	0,8	0,4					V
				9,6	10,2	7,5	6,4	4,8	3,6	2,3	1,4	0,7	0,6	0,2	0,8	Akintosoela '75 100%
		155	50	36	22	13,4	10,2	6,2	5,4	2,2	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	Sarwa '68 WHS 70

Een belangrijk punt aangaande de resultaten van de hier besproken behandelingen te Mapanebrug verdient nog de aandacht. Uit de stamtal/diameterklassenverdeling der WHS in de verschillende behandelingen (Tabel 10, 11 en 12) blijkt dat in de behandelingen met eerste vrijstelling in het derde jaar na zuivering, (dat zijn dan 40+A3, 40+D3, 20+A3, 20+D3 en 20+S3) er maar weinig WHS in de diameterklassen boven de zuiveringsgrens voorkomen, wanneer men van deze behandelingen de s/d verdelingen vergelijkt met de s/d verdelingen van behandeling 40+0, 20+0 en eventueel behandeling 0. Het is niet aannemelijk dat dit van het begin af aan, dus vóór de zuivering, al zo was. Het ziet er eerder naar uit dat de dikkere WHS in deze plots grotendeels vergiftigd zijn, bij zuivering of bij de eerste vrijstelling, als gevolg van onvoldoende markeren! Bij de behandelingen 40+5 en 20+5 is iets dergelijks te zien.

Om een indruk te krijgen van de situatie zoals die zou hebben bestaan wanneer alles goed gedaan was, zou men de s/d verdeling van de 20+3 en 40+3 behandelingen boven een bepaalde diameterklasse (25 cm dbh bijvoorbeeld) kunnen vervangen door de s/d verdeling van behandelingen 20+0 en 40+0. Het gaat daarbij om $\pm$ 17 stammen per hectare, die geen grote invloed op de concurrentie kunnen hebben gehad, en in feite als licht bovenscherm wel eens matigend zouden kunnen hebben werken op de steeds dreigende verwildering. (M.a.w. de vergissing bij het vergiftigen heeft alleen maar nadelig gewerkt op de groei.) De mogelijkheid dat de vrijstellingen ook zonder foutief vergiftigen reeds de mortaliteit van de dikkere WHS zouden bevorderd hebben, wordt niet door de cijfers bevestigd. (Zie daarvoor hfdst. 6.5 over de mortaliteit.) Op deze herziening van de s/d verdeling bij de 20+3 en 40+3 behandelingen wordt verder ingegaan in hoofdstuk 6.3.2.

6.3.2. Stamtal/diameterklassenverdelingen beoordeeld na logarithmische transformatie

In bepaalde typen bossen, ook in het Surinaamse drooglandbos, nemen de stamtallen in een stamtal/diameterklassenverdeling geleidelijk af met toename van de diameter. Door De Liocourt (in 1898) werd aannemelijk gemaakt dat deze afname volgens een bepaalde regel geschiedt, en later (in 1933) werd door Meyer een formule gegeven die voor het opstellen van een lineair regressiemodel in dit geval bruikbaar was, nl. $N=k.e^{-\alpha.d}$, met N als stamtal per diameterklasse d, e = 2,7183, en k en α als konstanten die bepaald worden door de gegevens van het bos.(LOETSCH, F. et al., 1973) (zie bijlage 3).

Passen wij een logarithmische transformatie toe in deze formule, dan levert dit als regressielijn de rechte lijn $y=A-Bx$ op, met $y=\log N$, $A=\log k$, $B=\alpha.\log e$ en $x=d$ (het diameterklassenmidden).

Gebruiken wij dit model van Meyer voor het Surinaamse drooglandbos, voor alle (honderden) soorten tezamen, dan blijkt er een goede aanpassing mogelijk te zijn, gezien de hoge waarde van de (steekproef-) correlatiecoëfficiënt. Zie hiervoor Tabel 13, welke de parameters A en B geeft voor de regressielijnen welke berekend zijn met inventarisatiegegevens van diverse bossen in Suriname, o.a. te Mapane (Sarwa), Coesewijne (Goliath) en Fallawatra. Zie voorts Tabel 14. Bij al deze soorten bevinden zich vele die slechts een betrekkelijk geringe diameter kunnen bereiken, en dus in de hogere diameterklassen niet meedoen. Voor de afzonderlijke soorten zal op een beperkt oppervlak bos het model minder goed passend te maken zijn, wat tot uiting komt in een lagere waarde van de correlatiecoëfficiënt. Deze correlatie-

coëfficiënt is in Tabel 13 (en andere tabellen) vertegenwoordigd middels zijn kwadraat, R^2, welke een schatter is voor de fractie van de variantie van y (= log stamtal) die verklaard wordt door x (= de diameter). Ligt de waarde van R^2 dicht bij 1 dan is dat een teken dat de correlatie zeer goed is, en dat het model dus goed past.

Tabel 13. De waarden A, B en R^2 van de regressievergelijking y = A-Bx voor de stamtal/diameterklassenverdeling van enkele geïnventariseerde bossen (ongerept of licht geëxploiteerd) betreffende de gehele opstand, dus <u>alle soorten tezamen</u>

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as	opmerkingen
Sarwa '68	2,697	0,037	0,98	73,6	vanaf diameterklasse 15 cm dbh, licht geëxploiteerd bos
Sarwa '74	2,580	0,033	0,99	77,4	
Goliath '68	2,625	0,036	0,97	72,1	
Goliath '74	2,581	0,035	0,97	74,2	
Sarwa '68 en '74 + Goliath '68 en '74	2,621	0,035	0,97	74,2	
Fallawatra '74 (FAO)	2,365	0,029	0,99	81,6	vanaf diameterklasse 10 cm, ongerept bos
Coesewijne (BOERBOOM, '65	2,355	0,028	0,99	84,1	vanaf diameterklasse 25 cm, ongerept bos
Mapane (BOERBOOM, '65)	2,217	0,025	0,99	88,7	
"Akintosoela" '75	2,324	0,027	0,96	86,1	vanaf diameterklasse 10 cm, licht geëxploiteerd bos

Voor niet te kleine groepen houtsoorten uit het drooglandbos blijkt de R^2 van het betreffende model redelijk hoog te zijn (zie bv. Tabel 14 en 16). Dit levert de mogelijkheid om de stamtal/diameterklassenverdeling (s/d verdeling) van de WHS in verschillende percelen bos onderling te vergelijken, via de transformatie en aanpassing d.m.v. lineaire regressieberekeningen tot rechten. Een redelijke hoogte voor de R^2 zou bv. 0,8 tot 0,9 of hoger kunnen zijn.

Tabel 14. De waarden A, B en R^2 (van de regressievergelijking $y = A-Bx$ voor de stamtal/diameterklassenverdeling) van enkele groepen houtsoorten in ongerept bos te Fallawatra in 1974 en in licht geëxploiteerd bos te Mapane (Akintosoela 1975 en Sarwa 1968, WHS 70). Zie voorts bijlage 2

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as	opmerkingen
Fallawatra '74					
Commercial sp.	1,395	0,023	0,97	60,7	vanaf 10 cm dbh
potential sp.	2,066	0,032	0,98	64,6	idem
comm. + pot.	2,088	0,028	0,98	74,6	idem
all species	2,365	0,029	0,99	81,6	idem (bemonstering FAO project)
Akintosoela '75					
WHS 70	1,790	0,033	0,93	54,6	vanaf 15 cm dbh tot 70 cm dbh, 100% bemonsterd over 16 ha
Sarwa '68					
WHS 70	2,299	0,041	0,97	55,7	vanaf 15 cm dbh tot 70 cm dbh bemonsterd over 5 ha

Met nadruk zij er hier op gewezen dat men daarbij niet zo maar van een uitkapbosstructuur mag spreken in de zin die De Liocourt en Meyer daar aan gaven. Het Surinaamse drooglandbos kent bijvoorbeeld een aantal klein blijvende waardeloze soorten, die gebonden zijn aan de laagste etages. Dat komt in het klassieke uitkapbos van Europa niet of nauwelijks voor. Verder moeten om van een uitkapbosstructuur te kunnen spreken, een aantal stadia van de WHS op korte afstand van elkaar voorkomen, zodat de opstand niet uit horsten van staken, kleine c.q. grote bomen samengesteld is. Ook is omtrent de leeftijd van grote en kleine bomen in het drooglandbos eigenlijk niets bekend, en voor de groei is de leeftijd toch wel een van de bepalende factoren, naast grootte en concurrentiepositie. Een grote boom van een snel groeiende soort op een gunstige open plek opgegroeid zal jonger kunnen zijn dan een dunne staak die altijd in de schaduw heeft gestaan. De indruk bestaat echter (zie ook de aanwasreacties op behandeling, hfdst. 6.4) dat vooral de staken en middelgrote bomen uit het drooglandbos zich goed herstellen van onderdrukking. Van de echte lichthoutsoorten komen onderdrukte staken in gesloten drooglandbos nauwelijks voor, dus daar speelt het leeftijdprobleem niet zozeer. De menging van groot en klein der WHS laat wel eens te wensen over, maar is, gezien de grootte der

meetplots (0,64 ha) wel enigszins af te lezen uit de s/d verdeling, en blijkt dan over de gehele groep WHS tezamen genomen niet slecht. Gebondenheid aan lagere etages bestaat bij de WHS niet, daar zij vrijwel alle als zaaghout geaccepteerd zijn, en dus minstens de middelste boometage halen, en een diameter van boven de 45 cm op borsthoogte. De conclusie is dan ook dat het mogelijk geacht moet worden een of andere vorm van uitkapbosstructuur te bereiken met WHS uit het drooglandbos mits het reduceren van de boomsoortenlijst van het drooglandbos van meer dan 200 soorten naar enige tientallen soorten ecologisch haalbaar is zonder ernstige terugslag op de groei. Dit laatste voorbehoud wordt gemaakt omdat nu nog niet bekend is of bepaalde soortencombinaties noodzakelijk zijn voor een goede groei van de opstand. Vooral de leguminosae met hun stikstofbindende wortelsymbionten zouden wel eens belangrijk kunnen zijn. Tot zover wat betreft de rechtvaardigingen voor het gebruiken van het model van Meyer voor de s/d verdeling in behandeld en onbehandeld drooglandbos.

De helling van de regressielijnen (zie Fig. 2), weergegeven door de parameter B, is gevoeliger voor stamtalwijzigingen naarmate het gaat om hogere diameterklassen, dit vloeit voort uit de logarithmische transformatie. Het is bij de beoordeling van dit soort lijnen een belangrijk aspect. Het snijpunt met de x-as (parameter A) is in alle gevallen een irreële waarde, die buiten het onderzochte waardengebied valt. De bemonsteringen beginnen immers meestal bij 5 cm dbh, of hooguit 2 cm dbh. De lijnen zetten zich nog beneden de x-as in Fig. 2 voort, het betreft dan stamtallen beneden de waarde van 1 boom per klasse per ha.

Het voorbeeld in Fig. 2 moge het een en ander verder verduidelijken. Lijn 1 geeft de s/d verdeling na logarithmische transformatie weer van alle soorten (waardevol en waardeloos) tezamen in een licht uitgekapt bos. De gegevens zijn ontleend aan een 100% bemonstering van alle bomen boven 25 cm dbh over 10 hectare bos te Goliath en Sarwa (zie Tabel 13). Lijn 2 is de s/d verdeling van alle WHS van de lijst in Tabel 1 (WHS 70), die voorkomen in de 5 ha proefperk te Sarwa (zie Tabel 14). Uit de loop van de lijnen 1 en 2 ziet men dat hier de WHS 70 wat minder vertegenwoordigd zijn in de hogere diameterklassen dan in de lage. (De WHS 70 hebben dus een iets hogere B.)

Aangenomen wordt dat het bos na verstoringen zal trachten weer in de oude toestand te geraken, met een s/d verdeling voor alle soorten tezamen die ongeveer gelijk is aan de oude. Heeft men door een zuivering een groot deel van de bomen verwijderd, dan treden zeer duidelijke verschuivingen in de s/d verdeling op. Het resultaat direct na het ingrijpen door een zuivering, bv. met zuiveringsondergrens 20 cm dbh, wordt voor alle soorten tezamen weergegeven door de s/d verdeling die loopt door de punten pqtu in Fig. 2. Deze s/d verdeling is uiteraard geen rechte lijn meer. Van de WHS kan worden aangenomen dat ze boven de 50 cm dbh alle geëxploiteerd zijn (de driehoek onder het traject uv). De s/d verdeling der WHS, die eerst werd weergegeven door lijn 2, gaat in de periode na de zuivering veranderen, en wel eerst door een steiler worden van de helling van de lijn (lijn 3, fictieve waarden). De parameter B van de lijn wordt dus groter, en een oorzaak daarvan is natuurlijk gelegen in de inwas van WHS in de kleinere diameterklassen. Dit effect is sterker naarmate de kleinere WHS meer worden geholpen door vrijstellingen. Een andere oorzaak is de mortaliteit in de hogere diameterklassen (schade door vallende dode bomen) welke klassen zoals eerder gezegd een relatief grote invloed op parameter B hebben. Ook parameter A neemt hogere waarden aan door deze veranderingen.

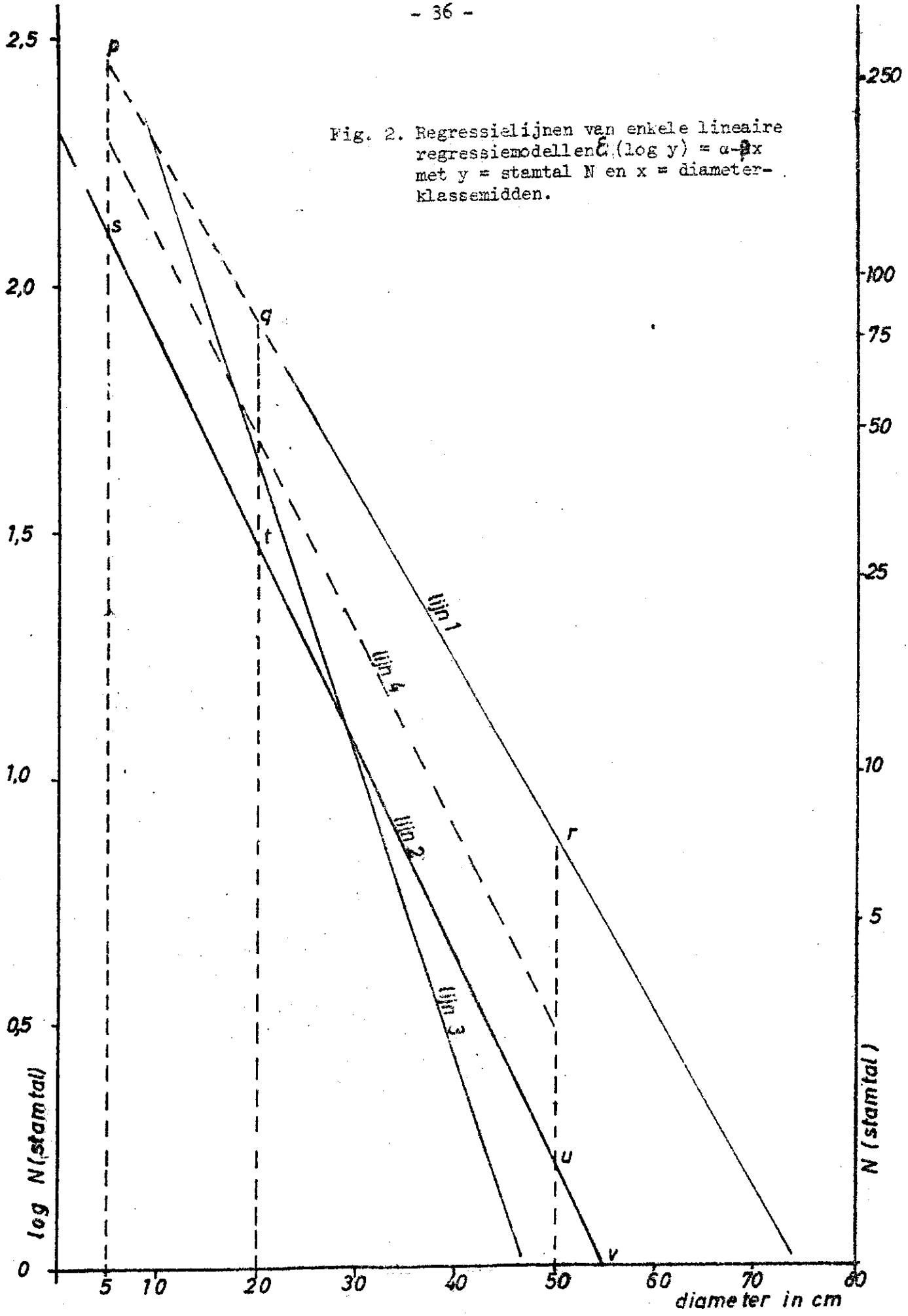


Fig. 2. Regressielijnen van enkele lineaire regressiemodellen $\mathcal{C}$ (log y) = $\alpha - \beta x$ met y = stamtal N en x = diameter-klassemidden.

De s/d verdeling van alle soorten tezamen is door de zuivering ernstig verstoord, en zal bij aanpassing aan het model van Meyer nog lange tijd na de zuivering een lage correlatiecoëfficiënt opleveren. A en B stijgen na de zuivering sterk voor alle soorten tezamen, meestal sterker dan de A en B van de WHS. Tabel 15 geeft de waarden van A en B en R^2 voor diverse behandelingen op diverse tijdstippen, voor alle soorten tezamen. Doordat slechts kleine oppervlakten bemonsterd zijn voor Tabel 15 is de R^2 hier niet maatgevend, ze valt vrij hoog uit in de meeste gevallen.

Tabel 15. De waarden A, B en R^2 van de regressievergelijking $y = A-Bx$ voor de stamtal/diameterklassenverdeling voor enkele behandelingen in het proefperk Mapanebrug voor de gehele opstand voor alle soorten tezamen, (bemonstering over ± 1410 m^2 per behandeling) in 1975, 8 jaar na zuivering

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as
40+0) 40+A8)	3,149	0,052	0,82	60,6
40+D3	3,214	0,064	0,86	50,2
40+D5	3,036	0,053	0,77	57,3
40+D8	3,065	0,059	0,93	51,9
20+0) 20+A8)	3,3126	0,066	0,99	50,2
20+D3	3,485	0,080	0,98	43,6
20+D5	3,569	0,085	0,38	42,0
20+D8	3,417	0,076	0,89	45,0

Vanwege het doorschuiven van de bomen naar hogere diameterklassen, een gevolg van de omtrekgroei, zal de helling B van de s/d verdeling weer vlakker gaan worden uiteindelijk (lijn 4 in Fig. 2). De hogere diameterklassen worden aangevuld, en misschien worden na zeer lange tijd zelfs weer de oorspronkelijke waarden van A en B bereikt. In Suriname is dat echter nog niet gecontroleerd waargenomen. Opvallend is in Tabel 15 de geringe invloed van de twee vrijstellingen bij behandeling 20+D3 en 40+D3 op de A-waarde vergeleken met de andere behandelingen na dezelfde zuivering. De aantallen kleine staken van alle soorten tezamen zijn nauwelijks verminderd door de vrijstellingen, en ofschoon het gemeten grondvlak (Tabel 7) op nog aanwezige groeiruimte duidt zou deze hoge A een indicatie voor onvoldoende vrijstelling kunnen zijn. In ieder geval kunnen er best wat waardeloze staken gemist worden. De WHS met diameters boven de 20 cm hebben het over het algemeen goed na de zuivering en behoeven geen hulp, de kleinere WHS zullen waarschijnlijk wel profiteren van wat extra verschafte ruimte. In 1975 is dan ook in de D-behandelingen het aantal waardeloze staken flink gereduceerd (VON MEYENFELDT, 1975) d.m.v. vrijstelling.

Tabel 16 geeft de waarden van A, B en R^2 voor de WHS 66 in een aantal behandelingen van het proefperk. Hierbij is combinatie van behandelingen toegepast, zoals in Tabel 3 voorgesteld werd. (Een dergelijke serie waarden voor de WHS 70 vindt men in **bijlage 4**, samen met de waarden voor nader gespecificeerde behandelingen uit de volledige reeks.) In Tabel 13 is het verloop van de A en B in de jaren 67 t/m 74 goed te volgen. Het snijpunt van de regressielijn met de x-as is gegeven om het reconstrueren van de lijn voor de lezer te vereenvoudigen. In Fig. 3 is een aantal regressielijnen getekend met gegevens uit Tabel 13 t/m 16, om de lezer een idee te geven van de optredende verschuivingen na ingreep.

Tabel 16. De waarden A, B en R^2 van de regressievergelijking y = A-Bx voor de stamtal/diameterklassenverdeling van de waardehoutsoorten (WHS 66) in verschillende behandelingen op 4 tijdstippen in proefperk Mapanebrug

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as	jaar
0	1,556	0,030	0,80	51,5	1967
	1,427	0,025	0,72	57,4	1970
	1,207	0,015	0,64	78,2	1972
	1,280	0,018	0,55	71,7	1974
40+0	1,381	0,025	0,67	55,7	1967
	1,454	0,026	0,66	55,7	1970
	1,402	0,024	0,64	59,5	1972
	1,519	0,027	0,71	56,6	1974
20+0	1,588	0,033	0,92	48,7	1967
	1,497	0,026	0,87	56,7	1970
	1,469	0,026	0,86	55,8	1972
	1,476	0,025	0,80	58,0	1974
40+3	1,677	0,048	0,95	35,0	1970
	1,762	0,049	0,96	36,1	1972
	1,854	0,053	0,96	35,3	1974
20+3	1,733	0,055	0,80	31,5	1970
	1,984	0,065	0,97	30,5	1972
	2,029	0,061	0,99	33,1	1974
40+D3	1,532	0,040	0,86	38,5	1970
	1,714	0,045	0,84	37,7	1972
	1,781	0,048	0,85	37,0	1974
20+D3	2,092	0,055	0,92	38,4	1970
	2,260	0,070	0,98	32,5	1972
	2,341	0,071	0,93	32,8	1974

Stelt men als belangrijk doel bij de houtteelt een vermeerdering van de stamtallen aan WHS, dan zal dat natuurlijk moeten worden bereikt via de inwas, dus van beneden af aan. Een vergroting van de A van de s/d verdeling is dan dus eerste doel, waarbij een tijdelijke vergroting van de B op de koop toe te nemen is. De waarden in Tabel 16 geven deze veranderingen voor A en B hier en daar mooi weer. Vooral bij beh. 20+3,

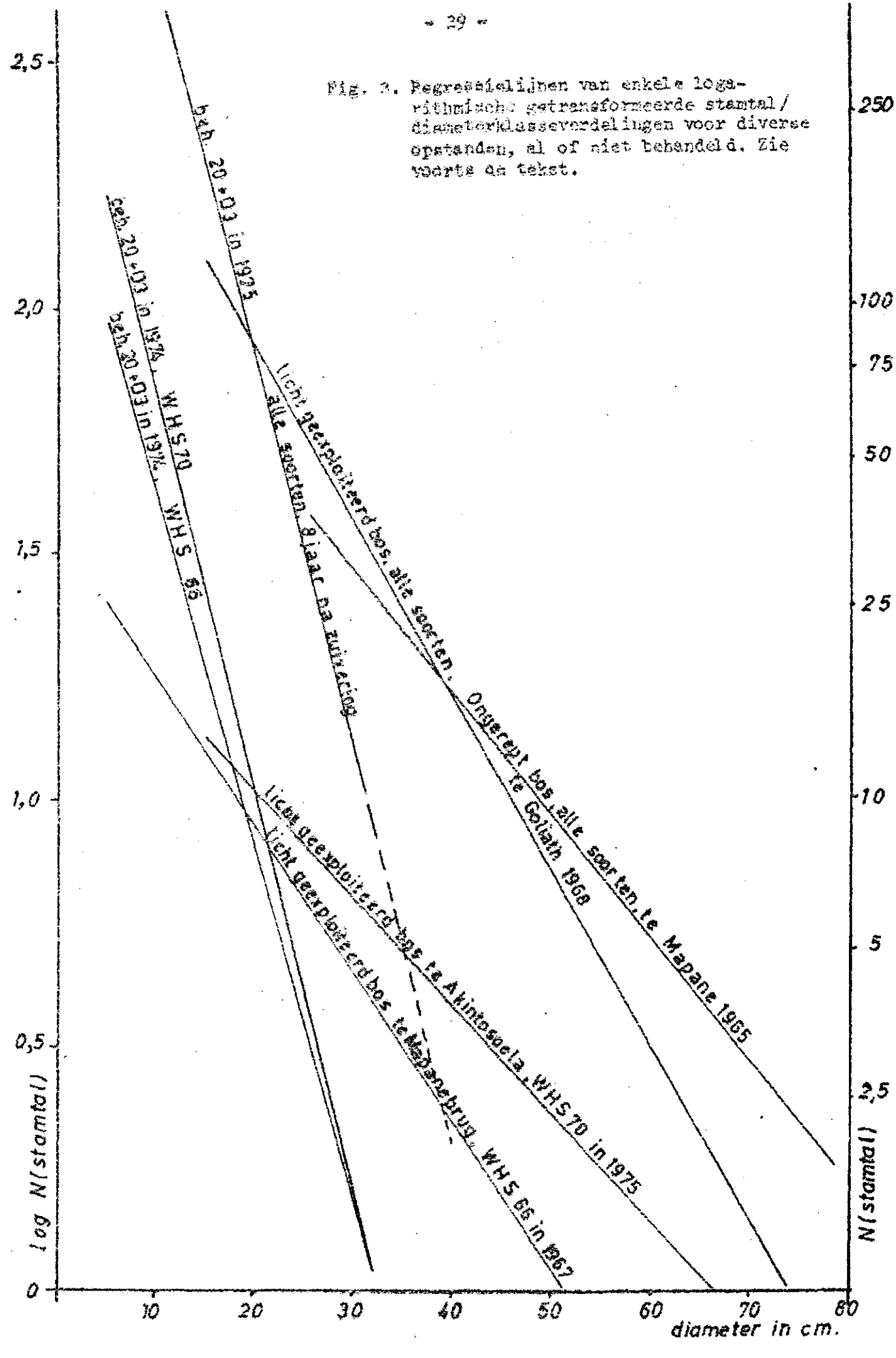


Fig. 3. Regressielijnen van enkele logarithmische getransformeerde stamtal/diameterklasseverdelingen voor diverse opstanden, al of niet behandeld. Zie voorts de tekst.

en dan speciaal 20+D3 stijgt de A flink in de loop der tijd, waarbij de B dan wel een hoge waarde aanneemt. Zie ook Fig. 3. Een bezwaar is wel dat de gegevens voor 1967 van 40+3 en 20+3 niet bekend zijn, zodat aangenomen moet worden dat de A en B waarden ongeveer dezelfde als van 0, 40+0 en 20+0 in 1967 zijn geweest. Deze laatste waarden lopen nogal uiteen en de R^2 is ook nogal wisselend. Bij de behandeling 0 daalt de A wat met de tijd, en de B ook iets, bij behandeling 40+0 stijgt de A wat, evenals de B, en bij de behandeling 20+0 daalt de A wat, en ook de B. Bij de behandeling 20+3 stijgen A en B meer dan bij behandeling 40+3. Neemt men méér WHS in het sortiment op, b.v. alles uit de groep WHS 70, dan ontwikkelt A zich nog gunstiger (zie bijlage 4).

Van de behandelingen 20+D3 en 40+D3 is een herziene s/d verdeling opgesteld omdat aangenomen wordt dat een groot deel van de WHS boven de zuiveringsgrens ten onrechte gedood is. Dat geldt overigens ook voor andere behandelingen. Om de juiste s/d verdeling enigszins te reconstrueren is voor de WHS 70 in het jaar 1974 boven de 25 cm dbh de /

s/d verdeling van 40+0 resp. 20+0. Na transformatie en regressieberekening werden voor 1974 de volgende waarden voor A, B en R^2 gevonden:

	A	B	R^2
20+D3*	1,887	0,038	0,97
40+D3*	1,398	0,024	0,84

De regressielijnen lopen na de reconstructie duidelijk minder steil.

Ofschoon verschuivingen in stamtal/diameterverdelingen over relatief korte perioden betreffende vrij kleine populaties (kleine bospercelen) geen zeer betrouwbare conclusies toelaten, is hier toch gepoogd een schets te geven van de ontwikkelingen die optraden bij de behandelingen in Mapanebrug. Dit is te zien als een aanzet voor een overzichtelijker maken van de bereikte resultaten. De s/d verdeling reageert nogal traag op allerlei houtteeltkundige maatregelen, maar is dan ook een minder sterk in de tijd wisselend opstandskenmerk dan b.v. de jaarlijkse omtrekgroei der bomen. De omtrekgroei reageert sterk op maatregelen als vrijstelling, vooral bij de kleinere bomen, en kan binnen enkele jaren sterk stijgen en weer sterk dalen voor bepaalde kleine diameterklassen. Ook de regenval kan de jaarlijkse omtrekgroei sterk beïnvloeden. Tenslotte vergt het kennen van de omtrekaanwas nogal wat kosten vergeleken met het opnemen van de s/d verdeling van een bos. Daarom is in de houtteeltpraktijk de omtrekaanwas geen gemakkelijk te meten en te hanteren maatstaf. Wegens de relatief grote omtrekaanwas in behandelde (gezuiverde en vrijgesteld) bossen in de humide tropen zal de s/d verdeling over vrij korte perioden (5-10 jaar) reeds zeer duidelijke verschuivingen kunnen tonen, en dit maakt hem een belangrijk hulpmiddel bij het beheer.

/ s/d verdeling van 40+D3 en 20+D3 (zie Tabel 12) vervangen door de

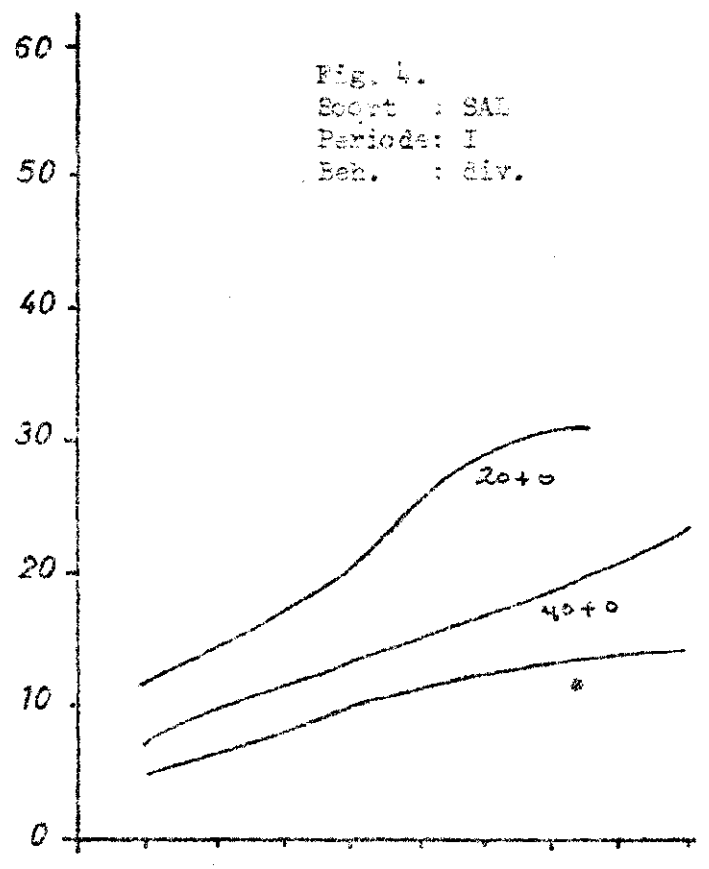
6.4. OMTREKAANWAS

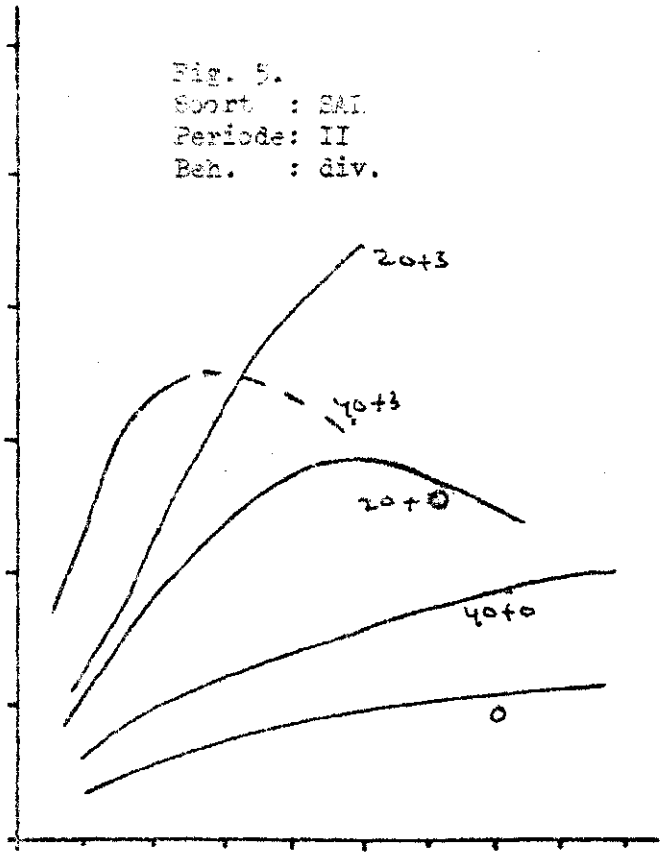
De cijfers van de jaarlijkse omtrekmetingen der WHS zijn voor de drie meetperioden (zie Tabel 4) gebruikt ter berekening van de jaarlijkse omtrekaanwas per diameterklasse, voor een aantal soorten, al of niet uitgesplitst naar behandeling en meetperiode. Een algemeen beeld van de groei bij de diverse behandelingen is moeilijk te geven. Het samenvoegen van de gegevens der WHS moet onder enkele voorwaarden gebeuren, en een eerste voorwaarde is wel dat de soorten niet tezeer uiteenlopen in groeisnelheid. Een indeling in snelle, matige en langzame groeiers zou hier een goede oplossing zijn. Een andere voorwaarde is echter dat de soort in alle diameterklassen redelijk vertegenwoordigd moet zijn wil men iets met de resultaten kunnen beginnen. Nu zijn bijvoorbeeld de snel groeiende lichthoutsoorten die zich pas vestigen na een sterke ingreep, in de hogere diameterklassen geheel afwezig (zie Tabel 18 voor OKR, en bijlage 5 voor GOE, SOE en PRI). Het leek dan ook nuttiger om enkele goed vertegenwoordigde soorten te kiezen en die eerst te bespreken. Daarna kunnen deze gegevens samengevoegd worden ter berekening van bijvoorbeeld doorlooptijden voor de diverse diameterklassen. De 4 gekozen soorten zijn SAL, de Pisies, HBA en KRA. De berekende omtrekgroei per diameterklasse vindt men in bijlage 5, A, B, C en D, terwijl de aantallen bomen daarbij vermeld staan tussen haken.

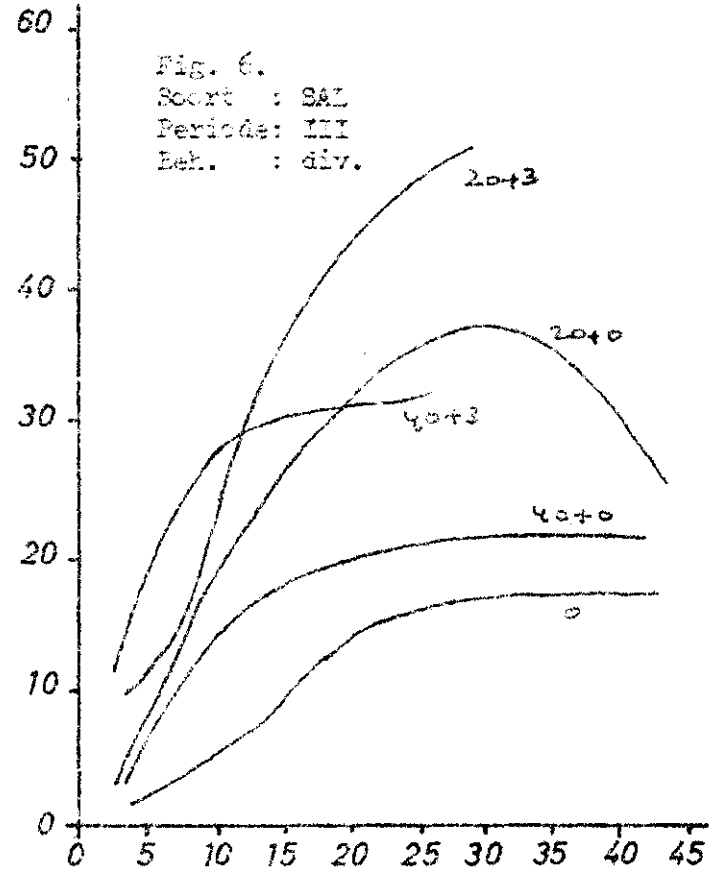
Om de cijfers duidelijk te laten spreken zijn de gegevens verwerkt tot omtrekaanwas/diametercurven. Van de 4 soorten komt SAL voldoende talrijk voor om betrouwbare curven mogelijk te maken. Bij de Pisies zijn de aantallen in de diameterklassen boven de 15-20 cm wel gering, zodat het daarboven min of meer om schattingen gaat. Ook bij HBA is dit vaak het geval, terwijl KRA weer wat betere gegevens oplevert. De curven zijn vloeiend getekend, en om dat te verkrijgen moest nogal eens vereffend worden. In Fig. 4 t/m 35 zijn diverse combinaties van curven afgebeeld, per soort eerst voor diverse behandelingen samengebracht over een van de drie meetperioden per Figuur, en vervolgens per soort voor één behandeling voor de drie perioden in één Figuur samengebracht. Er worden slechts 5 behandelingen besproken in deze gevallen.

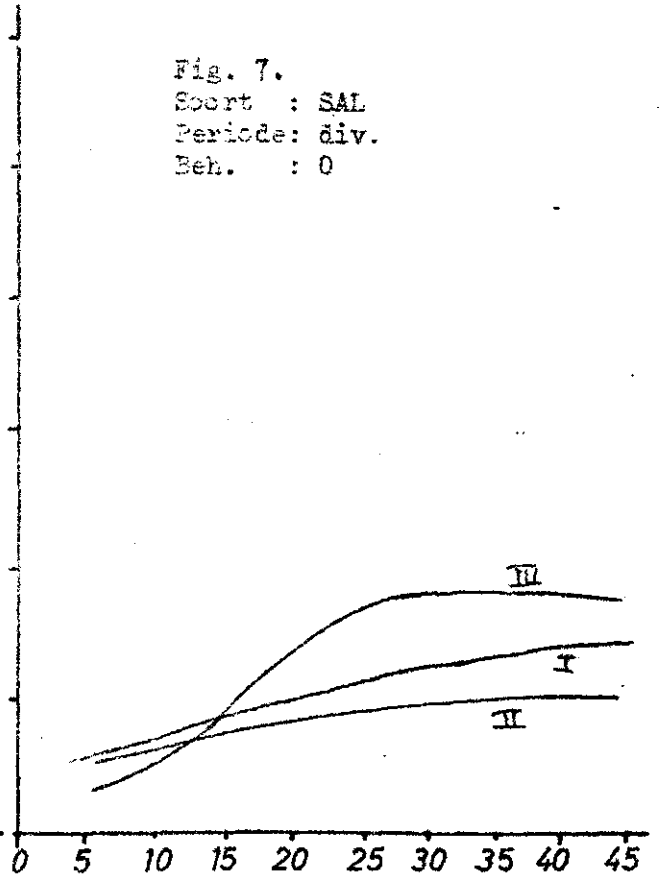
Bezien wij eerst Fig. 4 t/m 11, voor SAL (rode salie, *Tetragastris altissima*, Burseraceae). SAL komt zeer frequent voor in het bos te Mapanebrug. Het hout behoort tot de middelzware soorten. SAL heeft een wat onregelmatige stamdoorsnede, met wortellijsten, vaak tot enige meters hoogte. Het is meestal niet te vermijden dat de omtrek gemeten wordt over de wortellijsten of althans de uitloop daarvan, en wanneer deze gaan uitgroeien suggereren ze een grotere omtrekaanwas, en daarmede een grotere houtproduktie, dan in werkelijkheid optreedt. Het groeien van de wortellijsten zou wel eens afhankelijk kunnen zijn van de expositie der bomen, b.v. na een sterke zuivering, of van de leeftijd c.q. diameterklasse. Dit zijn redenen om voorzichtig te zijn bij de beoordeling van de groeicijfers bij deze soort.

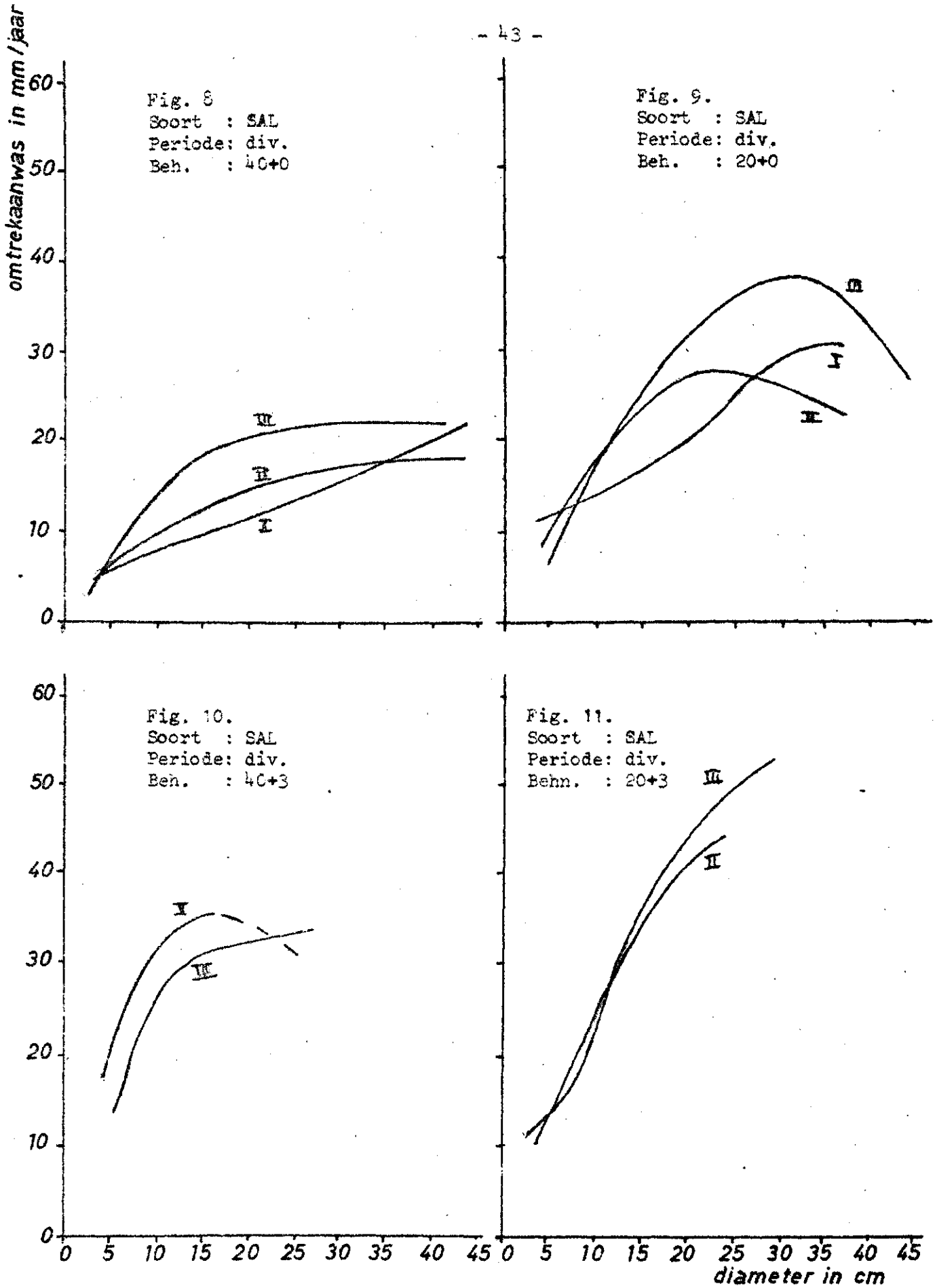
In periode I (medio 1967 tot medio 1970), zie Fig. 4, is het effect van de zuiveringen op de groei reeds goed zichtbaar, ook bij de kleinste diameterklassen. In periode II (medio 1970 tot medio 1972, Fig. 5) blijkt de groei in de diameterklassen rond de 15-25 nog wat te verbeteren in behandelingen 40+0 en 20+0, terwijl de eerste vrijstellingen (beh. 40+3 en 20+3) een hernieuwde stimulans hebben betekend voor de grotere diameters. Vanzelfsprekend hebben de kleinere bomen ook van deze vrijstellingen geprofiteerd, maar merkwaardigerwijze in 40+3 meer dan in 20+3. In 20+0 groeien de kleine diameters nog wel beter dan in 40+0. De 0 is in periode II afgezakt tot een lager peil dan in periode I (zie Fig. 7).


Fig. 4.
Soort : SAL
Periode: I
Beh. : div.
60
50
40
30
20
10
0
2o+o
4o+o
*


Fig. 5.
Soort : SAL
Periode: II
Beh. : div.
2o+3
4o+3
2o+o
4o+o
o


Fig. 6.
Soort : SAL
Periode: III
Beh. : div.
60
50
40
30
20
10
0
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45
2o+3
2o+o
4o+3
4o+o
o


Fig. 7.
Soort : SAL
Periode: div.
Beh. : 0
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45
III
I
II


omtrekaanwas in mm/jaar
Fig. 8
Soort : SAL
Periode: div.
Beh. : 40+0
Fig. 9.
Soort : SAL
Periode: div.
Beh. : 20+0
Fig. 10.
Soort : SAL
Periode: div.
Beh. : 40+3
Fig. 11.
Soort : SAL
Periode: div.
Behn. : 20+3
I
II
III
0
10
20
30
40
50
60
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45
diameter in cm

In periode III (medio 1972 tot medio 1974, zie Fig. 6) blijkt dat 20+0 en 40+0 vooral in de lage diameterklassen elkaar naderen. In periode III valt de geringere groei van de hoogste diameterklassen op in behandeling 20+0. Deze daling was in periode II overigens ook al goed te bemerken. De reden is misschien dat de bomen in deze hoge diameterklassen al te oud zijn om goed te profiteren van de verbeterde concurrentiepositie. Behandeling 40+3 geeft in periode III nog steeds de beste groei van de kleine diameters te zien. Behandeling 20+3 en 40+3 beide geven de lagere diameterklassen betere groeikansen dan 20+0 en 40+0, en voor een snelle aanvulling van de stamtallen in de middelbare en hogere diameterklassen is deze hulp door vrijstellen dus wel gewenst.

De soort SAL reageert als kleine boom niet zo sterk op vrijstelling als de lichtere soorten, b.v. Pisies, KRA en HBA, maar blijft wel lang doorgroeien na de vrijstelling, ook als de concurrentie weer gaat toenemen. Dat blijkt uit vergelijking van de omtrekaanwas in een behandeling over de 3 perioden (Fig. 7 t/m 11).

In Fig. 7 is te zien dat in beh. 0 duidelijk fluctuaties optreden in de groei van de dikkere diameters over de 3 perioden. Dat is bij SAL sterker dan bij de hierna besproken soorten HBA en Pisies. Het lijkt geen verband te houden met de regenval, omdat dan periode I een slechtere groei zou moeten tonen dan periode II, en dat is niet het geval. Behandeling 40+0 (Fig. 8) blijkt in de middelbare diameterklassen steeds beter te groeien naarmate de tijd voortschrijdt. Ook bij beh. 20+0 is dat het geval. Er treedt tegelijkertijd een achteruitgang op in de groei van de kleine diameters. Het maximum in omtrekaanwas ligt kennelijk bij de diameters in de 25-30 cm klasse, zowel bij SAL als bij bv. KRA en HBA. In de lagere diameterklassen doet de concurrentie door de sterke toename van het totaal aantal staken (in die klassen) van alle soorten samen zich waarschijnlijk sterk gevoelen in periode III. Dit beeld keert terug bij de bespreking der curven van de 3 andere soorten (Pisies, HBA, KRA).

De zeer hoge waarden voor de klassen 20-30 cm dbh bij beh. 20+3 (in Fig. 11) lijken weinig betrouwbaar. Helaas zijn de hogere diameterklassen niet vertegenwoordigd, zodat niet nagegaan kan worden of het maximum in dit geval ook in de middenklassen zou vallen.

Zou men SAL voor de teelt moeten karakteriseren, dan zou men het een niet obligate schaduwhoutsoort kunnen noemen, met een trage jeugdgroei, maar dankbaar voor enige niet te sterke vrijstelling. SAL is goed bestand tegen concurrentie, heeft voorts geen opvallend grote mortaliteit, en groeit, met inachtneming van een herstelperiode, goed door na een tijdelijke stagnatie wegens onderdrukking.

In Fig. 12 t/m 19 worden de omtrekaanwas/diametercurven weergegeven van vier samengenomen soorten pisie, te weten WAP (wanapisie, *Ocotea* sp.), WIP (witte pisie, *Ocotea petalanthera*) ZPG (zwarte grootbladige pisie, *Nectandra grandis*) en ZPK (zwarte kleinbladige pisie, *Ocotea glomerata*) alle vier van de familie der Lauraceae. De stamtallen per soort waren te laag om er mee te kunnen werken, zodat deze sterk verwante soorten samengenomen zijn, om zodoende betrouwbaarder cijfers te verkrijgen. Het hout van deze soorten is vrij zacht, en licht tot matig zwaar. De stamvorm is normaal, en geeft geen problemen. Het worden geen grote bomen.

Fig. 12.
Soort : Pisies
Periode: I
Beh. : div.

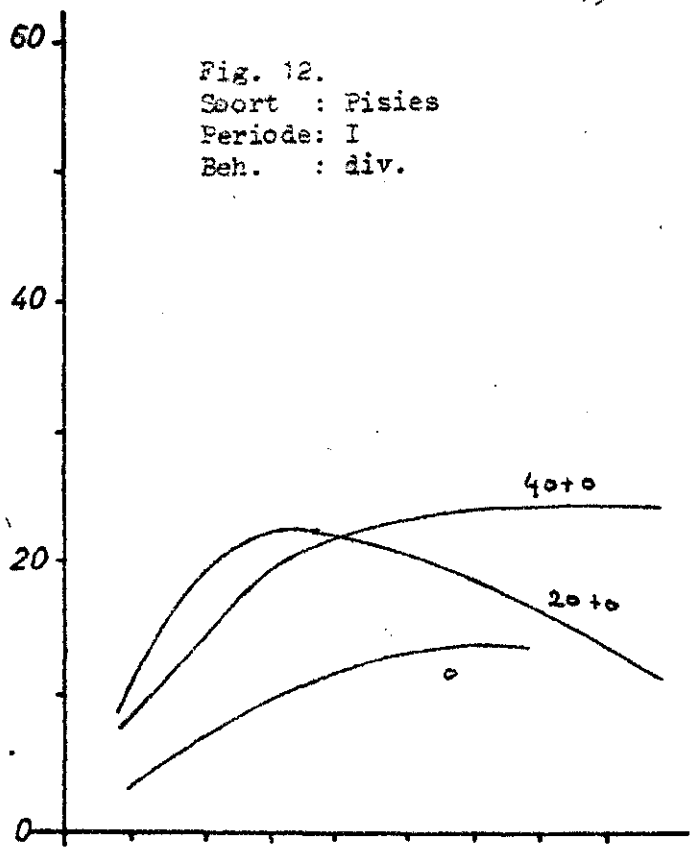


Fig. 13.
Soort : Pisies
Periode: II
Beh. : div.

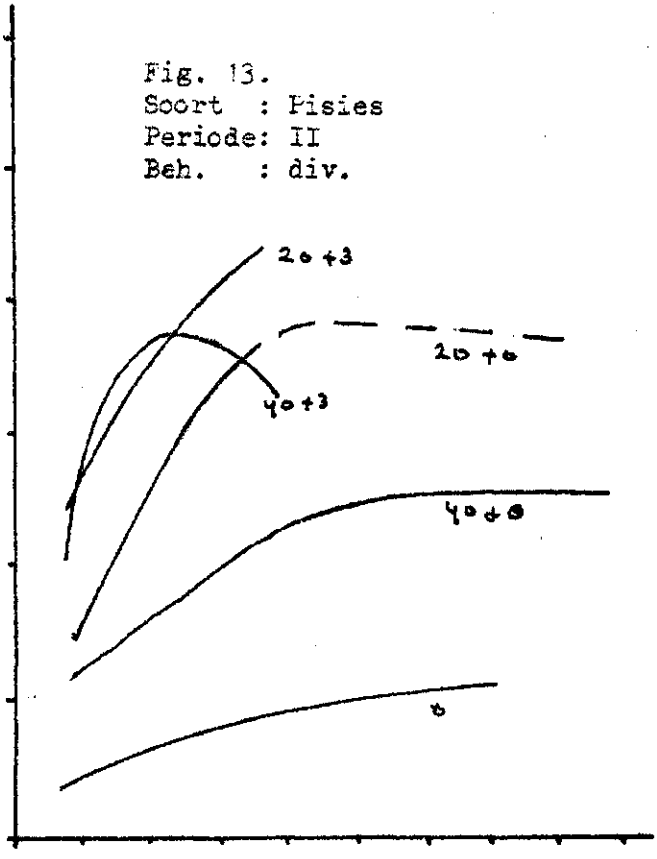


Fig. 14.
Soort : Pisies
Periode: II
Beh. : div.

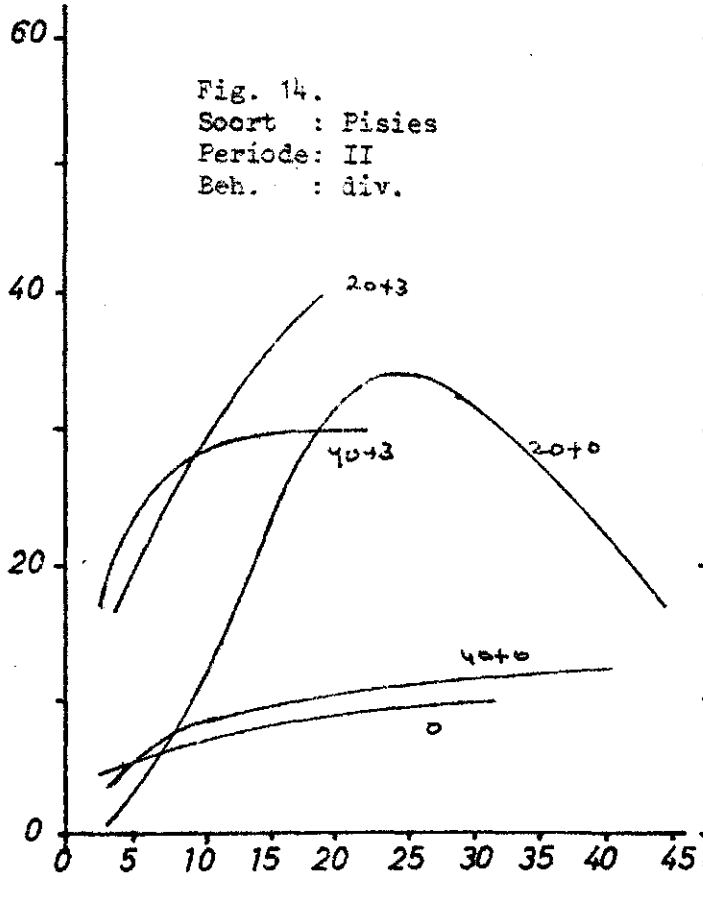
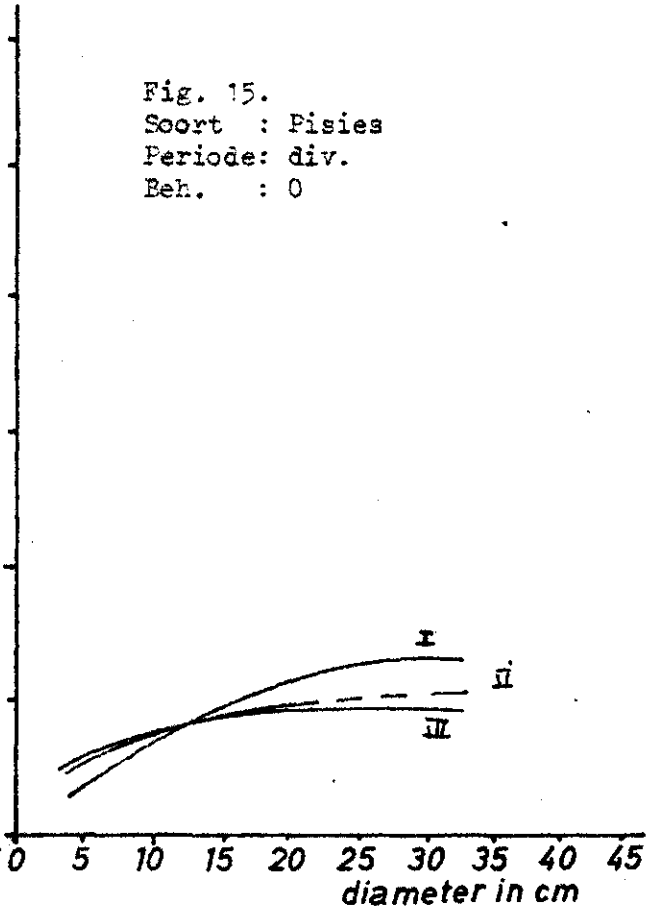


Fig. 15.
Soort : Pisies
Periode: div.
Beh. : 0



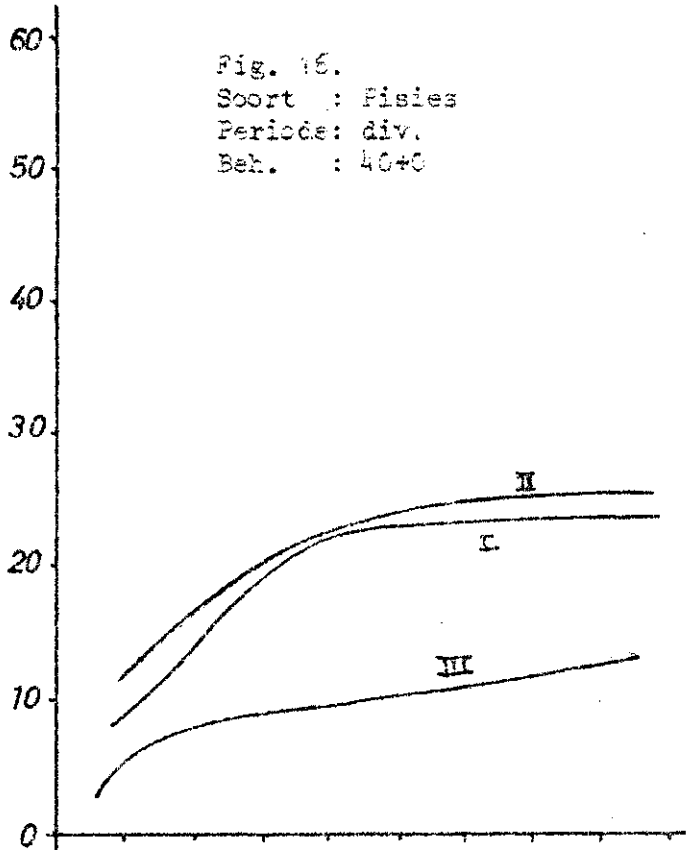


Fig. 16.
Soort : Pisies
Periode: div.
Beh. : 40+0

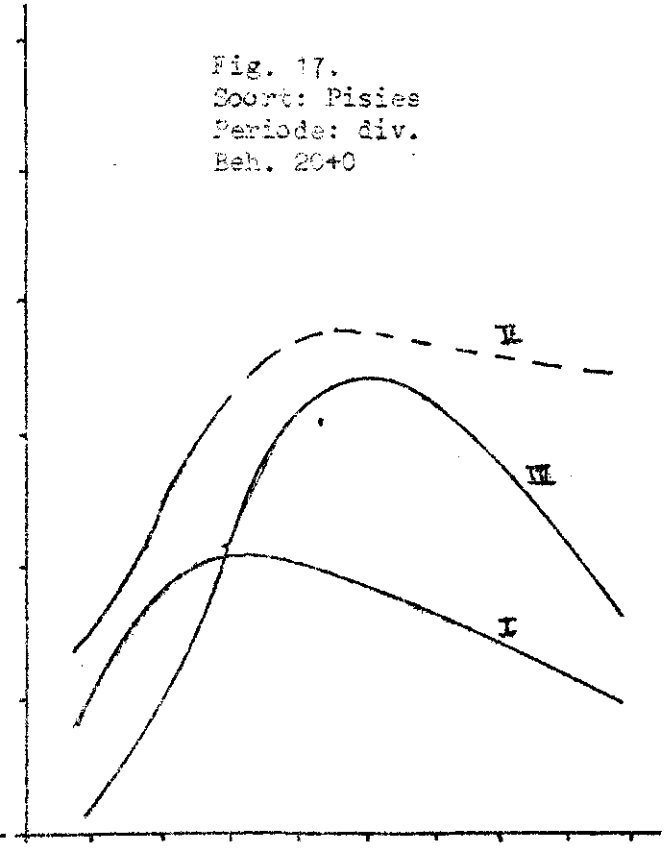


Fig. 17.
Soort: Pisies
Periode: div.
Beh. 20+0

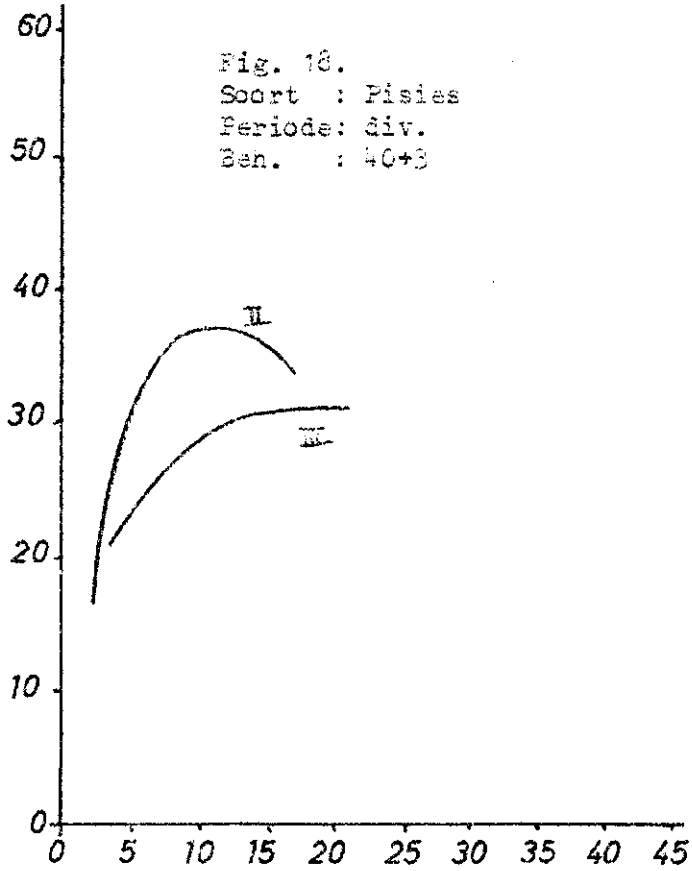


Fig. 18.
Soort : Pisies
Periode: div.
Ben. : 40+3

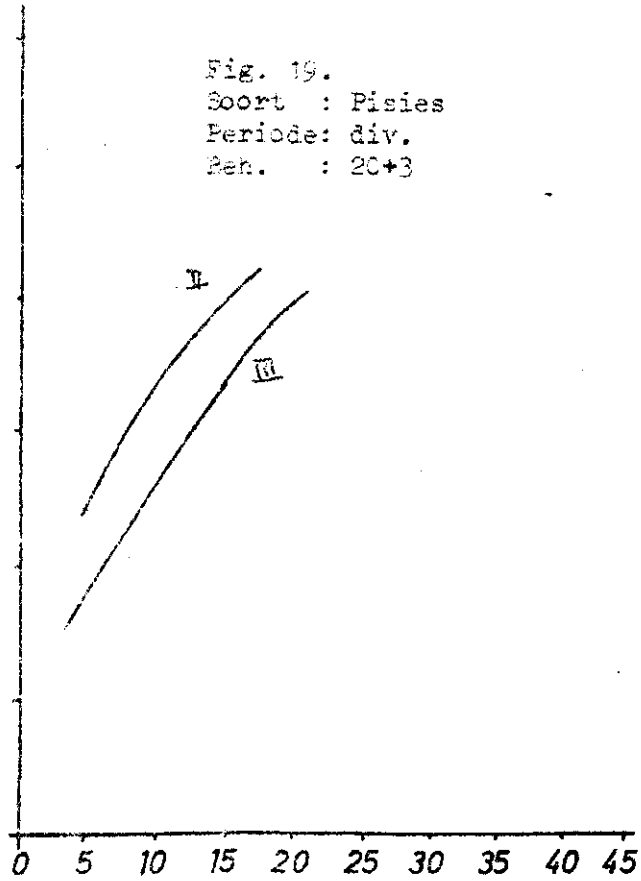


Fig. 19.
Soort : Pisies
Periode: div.
Beh. : 20+3

Uit Fig. 12 blijkt dat ook bij Pisie de reactie op de zuiveringen in periode I duidelijk is. Echter blijken de kleinere diameters beter te reageren dan bij de soort SAL het geval was. Bij behandeling 20+0 valt het achterblijven van de dikkere diameters op, maar zoals gezegd zijn er slechts weinig metingen beschikbaar in de hogere diameterklassen, zodat aan verschijnselen in deze klassen niet teveel waarde gehecht moet worden. Plausibel is het effect wel, omdat het overeenstemt met het feit dat Pisies niet dik worden. In periode II is de groei van behandeling 20+0 sterk verbeterd, behandeling 40+0 blijft min of meer op het niveau van periode I (zie ook Fig. 16). Dit kan verklaard worden uit de concurrentie, die bij behandeling 40+0 reeds eerder weer een hoog niveau bereikt. Ook behandeling 20+0 lijkt deze concurrentie te ondervinden, echter later pas, in periode III (zie Fig. 17). In die periode is 40+0 al een heel stuk verder gezakt (Fig. 16).

De vrijstellingen in behandeling 20+3 en 40+3 helpen goed, in periode III wat minder dan in periode II (Fig. 18 en 19), waarbij opvalt dat beide behandelingen elkaar niet veel ontlopen bij de Pisies (Fig. 13 en 14). Inderdaad werkt een vrijstelling in de praktijk de verschillen in zuivering weg, ofschoon dat niet altijd direct gelukt. In de onderhavige proef is zelfs geprobeerd het verschil, ontstaan door het verschil in de zuiveringen, te handhaven bij het vrijstellen. Bij de andere soorten (SAL en HBA bijvoorbeeld) is het verschil wel zichtbaar gebleven na de eerste vrijstelling, maar niet of minder na de tweede vrijstelling. In de 40+3 reageren tijdens periode II de dikkere bomen niet zo gunstig, maar tijdens periode III wel weer goed (Fig. 14). In beide behandelingen 20+3 en 40+3 ontbreken weer de dikkere diameters. De Pisies zijn blijkens het voorgaande wel dankbaar voor extra vrijstelling na de zuivering, maar echt snelle groeiers zijn het ook dan niet (in Mapanebrug althans). Waarschijnlijk zijn zij reeds voor lichte concurrentie gevoelig, althans gevoeliger dan SAL. In behandeling 0 (Fig. 15) is het verschil in groei in de tijd niet zo groot als bij SAL, er valt ook weinig over te zeggen verder.

Fig. 20 t/m 27 geven de omtrekaanwas/diametercurven van de soort HBA (hooglandbaboen, *Virola melinonii*, Myristicaceae) welke relatief licht hout heeft, dat zeer goed bruikbaar is als schilhout. Uit Fig. 20 t/m 23 blijkt dat HBA niet zo best groeit in gesloten bos (beh. 0), totdat hij het kronendak min of meer bereikt heeft, waarna de groei duidelijk beter wordt. Te verwachten is dus dat HBA graag wat licht heeft. De reactie op de zuiveringen is nog wat sterker dan bij SAL (vgl. Fig. 20, en 21 en Fig. 4). Op de extra vrijstelling in beh. 40+3 en 20+3 reageert de HBA ook duidelijk (Fig. 21). In periode III toont HBA een duidelijk plafond in de groeisnelheid, ongeveer bij 40 mm omtrekaanwas per jaar (Fig. 22) waarboven de vrijstellingen de groei niet kunnen omhoog brengen. De 40+3 en 20+3 helpen in periode II en III zeer goed bij de kleinere bomen, het effect is veel groter dan bij SAL, en ook nog wat beter dan bij de Pisies.

Over de drie perioden bezien blijkt in behandeling 40+0 (Fig. 24) alleen de groei van de dunnere diameters wat te fluctueren. Bij de dunnere diameters in behandeling 20+0 (Fig. 25) is periode III al heel wat slechter dan periode II, de kleinere diameters hebben al spoedig te lijden onder concurrentie zo te zien (zie ook Fig. 26 en 27). Ook bij HBA valt de afvlakking van de groeicurve in de hogere diameterklassen op behalve voor de behandeling 0, waar de dikste bomen juist de beste groeiers zijn.

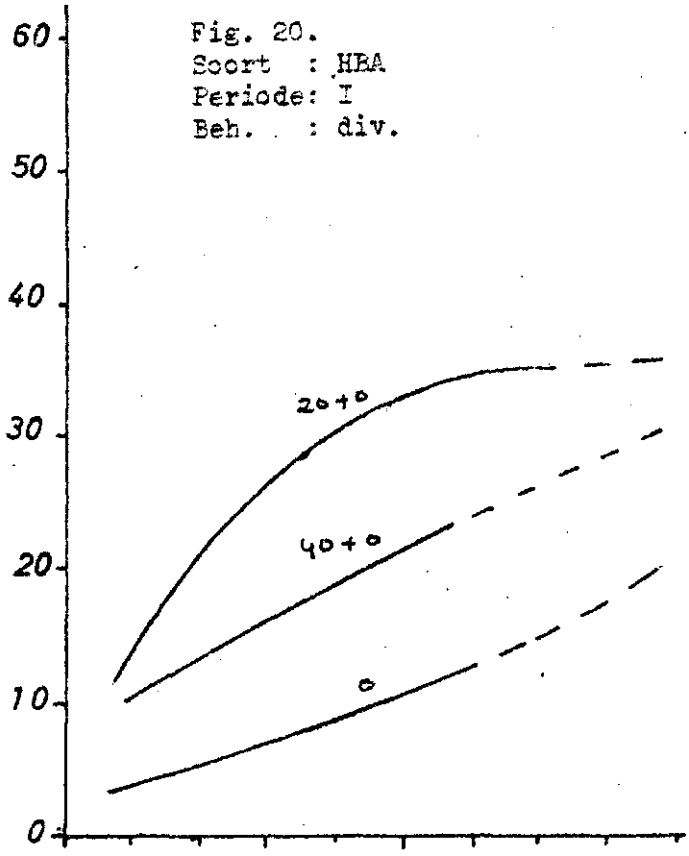


Fig. 20.
Soort : HBA
Periode: I
Beh. : div.

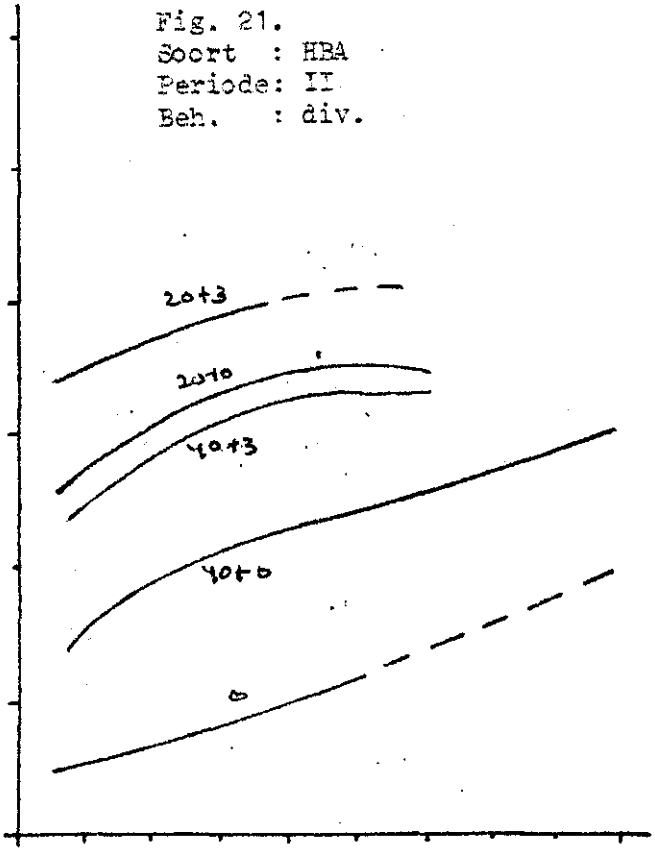


Fig. 21.
Soort : HBA
Periode: II
Beh. : div.

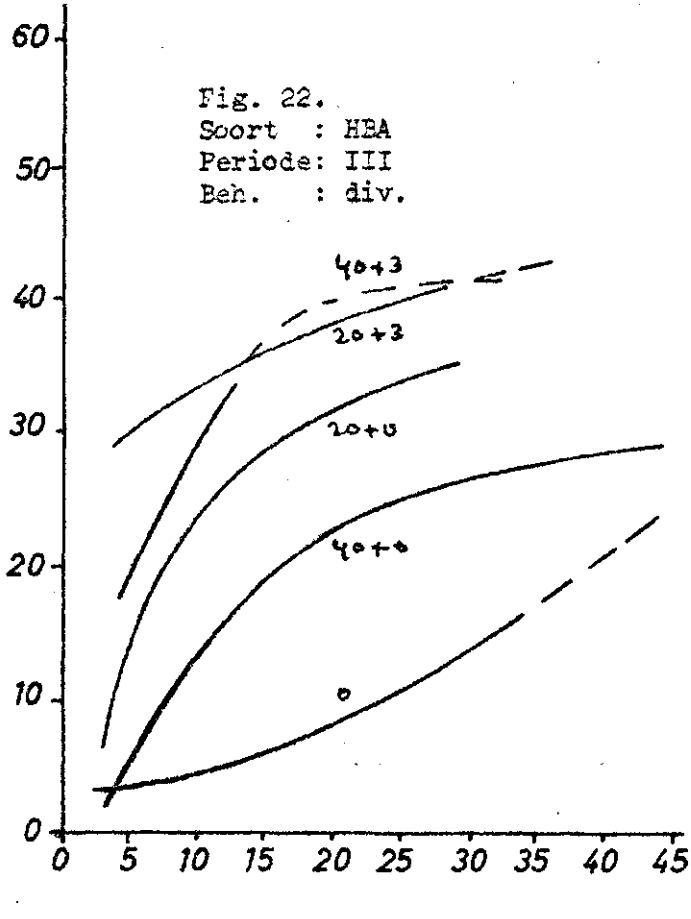


Fig. 22.
Soort : HBA
Periode: III
Beh. : div.

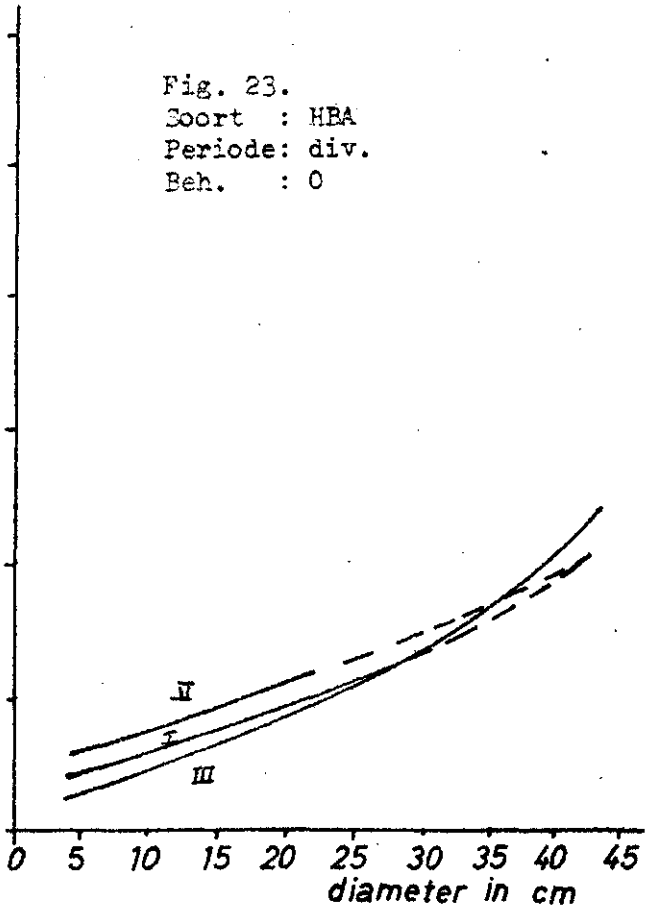


Fig. 23.
Soort : HBA
Periode: div.
Beh. : 0

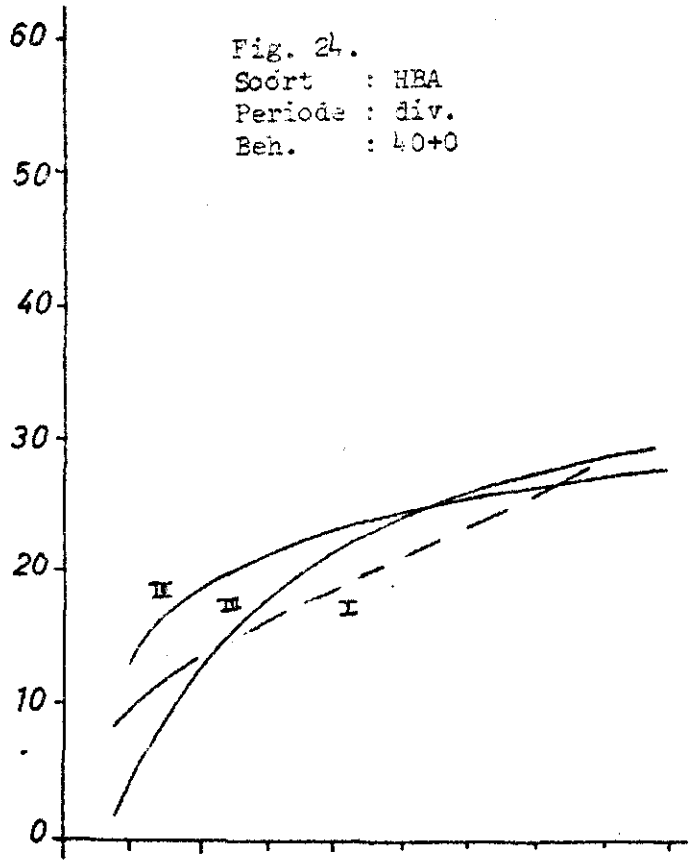


Fig. 24.
Soort : HBA
Periode : div.
Beh. : 40+0

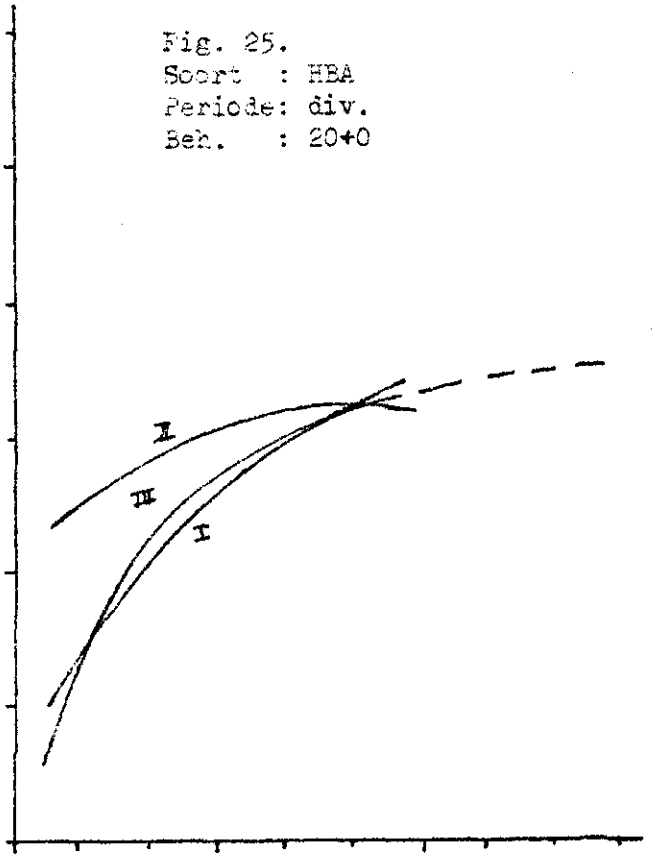


Fig. 25.
Soort : HBA
Periode: div.
Beh. : 20+0

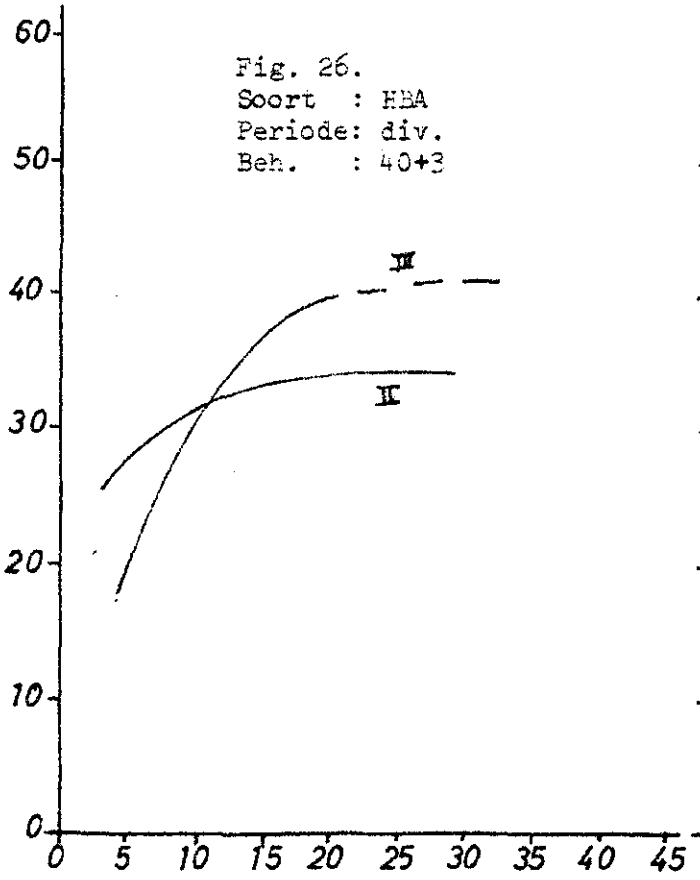


Fig. 26.
Soort : HBA
Periode: div.
Beh. : 40+3

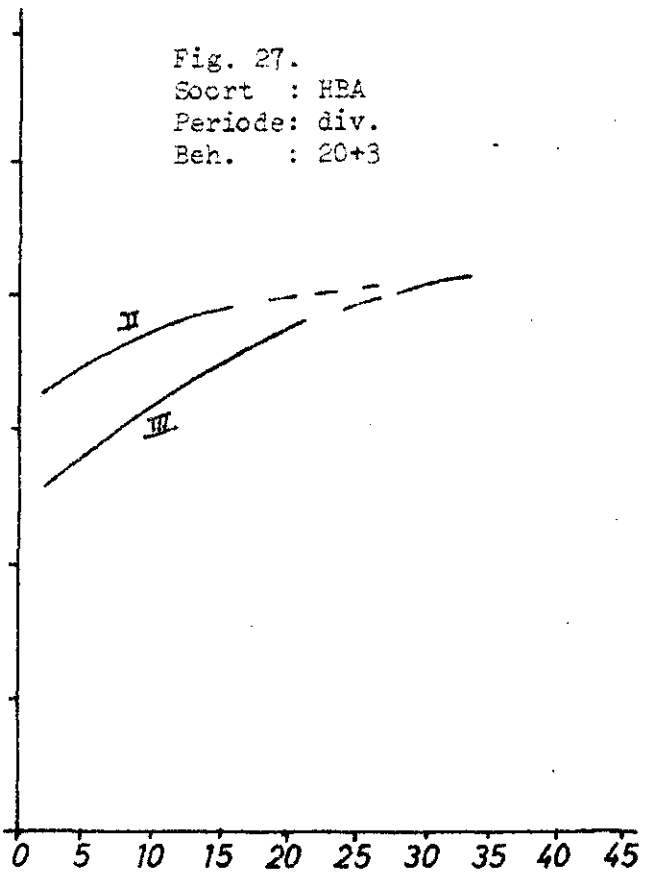


Fig. 27.
Soort : HBA
Periode: div.
Beh. : 20+3

HBA is dus te karakteriseren als een niet obligate lichthoutsoort, die tot een zeker maximum (35-40 mm/j) aan omtrekaanwas goed reageert op hulp door zuiveren en vrijstellen, vooral de kleinere diameters. Lijkt wat gevoelig voor concurrentie, vooral in de jeugd. De (hier niet verder besproken) mortaliteit treedt ook nog wel eens plotseling op bij kaprijpe bomen, die dan binnen het jaar sterven.

In Fig. 28 t/m 35 komt tenslotte KRA aan de beurt. De soort KRA (krapa, *Carapa procera*, Meliaceae) heeft een duidelijke handicap, gelegen in de veelvuldig bij deze soort optredende plaag van de topboorder der Meliaceae. Dit verklaart waarschijnlijk waarom bij vrijwel alle behandelingen de dikke diameters zo deze aanwezig zijn, een slechte groei vertonen. Het is min of meer regel dat juist bomen die veel licht ontvangen sterker aangetast worden door genoemde soort boorders. De reacties op de zuivering en vrijstelling zijn dan ook niet zo gunstig als de potentieel snelle groei doet verwachten.

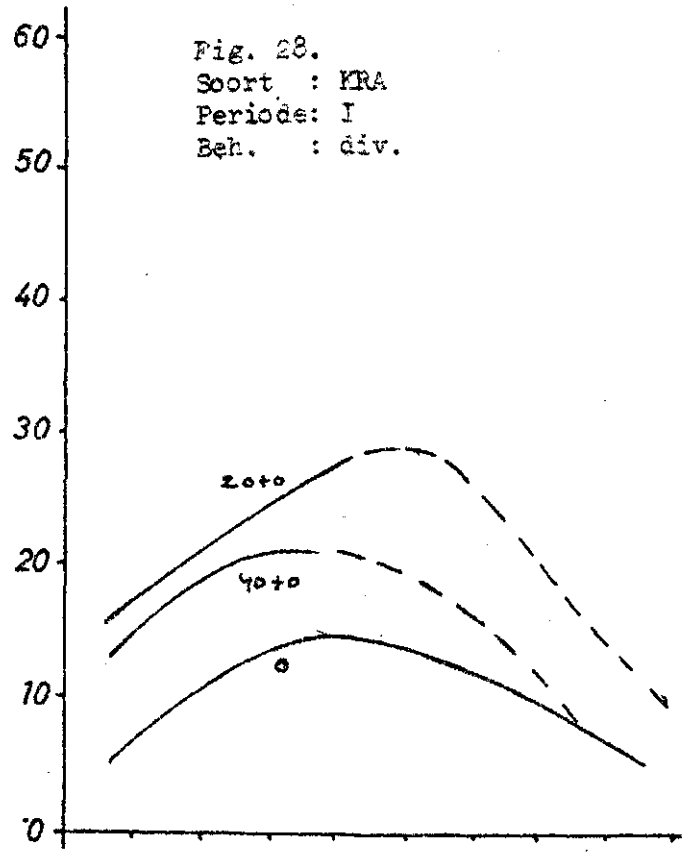
De boorder tast slechts jonge scheuten aan, en wanneer eenmaal een goede stam met voldoende lengte is gevormd dan lijdt verder alleen de omtrekaanwas schade door de plaag. Ernstige aantasting in de jeugd kan echter vorken en laag aangezette kronen opleveren, dus slechte produktie van zaaghout. Snoei is kostbaar boven 5 à 6 m hoogte en helpt weinig, een dikke vork op b.v. 10 m hoogte breekt nog wel eens uit, en maakt de stam dan verder vrijwel waardeloos. Bij KRA moet dus scherp op stamvorm worden geselecteerd zodra dunning in het geding komt. Elke boom betekent een waardplant voor de plaag.

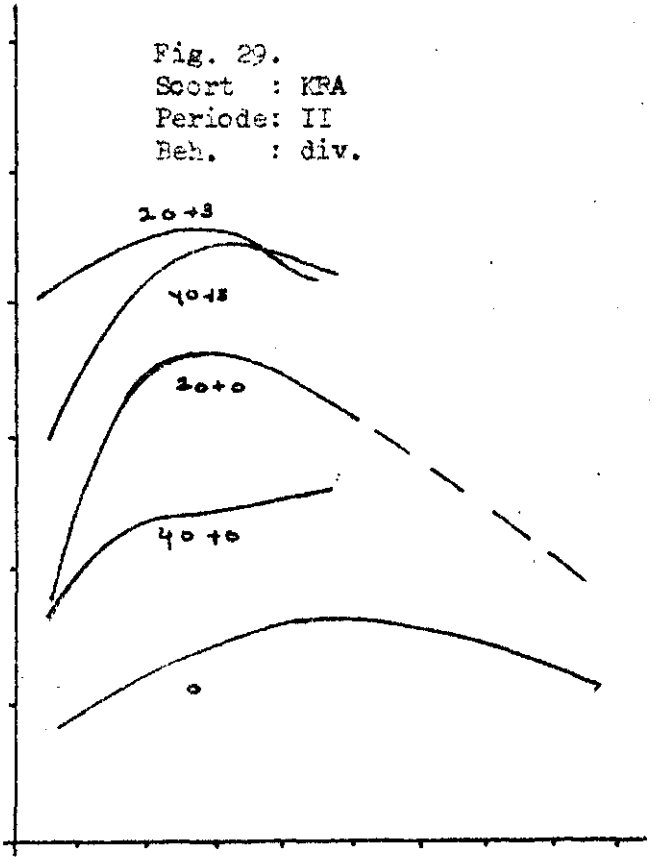
Uit Fig. 28 en 29 is af te leiden dat de omtrekaanwas bij KRA redelijk bevorderd wordt door sterk zuiveren en ook door vrijstellen. In periode I (Fig. 28) is de reactie nog niet zo goed. Doordat in beh. 20+0 ook dikke diameters beschikbaar waren voor meting (KRA is een zeer goed herkenbare soort die niet per vergissing vergiftigd zal worden) is juist bij 20+0 in periode II (Fig. 29) de slechte groei van de dikke diameters goed te zien. Ook behandeling 0 toont de slechtere groei van de dikste bomen. Het verschil tussen de resultaten bij 40+0 en 20+0 (Fig. 28, 29 en 30) is duidelijker dan tussen 40+3 en 20+3 (Fig. 29 en 30). Behandeling 20+3 en 40+3 groeien in periode III duidelijk slechter dan in periode II (Fig. 34 en 35). Het kan een gevolg zijn van de plaag, door de grotere lichtstelling.

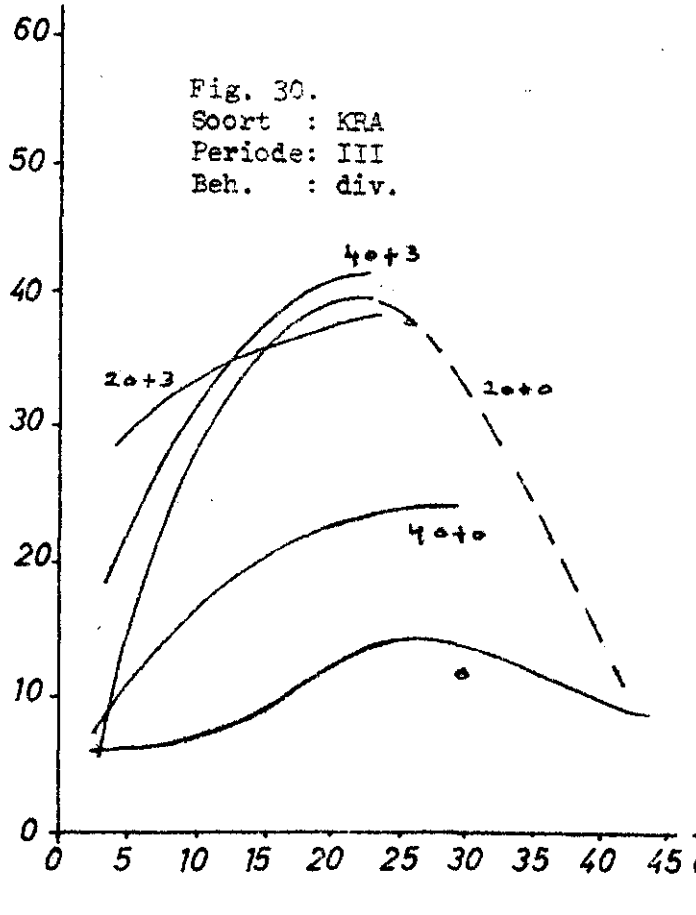
Waarschijnlijk is het beter om alleen de echt goedgevormde bomen van KRA aan te houden, en de rest te doden, wegens de plaag. Sterke vrijstelling is ongewenst. KRA zal het beste te telen zijn met flinke zijschaduw (evt. vulhout).

De zuivering met diametergrens 20 cm is voor KRA misschien wat sterk, maar zuivering met diametergrens 40 cm, zonder extra vrijstelling, is onvoldoende (Fig. 28 en 30). De groei kan fors zijn, en de kleinere bomen profiteren goed van vrijstellingen, afgezien van de kwestie der stamvorm. De kleine diameters reageren op verhoogde concurrentie direct door verminderde omtrekaanwas, de middelbare diameters blijven wel een tijd flink groeien (Fig. 29 en 32, beh. 20+0).

Voegt men de gegevens van SAL, Pisies, HBA en KRA tezamen, dan kan men daarmee de doorlooptijden voor 5 cm brede diameterklassen berekenen zoals in Tabel 17 gebeurd is. Voor de afzonderlijke soorten worden de doorlooptijden hier niet berekend. Men kan dat overigens eenvoudig doen door de klassebreedte (in mm omtrek) te delen door de jaarlijkse omtrekgroei in mm. In Tabel 17 worden 4 behandelingen onderscheiden (zie ook Tabel 3). De klasse 2-4,9 cm dbh is natuurlijk smaller dan de overige, zodat de doorlooptijd van deze eerste klasse geflatteerd uitkomt. De doorlooptijden in behandeling 20+3 zijn in Tabel 17 berekend met de groeiresultaten van behandeling 20+0 wat betreft de diameters boven de 20 cm dbh, omdat in behandeling 20+3 de dikkere diameters te


Fig. 28.
Soort : KRA
Periode: I
Beh. : div.
60
50
40
30
20
10
0
2o+o
4o+o
o


Fig. 29.
Soort : KRA
Periode: II
Beh. : div.
2o+3
4o+3
2o+o
4o+o
o


Fig. 30.
Soort : KRA
Periode: III
Beh. : div.
60
50
40
30
20
10
0
4o+3
2o+3
2o+o
4o+o
o
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45

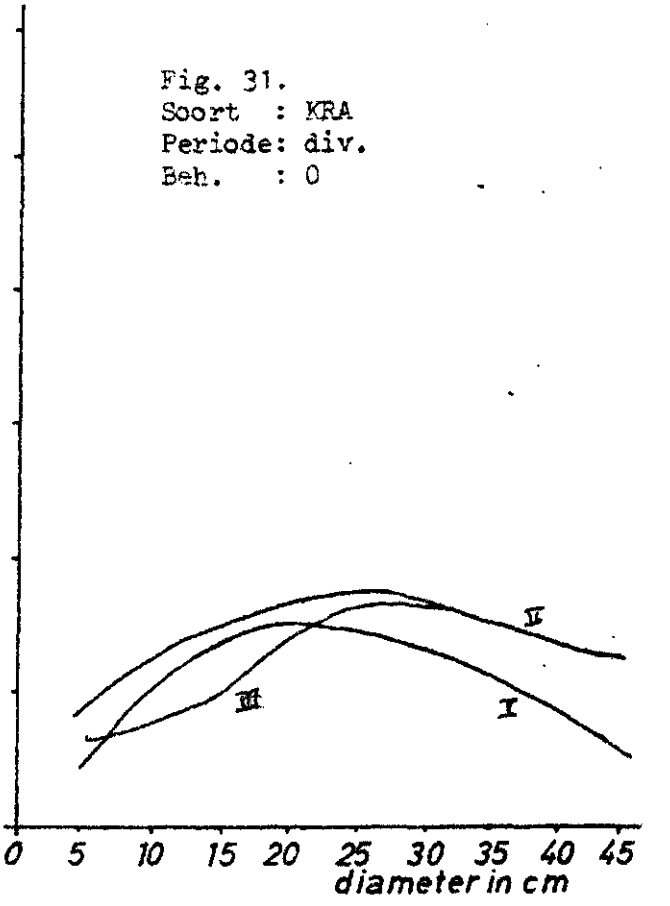

Fig. 31.
Soort : KRA
Periode: div.
Beh. : 0
II
III
I
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45
diameter in cm

Fig. 32.
Soort : KRA
Periode: div.
Beh. : 40+0

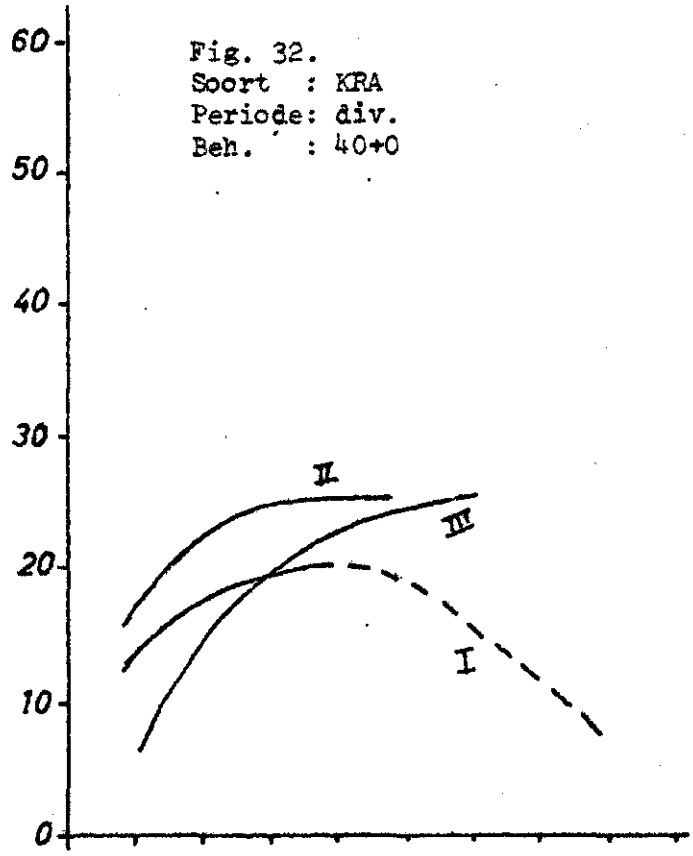


Fig. 33.
Soort : KRA
Periode: div.
Beh. : 20+0

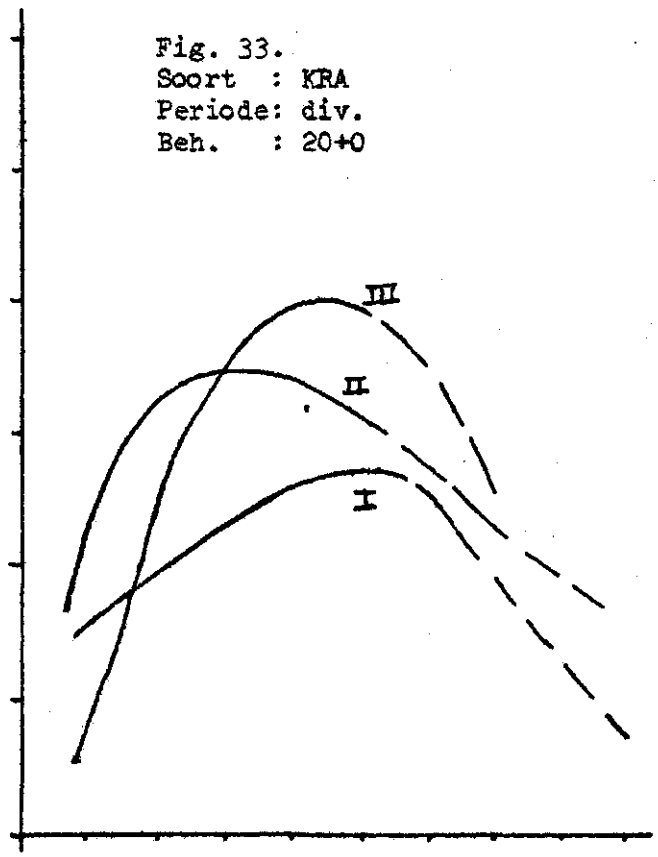


Fig. 34.
Soort : KRA
Periode: div.
Beh. : 40+3

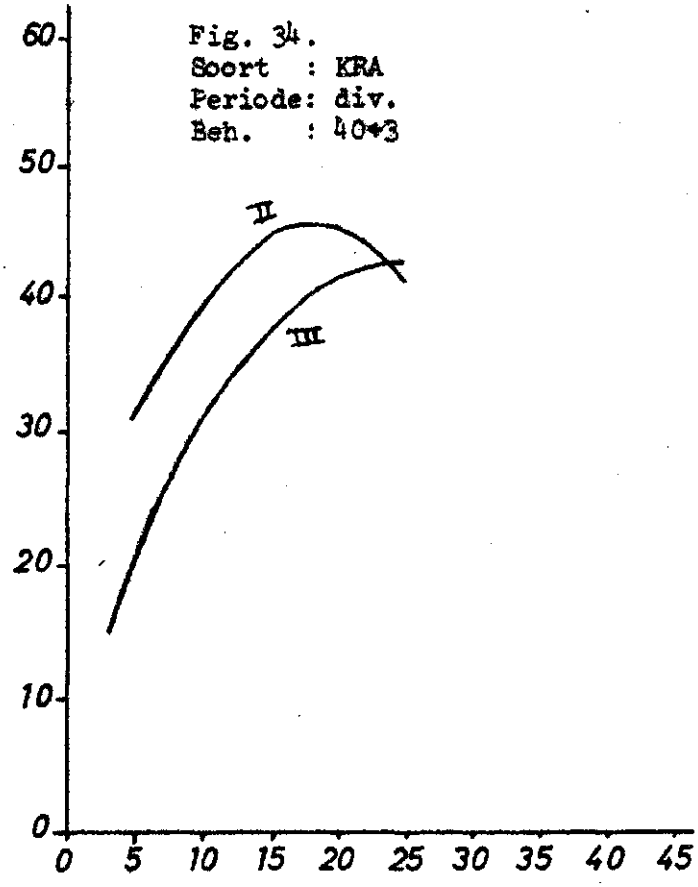
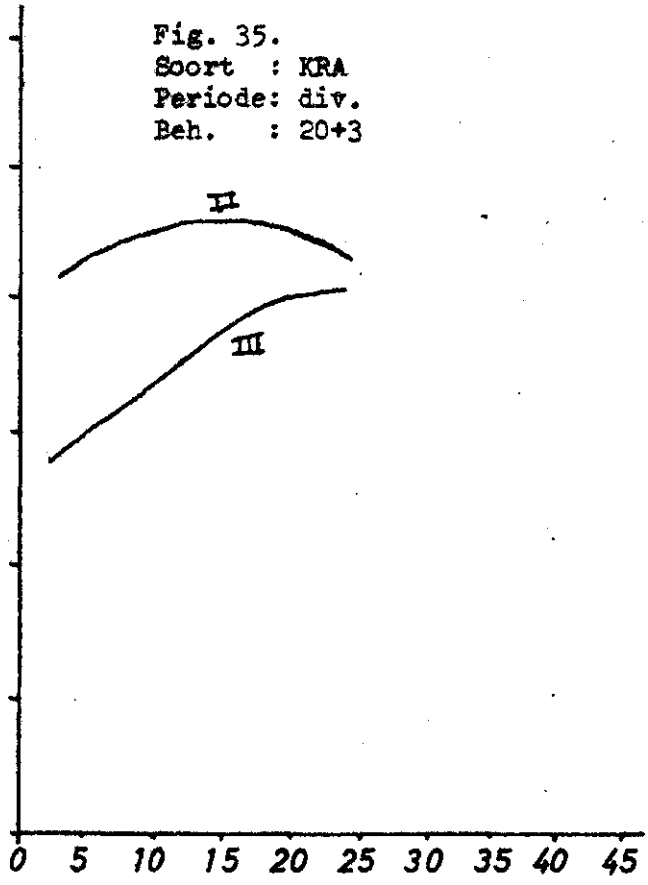


Fig. 35.
Soort : KRA
Periode: div.
Beh. : 20+3



schaars vertegenwoordigd zijn. Deze substitutie geeft eigenlijk een te somber beeld van de effecten van vrijstelling. Uit bijna alle figuren met groeicurven blijkt dat een vrijstelling wel degelijk ook de groei van de dikkere waardebomen bevordert, zodat doorlooptijden van 3½ jaar mogelijk lijken in de periode vlak na een vrijstelling. Om betrouwbaarder gegevens te verkrijgen omtrent de groei der dikkere bomen bij een bepaalde behandeling is een meting van enige honderden bomen boven bv. 15 cm dbh zeer gewenst. (Zie bijlage 12.)

Tabel 17. Doorlooptijden, berekend uit de omtrekaanwas van de 4 soorten SAL, Pisies, HBA en KRA tezamen gemiddeld, in 4 behandelingen, over periode III (1972-'74), uitgedrukt in jaren

diam. klasse	2,0 - 4,9	5,0 - 9,9	10,0 - 14,9	15,0 - 19,9	20,0 - 24,9	25,0 - 29,9	30,0 - 34,9	35,0 - 39,9	40,0 - 44,9
beh. (code)									
0	23,5	31,4	22,4	15,7	13,1	12,1	10,5	9,8	9,8
40+0	23,5	15,7	10,5	8,3	7,9	7,5	7,1	7,1	6,8
20+0	23,5	11,2	6,8	5,1	4,4	4,5	4,8	5,2	6,0
20+3	4,5	6,3	4,8	4,6	4,4	4,5	4,8	5,2	6,0

Het is niet te verwachten dat de doorlooptijden in de intensieve behandelingen (bv. 20+3) voor de laagste diameterklassen steeds zo kort gehouden kunnen worden in de loop der jaren. Wanneer het aandeel der WHS stijgt in de cultuur wordt het steeds minder mogelijk om de onderlinge concurrentie te verlichten zonder de WHS aan te pakken en uit te dunnen. M.a.w. de cijfers van Tabel 17 zijn niet representatief voor een evenwichtstoestand. Zo zullen ook de hoogste diameterklassen een betere groei, dus kortere doorlooptijd, verkrijgen wanneer er jongere en vitale bomen in deze klassen ingroeien in plaats van de oude seniele bomen die niet meer goed konden reageren op de vermindering van concurrentie.

Op een verder gebruik van de doorlooptijden voor berekeningen van omloop wordt hier verder niet ingegaan. In hoofdstuk 6.1 is reeds uiteengezet waarom periode III gebruikt wordt als representatieve meetperiode. Zie voorts bijlage 6.

Van de overige soorten te Mapanebrug kwam de soort OKR (okerhout, *Sterculia* sp., Sterculiaceae) nog zo veel voor dat het materiaal kon worden uitgesplitst voor 5 behandelingen over de 3 perioden (Tabel 18). Het blijkt bij opname dat zuivering haast een voorwaarde is voor duidelijk optreden van OKR. Daarom is behandeling 0 in Tabel 18 slechts met enkele waarnemingen vertegenwoordigd, aan exemplaren welke in een "gat" stonden. In 40+0 en 20+0 is OKR slechts voldoende aanwezig in periode III. De groei is daar niet zo best als in beh. 40+3 en 20+3. De laatstgenoemde behandeling zal wel de beste resultaten geven met OKR. Dikke bomen waren niet aanwezig. OKR heeft bij sterke lichtstelling nogal eens te lijden van aantastingen in top en jong blad. Deze soort groeit nogal onregelmatig, met sprongen, waarbij het bij de opnamen te velde niet duidelijk gebleken is wat daarvan nu de oorzaak moest zijn. Mogelijk zijn genoemde aantastingen de schuldigen.

Tabel 18. Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort OKR (*Sterculia* sp.) over de meetperioden II (1970-'72) en III (1972-'74) voor diverse behandelingen. De stamtallen waarover gemeten is staan tussen haakjes, de omtrekaanwas wordt gegeven in mm

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784		
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	periode	behandeling
	12 (2)	0 (2)	69 (1)		7 (1)	III	0
	7 (8)	12 (5)		10 (1)		III	40+0
	7 (7)	22 (8)	6 (2)	33 (1)		III	20+0
	37 (9)	13 (2)		1 (1)		II	)
							) 40+3
	33 (17)	35 (5)				III	)
	45 (21)	-	33 (5)			II	)
							) 20+3
	22 (27)	18 (12)	12 (2)	48 (2)		III	)

Van de andere soorten te Mapanebrug waren er eigenlijk onvoldoende waarnemingen om de effecten uit te splitsen zoals bij de hierboven besproken soorten. De belangrijke middelzware soorten WAN (wana, *Ocotea rubra*, Lauraceae en BAS (basralocus, *Dicorynia guianensis*, Papilionaceae), alsook KOP (kopie, *Goupia glabra*, Celastraceae) kwamen weinig voor. Ook de zware soort BRU (bruinhart, *Vouacapoua americana*, Papilionaceae) is schaars vertegenwoordigd te Mapanebrug.

De s/d verdeling van BRU vertoont in het bos te Mapanebrug de eigenaardigheid niet afnemend te zijn, maar constant te blijven, van de kleinste tot de grootste diameters toe (HETZLER, 1975). Bij WAN, KOP en BAS is dat ook wel te zien, maar niet zo duidelijk (HETZLER, 1975). De schaduwverdragende soort SAL bv. vertoont wèl zeer duidelijk een z.g. positieve s/d verdeling (HETZLER, 1975). Om enigszins een idee te geven van de groei bij de diverse behandelingen te Mapanebrug van BRU, WAN en BAS zijn de beschikbare gegevens in bijlage 5, E t/m G vermeld. Het gaat hier om 1 à 2 waarnemingen per diameterklasse (als deze al exemplaren hebben), waarbij in zeer veel klassen de waarnemingen ontbreken. BRU blijkt wel te reageren op de vrijstellingen in beh. 40+3 en 20+3. Ook blijken de zuiveringen 40+0 en 20+0, evenals de behandeling V (individuele vrijstelling zonder zuivering) de groei te stimuleren. De omtrekgroei komt nauwelijks boven de 30 mm/jaar uit. Daarbij moet men bedenken dat dit beslist niet een goede houtproduktie betekent, omdat BRU een zeer onregelmatige stamvorm met veel gleuven en holten bezit. De dikkere diameters van BRU (boven 40 cm dbh) zijn kennelijk niet meer tot goede groei in staat (bijlage 5 E).

WAN en BAS (bijlage 5, F en G) vertonen een goede groei (30 tot 45 mm en méér omtrekgroei per jaar) voor enkele exemplaren, bv. in de behandelingen 20+0 en 20+3 en V, en het extra effect van de vrijstelling is wel te zien in behandeling 20+3. Het betreft natuurlijk steeds slechts één á twee exemplaren per diameterklasse, zodat er niet veel gewicht aan kan worden toegekend. Omdat de stamvorm van de twee genoemde soorten rolrond is betekent omtrekgroei hier ook werkelijk houtproduktie.

De drie houtsoorten P R I, GOE en SOE (bijlage 5, H, E, J) zijn alle drie als jonge exemplaren zeer gesteld op licht. Zij groeien vrijwel uitsluitend in sterk gezuiverde gedeelten van de diverse behandelingen. Wanneer zij in behandeling 0 voorkomen als kleine exemplaren dan is dat altijd in gaten of voormalige gaten in het kronendak. Behandeling 40+3 en 20+3 geven de beste resultaten, en waarschijnlijk zullen de exemplaren in gezuiverde maar niet vrijgestelde percelen in de loop der jaren in aantal duidelijk afnemen. Slechts de grote staken halen dan de eindstreep. Van PRI kan nog gezegd worden dat deze soort de kosten van vrijstelling méér waard is dan de meeste andere houtsoorten, door de potentieel zeer snelle groei onder goede omstandigheden, en het kostbare hout dat deze soort levert. PRI lijdt alleen sterk onder scheeftrekken door lianen, maar groeit verder zeer goed met secundaire vegetaties mee op.

Uit de getoonde groeicurven blijkt duidelijk dat dikkere staken en middelgrote bomen (tot omstreeks 25 cm dbh) der WHS veel sneller groeien dan dunne staken, na verlichting der concurrentie door zuivering en evt. vrijstelling. De dunne staken en grote kiemplanten groeien slechts goed door wanneer ze zeer intensief vrijgesteld worden. Wanneer dat niet gebeurt dan zullen de dunne staken niet gemakkelijk de dikkere staken en bomen inhalen, en dan blijft het ideaal van een opstand van WHS van min of meer uniforme diameters onbereikbaar. Het ziet er eerder naar uit dat in de praktijk een aantal middelgrote bomen van WHS enige decennia na de zuivering de kapbare afmeting zal bereiken, terwijl een hopelijk groot aantal staken en dunne bomen van WHS daartussen en daaronder groeit. Het ligt dan voor de hand om de kaprijpe stammen (voorzichtig) te oogsten, en aldus een polycyclisch uitkapsysteem op gang te brengen. Men zal waarschijnlijk niet het geduld opbrengen om kapbare stammen die in economisch exploiteerbare hoeveelheden voorkomen veel langer te laten staan teneinde tenslotte kaalkap te kunnen toepassen. Ook is het probleem van regeneratie van WHS na kaalkap waarschijnlijk moeilijker op te lossen dan de problemen van natuurlijke regeneratie na lichte uitkap. Zie voorts de bijlagen 6 en 11.

6.5. MORTALITEIT

Naast de diametergroei is de mortaliteit bij een bepaalde houtteeltkundige behandeling een zeer belangrijke factor bij de prognose van de uiteindelijke resultaten. Uit Tabel 19A kan de mortaliteit van de waardehoutsoorten in procenten van de aanwezige stamtallen afgelezen worden voor de drie behandelingen 0, 40+0 en 20+0, over alle drie de meetperioden samen. Er zijn slechts drie diameterklassen onderscheiden. De reden van al deze samenvoegingen is dat de betrouwbaarheid en duidelijkheid van de cijfers er door vergroot wordt. Wegens de kleine oppervlakten der behandelingen in de proef treedt mortaliteit min of meer onregelmatig op. In Tabel 19B worden de aantallen bomen per hectare weergegeven waarop de percentages van Tabel 19A betrekking hebben. Voor meer gespecificeerde cijfers wordt naar Tabel 20A en 20B verwezen.

In Tabel 19A valt direct op dat de behandeling 20+0 een hoge mortaliteit in alle 3 de diameterklassen heeft. De gevolgen daarvan zijn het ernstigste in de hoge diameterklasse, wegens de geringe aantallen bomen daarin. Het is mogelijk dat de expositie der bomen door de sterke zuivering deze hoge mortaliteit in de hand werkt. In de veel minder sterk gezuiverde behandeling 40+0 lopen de dikkere diameterklassen duidelijk minder gevaar, zelfs minder dan in behandeling 0. Het verschil tussen beh. 0 en beh. 40+0 behoeft echter niet erg serieus genomen te worden, gezien de onregelmatigheid en relatieve onbetrouwbaarheid van de mortaliteitswaarnemingen. Omdat de kleinste diameterklasse slechts 10 cm breed is, komen de mortaliteitscijfers van deze klasse nogal geflatteerd over.

De mortaliteit in de diameterklassen beneden 5 cm dbh is hier niet gegeven, maar zal aanzienlijk hoger zijn dan de mortaliteit in de klassen boven 5 cm dbh. Geconcludeerd mag worden uit Tabel 19A dat een sterke ingreep als zuivering met diametergrens 20 cm dbh een sterk verhoogde mortaliteit geeft. Het uiteindelijk succes van de ingreep wordt echter mede bepaald door de inwas, en deze blijkt in de kleinere diameterklassen groot te kunnen zijn, mits door middel van een vrijstelling na enige jaren hulp geboden wordt aan de kleinere bomen (zie daarom hfdst. 6.3).

In Tabel 20A is de mortaliteit weer in procenten van de aanwezige bomen (waardehoutsoorten) gegeven, gebruikmakend van dezelfde drie diameterklassen. Echter is nu gespecificeerd naar meetperiode, en zijn ook de behandelingen met vrijstelling toegevoegd, te weten 40+3 en 20+3. Tabel 20B geeft het aantal bomen/ha waarop de percentages mortaliteit van Tabel 20A betrekking hebben. Omdat van 40+3 en 20+3 de metingen over meetperiode I ontbreken zijn daar de metingen van 40+0 en 20+0 gesubstitueerd om althans iets te kunnen bieden. Uit de stamtallen in Tabel 20B moet geconcludeerd worden dat in 40+3 en 20+3 veel waardebomen > 30 cm dbh gesneefd zijn, waarschijnlijk door foutieve vergiftiging na onvolledig markeren van waardebomen.

In Tabel 20A is te zien dat de mortaliteit in behandeling 0 en 40+0 afneemt met de tijd, terwijl de stamtallen in dit opzicht weinig veranderen (Tabel 20B). In behandeling 20+0 blijft de mortaliteit hoog over alle drie de perioden. In behandeling 20+3 en 40+3 zijn er in de hoogste diameterklasse eigenlijk geen waarnemingen, en de middelste klasse toont geen duidelijk beeld. Vermoedelijk is de mortaliteit in behandeling 40+3 en 20+3 wel algemeen lager dan de mortaliteit in 40+0 en 20+0, vooral in de middenklasse (15-30 cm) over periode III.

Omtrent de oorzaak van de mortaliteit kan gesteld worden dat het grootste deel veroorzaakt wordt door vallend hout van vergiftigde grote bomen. Primaire soorten (zoals SAL b.v.) sterven zelden af door lichtconcurrentie, en snelgroeiende lichte houtsoorten komen boven de 5 cm dbh meestal niet in onderdrukte toestand voor. Er blijkt ook in periode III, meer dan 5 jaar na de zuivering, nog zo veel dood hout te staan dat waarschijnlijk tot het tiende jaar nog rekening moet worden gehouden met vallend dood hout, vooral van dikke stammen zonder kroon.

Er is niet veel onderling verschil in mortaliteit tussen de soorten gebleken, daarom wordt daar verder niet op ingegaan. Lichthoutsoorten, die veelal in gaten in de opstand opgroeien, hebben nogal eens zodanig te lijden van lianen dat zij als uitgevallen moeten worden beschouwd (krombuigen, verminkingen). Lianenverwildering vormt samen met vallend hout een dodelijke combinatie.

Tabel 19A. Mortaliteit van alle waardehoutsoorten (WHS 70) tezamen, over alle drie meetperioden samen ('67 t/m '74), in procenten van het gemiddeld aantal bomen in de drie perioden, voor drie behandelingen in "Mapanebrug". Indeling in slechts 3 diameterklassen

diam. kl. (cm dbh)	5-15	15-30	> 30	periode	behandeling
	13	7	14	I+II+III	0
	14	6	8	I+II+III	40+0
	34	31	37	I+II+III	20+0

Tabel 19B. Aantallen bomen/ha van alle waardehoutsoorten (WHS 70) tezamen, gemiddeld over alle drie de beginjaren ('67, '70, '72) van de 3 perioden samen, voor 3 behandelingen in "Mapanebrug". Indeling in slechts 3 diameterklassen

diam. kl. (cm dbh)	5-15	15-30	> 30	jaar	behandeling
	61	17	11	'67, '70, '72	0
	61	16	13	"	40+0
	51	20	10	"	20+0

Tabel 20A. Mortaliteit van alle waardehoutsoorten (WHS 70) tezamen, over drie perioden, in procenten van het aantal bomen aan het begin van die periode, voor diverse behandelingen te Mapanebrug. Indeling in slechts 3 diameterklassen

diameterkl.	5-15	15-30	> 30	(dbh)	periode	behandeling
	9	5	3		I ('67-'70)	)
	1	0	8		II ('70-'72)	) 0
	2	2	2		III ('72-'74)	)
	7	6	9		I	)
	4	0	0		II	) 40+0
	4	0	0		III	)
	15	8	17		I	)
	7	8	17		II	) 20+0
	12	16	5		III	)
	(7	6	9)		(I)	(40+0)
	4	9	0		II	)
	3	0	0		III	) 40+3
	(15	8	17)		(I)	(20+0)
	6	0	-		II	)
	11	7	0		III	) 20+3

Tabel 20B. Aantallen bomen/ha van alle waardehoutsoorten (WHS 70) tezamen in het beginjaar van elke periode voor diverse behandelingen te Mapanebrug. Indeling in slechts 3 diameterklassen

diameterkl.	5-15	15-30	> 30	jaar	behandeling
	62	17	9	'67	)
	56	17	12	'70	) 0
	64	16	13	'72	)
	51	18	12	'67	)
	58	15	14	'70	) 40+0'
	74	15	14	'72	)
	46	20	9	'67	)
	51	20	9	'70	) 20+0
	56	20	11	'72	)
	(51	18	12)	'67	(40+0)
	45	18	2	'70	40+3
	62	17	2	'72	40+3
	(46	20	9)	'67	(20+0)
	55	11	-	'70	20+3
	74	15	1	'72	20+3

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit de resultaten die in de voorafgaande hoofdstukken besproken zijn, kan geconcludeerd worden dat van alle factoren die de groei der bomen beïnvloeden slechts de factor "houtteeltkundige behandeling" in het proefperk "Mapanebrug" zeer duidelijk naar voren komt. De andere factoren, zoals bijvoorbeeld verschil in regenval en bodem lijken op de resultaten onderling maar weinig invloed te hebben. Bij vergelijken der houtteeltkundige behandelingen blijkt behandeling 20+3 te prefereren voor een goede groei der waardehoutsoorten. Wel is de mortaliteit na een zuivering met ondergrens 20 cm dbh in de eerste jaren vrij hoog door de grote massa vallend dood hout, maar van die hoeveelheid waardeloos hout moet men toch af, en dan geldt: hoe eerder hoe beter. De ondergrens van de zuivering wordt bepaald door de gewenste reductie van het grondvlak, en door de gehanteerde lijst van waardehoutsoorten. Ongeveer 15 m^2/ha lijkt het maximaal te handhaven grondvlak bij zuivering. Laat men nog meer staan dan heeft de zuivering maar weinig effect. De vrijstelling kan waarschijnlijk enige jaren uitgesteld worden. Het uiterste tijdstip waarop de eerste vrijstelling gegeven moet worden is nader onderzocht in een ander proefperk, nl. van CELOS onderzoekproject 65/3, dat hier niet verder besproken wordt. Slechts wordt vermeld dat uit de gegevens van proj. 65/3 is gebleken dat een eerste vrijstelling 4 jaar na de zuivering nog goede resultaten geeft wat betreft groei van de staken. Uitstel tot het 6e of 7e jaar geeft een duidelijke achteruitgang van de groei te zien. Dit klopt wel met de cijfers van de grondvlakaanwas (van de gehele vegetatie) in hoofdstuk 6.2, waaruit blijkt dat na 7 jaar het grondvlak in behandeling 20+0 reeds weer is opgelopen tot 22 m^2/ha en méér. (Een grondvlak van boven de 20 m^2/ha duidt op sterke onderlinge concurrentie in de opstand.)

De toe te passen vrijstelling dient dus eveneens het grondvlak te reduceren, zij het niet zo sterk als de zuivering. Als vrijstellingstechniek lijkt behandeling 20+D4, dus vrijstelling volgens minimumdiameter, voor het eerst 4 jaar na de zuivering, veelbelovend wat betreft effect op de groei en wat betreft de kosten en rationalisatiemogelijkheden. Zie voor een dergelijk teeltsysteem bijlage 8.

De "inwasgolf" na de zuivering, die nog verder versterkt wordt door de vrijstellingen, resulteert pas 30 à 40 jaar later in een verhoogd aantal kaprijpe stammen. Tot die tijd moet de (periodieke) opbrengst van het bos in een polycyclisch systeem komen van de versnelde aanwas op de reeds aanwezige half kaprijpe bomen en dikkere staken. Uit de resultaten in hoofdstuk 6.4 blijkt dat een extra vrijstelling ook de groei van deze halfkaprijpe bomen verbetert. Doordat in beh. 20+3 en 40+3 de dikkere WHS vrijwel ontbreken is van dit effect helaas geen betrouwbaar cijfer te geven. Het effect is echter zeer aannemelijk. De kosten van een extra vrijstelling moeten daarom niet alleen afgeschreven worden op de bevordering van de inwas aan kleinere bomen, maar ook op de groei van de bomen die in de eerste cyclus kaprijp worden.

Bij het beheer van een uitkapbos afgeleid van het Surinaamse drooglandbos wordt hier aanbevolen om zoveel als mogelijk (en betaalbaar) is, gegevens te verzamelen omtrent de stamtal/diameterklassenverdeling der belangrijkste waardehoutsoorten in de te beheren percelen. Een efficiënt inventarisatiesysteem met periodieke opnamen, gebruikmakend bijvoorbeeld van stripsampling of zelfs 100% sampling boven een dbh van bv. 15 cm, lijkt het onderzoeken wel waard. Als opname-instrument zou een boomvork voor diameters van 15 tot 55 cm met verwisselbare papierstrook een mogelijkheid zijn, ook voor meting op meer dan manshoogte, terwijl voor schatting van het totaal grondvlak van de vegetatie de meting met een prisma nadere toetsing verdient. Het uitvoeren van periodieke omtrekmetingen aan permanent genummerde bomen is kostbaar, en zal beperkt moeten blijven tot intensief onderzochte proefopstanden. Een geschikte inrichting van een proefperk voor periodieke omtrekmeting vindt men bij HETZLER, 1975.

Een zeer belangrijk aspect van de teelt is de velschade bij de oogst. Een bespreking daarvan vindt men in bijlage 11. Het verdient aanbeveling om proeven aangaande de velschade uit te voeren.

Modificatie van de huidige zuiveringstechnieken lijkt niet zeer dienstig, het werk wordt er niet eenvoudiger door, en fluctuaties in diameterlimiet werken absoluut niet kostenverlagend (het zijn de zeer grote bomen met plankwortels en de looptijden die de arbeidskosten bepalen). Een grondige lianenkap bij de zuivering is zéér noodzakelijk, dit voorkomt het ontstaan van grote gaten en het verwilderen daarvan.

Voor nader onderzoek in grotere proefperken per behandeling dan tot dusver gebruikelijk was (zie bijlage 12) wordt aanbevolen minstens de volgende reeks behandelingen na te gaan:

0	(geen oogst, geen ingreep)
10/0	(10 stammen/ha oogsten, geen houtteeltkundige behandeling)
10/20+0	(10 stammen/ha oogsten, zuivering met diam.grens 20 cm dbh en géén vrijstelling)
20/20+0	(20 stammen/ha oogsten, zuivering met diam. grens 20 cm dbh en géén vrijstelling)
10/20+D4	(idem, met vrijstelling volgens systeem D4).

8. LITERATUUR

BOERBOOM, J.H.A. (1965). De natuurlijke regeneratie van het Surinaamse mesofytische bos na uitkap. Uitgave afd. Bosbedrijfsregeling, Landbouwhogeschool, Wageningen.

GRAAF, N.R. DE, 1968. Techniek natuurlijke verjonging drooglandbos. CELOS Rapporten no. 11 (3), Paramaribo.

HETZLER, J.R., 1975. Techniek natuurlijke verjonging. CELOS Rapporten no. 103 (2), Paramaribo.

LOETSCH, F. et al., 1973. Forest Inventory, vol. 1 and 2, München.

MEYENFELDT, C.F.W.M. VON, 1975. Groei en mortaliteit der waardehoutsoorten in geëxploiteerd en natuurlijk verjongd drooglandbos. CELOS Rapporten no. 106 (2), Paramaribo.

SCHELTENS, E.B., 1975. Groei en mortaliteit der waardehoutsoorten in geëxploiteerd en natuurlijk verjongd drooglandbos. CELOS Rapporten no. 103 (1), Paramaribo.

SCHULZ, J.P., 1960. Ecological studies on rain forest in northern Surinam. Amsterdam, Paramaribo.

SCHULZ, J.P., 1967. La regeneración natural de la selva mesofitica tropical de Surinam despues de su aprovechamiento. (With English summary). CELOS Bulletins no. 3, Paramaribo.

STERRINGA, J.T., 1968. Vrijstellingstechniek natuurlijk verjongd drooglandbos. CELOS Rapporten no. 16 (4), Paramaribo.

Bijlagen

1. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1967, 1970, 1972 en 1974, voor de categorie WHS 66 en de categorie WHS 70.

2. Stamtal/diameterklasseverdeling van enkele groepen houtsoorten te Fallawatra, te Sarwa, te Goliath en te Mapane, in licht geëxploiteerd bos zonder verdere behandeling.

3. Enkele formules betreffende het model van een uitkapbos, en enkele formules voor de toepassing van regressieberekeningen.

4. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de stamtal/diameterklasseverdelingen der waardehoutsoorten in diverse behandelingen in project 67/9.

5. Jaarlijkse ontrekaanwas van de soorten SAL, Pisies, HBA, KRA, BRU, WAN, BAS, PRI, GOE en SOE in diverse behandelingen te "Mapanebrug".

6. Voorbeeld opbrengst uitkapbos met diverse behandelingen.

7. Dunning in ongelijkjarige sterk gemengde opstanden, afgeleid van het Surinaamse drooglandbos.

8. Methodiek van zuiveren en vrijstellen ten behoeve van natuurlijke regeneratie van drooglandbos.

9. Een rugspuit voor houtteeltwerkzaamheden in drooglandbos.

10. Gegevens omtrent omtrekaanwas van enkele houtsoorten in project 65/3 en project 67/2.

11. Velschade in een model van een uitkapbos in Suriname.

12. Aanbevelingen betreffende afmetingen en opzet van houtteeltkundige proefperken voor natuurlijke verjonging van drooglandbos in Suriname.

Tabel A. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1967 voor de categorie WHS 66

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	35,9	45,3	16,3	8,1	5,3	3,8	2,5	1,6	2,8	2,5							0
	53,1	41,7	9,4	9,4	3,1	5,7	1,6	1,6	4,2	2,1	1,6						40+0
	52,1	31,8	13,0	9,4	8,3	2,6	3,1	3,1	2,1	1							20+0
																	40+A3
																	40+D3
																	20+A3
																	20+D3
																	20+S3
																	40+A5
																	40+D5
																	20+A5
																	20+D5
				7,4	3,5	3,1	2,7	0,8	0,8	0,8							20+S5 V

Tabel 8. Stuntal/diameterklassenverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Napanebrug") in 1970 voor de categorie VHS 66

Aantrek (cm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1256	1257-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	Periode	Behandeling
Diam. (cm)	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9			
	25,0	42,5	16,6	7,8	4,4	4,1	3,4	0,9	2,5	1,1	-	0,5					0
	30,0	44,8	13,0	7,3	4,7	2,1	3,6	1,6	3,7	2,1							40+0
	22,9	35,4	15,1	6,8	8,9	4,2	3,6	3,1	2,6	-	0,5						20+0
	31,3	25,0	12,5	6,3	4,7	-	1,6										40+A3
	50,7	17,2	7,8	12,5	3,1	3,1	1,6										40+03
	71,9	18,9	1,6	3,1	3,1												20+A3
	45,3	35,9	-	23,4	6,3	4,7	1,6										20+03
	56,3	20,3	12,5	6,3	6,3	1,6											20+63
																	40+A5
																	40+05
																	20+A5
																	20+05
				5,5	5,9	3,1	1,2	1,7	6,4	1,2							20+55 V

Tabel C. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1972 voor de categorie WHS 66

omtrek (cm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	28,8	41,3	19,4	8,4	4,1	3,1	3,8	1,6	1,6	3,8	-	0,6	0,3	0,3			0
	30,2	51,0	15,1	5,2	5,7	5,7	2,6	3,6	1,6	4,2	3,1	0,5					40+0
	27,6	29,7	15,1	6,8	5,2	6,8	3,1	3,6	2,6	1,0	0,5						20+0
	42,2	20,3	17,2	6,3	7,8	1,6	-	1,6									40+A3
	35,9	34,4	10,9	7,8	4,7	1,6	3,1										40+D3
	54,7	23,4	3,1	4,7	1,6	1,6	1,6										20+A3
	50,0	48,5	29,7	10,9	4,7												20+D3
	87,5	21,9	14,1	6,3	4,7	1,6	1,6										20+S3
	29,7	7,8	7,8	1,6	4,7	6,3	1,6	3,1									40+A5
	26,6	21,9	10,9	6,3	4,7	3,1	1,6										40+D5
	18,8	12,5	4,7	4,7	4,7												20+A5
	15,6	14,1	14,1	3,1		1,6											20+D5
	39,1	7,8	7,8	1,6	1,6												20+S5
				3,5	6,6	2,0	3,1	1,7	0,8	0,8							V

Tabel D. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1974 voor de categorie WHS 66

omtrek (mm) / diam. (cm)	63-156 / 2,0-4,9	157-313 / 5,0-9,9	314-470 / 10,0-14,9	471-627 / 15,0-19,9	628-784 / 20,0-24,9	785-941 / 25,0-29,9	942-1099 / 30,0-34,9	1100-1254 / 35,0-39,9	1255-1413 / 40,0-44,9	1414-1570 / 45,0-49,9	1571-1727 / 50,0-54,9	1728-1884 / 55,0-59,9	1885-2041 / 60,0-64,9	2042-2198 / 65,0-69,9	> 2198 / > 69,9	periode	behandeling
	34,1	45,6	19,4	7,8	3,1	5,0	3,1	2,2	1,6	3,4	0,6	0,3	0,3				0
	25,0	52,1	18,2	5,7	7,3	2,6	3,1	3,6	2,6	4,7	1						40+0
	20,8	32,8	16,1	8,3	6,3	7,8	2,1	3,1	3,6	1	-	0,5					20+0
	35,9	35,9	15,6	6,3	4,7	1,6	3,1										40+A3
	23,4	26,6	21,9	4,7	6,3	3,1											40+D3
	25,0	23,4	7,8	3,1	-	3,1	1,6										20+A3
	12,5	37,8	26,6	12,5	9,4	1,6											20+D3
	62,5	42,2	12,5	10,9	3,1	4,7	1,6	1,6									20+S3
	20,3	29,7	9,4	4,7	4,7	6,3	6,3	3,1									40+A5
	26,6	32,8	21,9	9,4	4,7	4,7	1,6										40+D5
	14,1	15,6	12,5	1,6	6,3												20+A5
	7,8	14,1	15,6	4,7	3,1	-	1,6										20+D5
	15,6	14,1	9,4	3,1	3,1												20+S5
	-	-	-	5,9	6,3	3,9	2,7	2,0	0,8	0,8	0,4						V

Tabel E. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1967 voor de categorie WHS 70

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	36,6	45,3	16,3	8,1	5,3	3,8	2,5	1,6	2,8	2,5							0
	53,1	41,7	9,4	9,4	3,1	5,7	1,6	4,2	4,2	2,1							40+0
	52,1	32,3	13,5	9,4	8,3	2,6	3,1	3,1	2,1	1,0							20+0

Tabel F. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1970 voor de categorie WHS 70

omtrek (mm) / diam. (cm)	63-156 / 2,0-4,9	157-313 / 5,0-9,9	314-470 / 10,0-14,9	471-627 / 15,0-19,9	628-784 / 20,0-24,9	785-941 / 25,0-29,9	942-1099 / 30,0-34,9	1100-1254 / 35,0-39,9	1255-1413 / 40,0-44,9	1414-1570 / 45,0-49,9	1571-1727 / 50,0-54,9	1728-1884 / 55,0-59,9	1885-2041 / 60,0-64,9	2042-2198 / 65,0-69,9	> 2198 / > 69,9	periode	behandeling
	25,6	42,5	13,4	8,8	4,7	3,4	4,4	0,9	2,5	3,1	-	0,6	-	0,3			0
	38,0	44,8	13,0	7,3	4,7	3,1	3,6	1,6	6,3	2,1							40+0
	22,9	35,4	15,1	7,3	8,9	4,2	3,6	3,1	2,1	-	0,5						20+0
	78,2	25,0	7,8	12,5	6,3	4,7	1,6										40+A3
	43,8	42,2	14,1	7,8	4,7	-	1,6										40+D3
	111,0	28,1	6,2	4,7	3,1												20+A3
	73,5	53,1	31,3	6,3	4,7	1,6											20+D3
	95,3	32,8	14,1	6,3	6,3	1,6											20+S3

Tabel G. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1972 voor de categorie WHS 70

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	37,5	44,1	20,0	8,8	4,4	3,1	3,8	1,9	2,2	3,8	-	0,6	0,3	0,3			0
	42,7	57,8	16,1	6,3	6,3	2,6	3,6	1,6	4,7	3,1	0,5						40+0
	40,6	38,5	17,7	7,8	5,2	6,8	3,1	3,6	2,6	1,0	0,5						20+0
	92,2	53,1	14,1	7,8	6,3	3,1	3,1										40+A3
	54,7	32,8	23,4	7,8	7,8	1,6	-	1,6									40+D3
	93,8	40,6	6,3	6,3	1,6	1,6	1,6										20+A3
	70,3	71,9	35,9	15,6	4,7												20+D3
	167,0	48,5	10,8	7,8	4,7	1,6	1,6										20+S3

Tabel H. Stamtal/diameterklasseverdeling van diverse behandelingen in project 67/9 ("Mapanebrug") in 1974 voor de categorie WHS 70 (in de onderste regel de gegevens van een licht geëxploiteerd bos in 1975)

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
		52,8	21,3	8,4	4,7	5,9	3,4	2,2	1,9	3,4	0,6	0,3	0,3				0
		73,4	21,9	10,9	7,8	2,6	4,7	3,7	3,1	4,7	1,0						40+0
		50,0	21,3	12,5	8,3	7,8	2,1	3,1	3,7	1,0	-	0,5					20+0
		87,5	20,3	6,3	6,3	3,1	3,1										40+A3
		42,2	39,1	4,7	6,3	3,1											40+D3
		46,9	12,5	4,7	-	3,1	1,6										20+A3
		90,7	42,2	15,6	12,5	1,6											20+D3
		86,0	20,3	12,5	4,7	4,7	1,6	1,6									20+S3
		37,5	14,1	6,3	4,7	7,8	6,3	6,3									40+A5
		64,1	26,6	14,1	7,8	7,8	1,6										40+D5
		34,4	17,2	3,1	9,4	1,6											20+A5
		50,0	23,4	6,3	3,1	-	1,6										20+D5
		45,3	14,1	6,3	3,1	-	-	1,6									20+S5
				6,6	6,6	5,1	3,5	3,1	1,2	0,8	0,4						V
				9,6	10,2	7,5	6,4	4,8	3,6	2,3	1,4	0,7	0,6	0,2	0,8		Akinto-saela '75 100%

Tabel A. Stamtal/diameterklasseverdeling van enkele groepen houtsoorten in ongerept drooglandbos in het gebied te Fallawatra in 1974. Gegevens overgenomen uit intern FAO rapport

soorten groep	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-104	105 +	totaal
commercials	14,4	8,7	7,0	4,9	2,4	1,5	0,9	0,3	0,2	0,1	40,4
potentials	37,4	23,0	14,1	7,4	3,4	1,4	0,6	0,2	0,1	0,1	
comm. + pot.	51,8	31,7	21,1	12,3	5,8	2,9	1,5	0,5	0,3	0,2	128,1
all species	103,8	53,8	35,2	20,5	9,4	4,6	2,1	0,9	0,4	0,3	

Tabel B. Stamtal/diameterklasseverdeling van alle houtsoorten tezamen en van de WHS 70 in diverse CELOS proefperken in licht geëxploiteerd bos zonder verdere behandeling

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198		
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
Goliath 1968	-	625	240	87	77	41	36	16	12	8	3	3	3	2	1	)	
Goliath 1974	-	670	190	83	76	36	36	21	9	11	4	3	3	2	2	)	alle soorten
Sarwa 1968	-	770	150	121	68	40	33	22	17	11	5	5	3	1	2	)	
Sarwa 1974	-	819	169	100	70	36	33	20	19	11	6	4	3	2	2	)	
Sarwa 1968	-	155	50	36	22	13,4	10,2	6,2	5,4	2,2	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4		WHS 70
Akinto-soela 1975	847	429	130	79	58	36	25	18	12	11	6,6	5,4	4,5	5,7	12,4		alle soorten
	41,0	67,8	23,3	9,6	10,2	7,5	6,4	4,8	3,6	2,3	1,4	0,7	0,6	0,2	0,8		WHS 70

ENKELE FORMULES BETREFFENDE HET MODEL VAN EEN UITKAPBOS, EN VOOR DE TOEPASSING VAN REGRESSIEBEREKENINGEN

Formule van Meyer voor positieve stamtal/diameterklasseverdeling:

$$N = k.\ e^{-\alpha.d}.$$

(N = stamtal per diameterklasse
d = diameterklassemidden
e = 2,7183
α = een konstante
k = een konstante)

formule van Meyer na logarithmische transformatie:

$\log N = \log k - (\log e)\alpha.d.$, ook te schrijven als

$y = A - B\ .x$
($y = \log N$
$A = \log k$
$B = \alpha.\ \log e = 0{,}4343.\alpha$
$x = d$ = diameterklassemidden)

De gegevens over de s/d verdeling van een bepaald bosperceel worden door middel van een regressieberekening in een rechte lijn omgezet. De gebruikte formules voor deze regressieberekening zijn:

voor de coëfficiënt B:

$$-B = \frac{\Sigma x_i y_i - (\Sigma x_i)(\Sigma y_i)/n}{\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2/n}$$

voor de constante A:

$$A = \bar{y} + B.\ \bar{x}$$

voor de correlatiecoëfficiënt R:

$$R = \frac{\Sigma x_i y_i - (\Sigma x_i)(\Sigma y_i)/n}{\sqrt{(\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2/n)(\Sigma y_i^2 - (\Sigma y_i)^2/n)}}$$

In de berekeningen is een diameterklassenverdeling met 5 cm brede klassen gebruikt, behalve de laagste klasse die van 2 tot 5 cm loopt.

Tabel A. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatie coëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 66) in 1967 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as	opp. (ha)
0	1,556	0,030	0,80	51,5	3,20
40+0	1,381	0,025	0,67	55,7	1,92
20+0	1,588	0,033	0,92	48,7	1,92
40+A3					
40+D3					
40+3					
20+A3					
20+D3					
20+S3					
20+3					
40+A5					
40+D5					
40+5					
20+A5					
20+D5					
20+S5					
20+5					
V	1,201	0,025	0,89	47,5	2,56

Tabel B. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 66) in 1970 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as	opp. (ha)
0	1,427	0,025	0,72	57,4	3,20
40+0	1,454	0,026	0,66	55,7	1,92
20+0	1,497	0,026	0,87	56,7	1,92
40+A3	1,695	0,047	0,99	36,4	0,64
40+D3	1,532	0,040	0,86	38,5	0,64
40+3	1,677	0,048	0,95	35,0	1,28
20+A3	0,961	0,027	0,25	35,6	0,64
20+D3	2,092	0,055	0,92	38,4	0,64
20+S3	1,717	0,050	0,91	34,3	0,64
20+3	1,733	0,055	0,80	31,5	1,92
40+A5					
40+D5					
40+5					
20+A5					
20+D5					
20+S5					
20+5					
V	0,699	0,006	0,06	114,2	2,56

Tabel C. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 66) in 1972 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as	opp. (ha)
0	1,207	0,015	0,64	78,2	3,20
40+0	1,402	0,024	0,64	59,5	1,92
20+0	1,469	0,026	0,86	55,8	1,92
40+A3	1,636	0,041	0,86	39,5	0,64
40+D3	1,714	0,045	0,84	37,7	0,64
40+3	1,762	0,049	0,96	36,1	1,28
20+A3	1,329	0,041	0,70	32,7	0,64
20+D3	2,260	0,070	0,98	32,5	0,64
20+S3	1,889	0,055	0,89	34,2	0,64
20+3	1,984	0,065	0,97	30,5	1,92
40+A5					
40+D5					
40+5	1,343	0,031	0,86	43,4	1,28
20+A5					
20+D5					
20+S5					
20+5	1,677	0,067	0,94	25,0	1,92
V	1,022	0,020	0,69	51,1	2,56

Tabel D. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 66) in 1974 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as	opp. (ha)
0	1,280	0,018	0,55	71,7	3,20
40+0	1,519	0,027	0,71	56,6	1,92
20+0	1,476	0,025	0,80	58,0	1,92
40+A3	1,788	0,048	0,84	37,1	0,64
40+D3	1,781	0,048	0,85	37,0	0,64
40+3	1,854	0,053	0,96	35,3	1,28
20+A3	1,464	0,040	0,83	36,9	0,64
20+D3	2,341	0,071	0,93	32,8	0,64
20+S3	1,792	0,046	0,90	39,1	0,64
20+3	2,029	0,061	0,99	33,1	1,92
40+A5					
40+D5					
40+5	1,656	0,037	0,91	44,7	1,28
20+A5					
20+D5					
20+S5					
20+5	1,695	0,058	0,91	29,0	1,92
V	1,053	0,018	0,68	59,6	2,56

Tabel E. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 70) in 1967 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as
0	1,556	0,030	0,80	51,5
40+0	1,394	0,024	0,61	57,9
20+0	1,598	0,033	0,92	48,6
40+A3				
40+D3				
40+3				
20+A3				
20+D3				
20+S3				
20+3				
40+A5				
40+D5				
40+5				
20+A5				
20+D5				
20+S5				
20+5				

Tabel F. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 70) in 1970 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as
0	1,534	0,030	0,85	50,9
40+0	1,447	0,026	0,64	56,4
20+0	1,678	0,035	0,94	47,8
40+A3	1,635	0,040	0,84	41,3
40+D3	1,914	0,054	0,97	35,2
40+3	-			
20+A3	1,749	0,060	0,86	29,2
20+D3	2,332	0,077	0,96	30,2
20+S3	1,934	0,059	0,94	32,5
20+3				
40+A5				
40+D5				
40+5				
20+A5				
20+D5				
20+S5				
20+5				
V				

Tabel G. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 70) in 1972 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as
0	1,570	0,030	0,82	52,2
40+0	1,601	0,031	0,73	51,1
20+0	1,695	0,035	0,92	48,4
40+A3	1,866	0,047	0,89	39,6
40+D3	1,859	0,049	0,89	38,2
40+3	-	-	-	-
20+A3	1,711	0,054	0,81	31,8
20+D3	2,494	0,078	0,98	31,8
20+S3	2,061	0,062	0,96	33,3
20+3	-	-	-	-
40+A5				
40+D5				
40+5				
20+A5				
20+D5				
20+S5				
20+5				
V				

Tabel H. De regressiecoëfficiënten en het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt van de rechten welke na transformatie berekend zijn uit de s/d verdelingen der waardehoutsoorten (WHS 70) in 1974 in diverse behandelingen in het project 67/9 ("Mapanebrug")

beh. code	A	B	R^2	snijpunt x-as
0	1,753	0,036	0,91	48,4
40+0	1,701	0,030	0,76	56,3
20+0	1,817	0,037	0,93	49,7
40+A3	2,080	0,055	0,85	37,5
20+D3	2,107	0,061	0,82	34,4
40+3	-	-	-	-
20+A3	1,847	0,052	0,90	35,3
20+D3	2,628	0,081	0,93	32,6
20+S3	2,127	0,056	0,93	38,1
20+3	-	-	-	
40+A5	1,426	0,021	0,53	68,1
40+D5	2,190	0,056	0,94	38,8
40+5	-	-	-	
20+A5	1,913	0,059	0,73	32,7
20+D5	2,056	0,062	0,93	33,3
20+S5	1,756	0,046	0,87	38,2
20+5	-	-	-	
V	1,625	0,036	0,93	45,3

Bijlage 5A

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort SAL, *Tetragastris altissima* over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	5 (37)	6 (87)	9 (38)	6 (14)	12 (10)	12 (4)	8 (4)	21 (4)	12 (5)	9 (2)						I	0
	4 (30)	6 (82)	8 (45)	5 (13)	9 (7)	12 (5)	7 (5)	6 (1)	13 (6)	13 (3)						II	
	3 (35)	5 (78)	7 (46)	12 (15	17 (6)	21 (5)	16 (6)	6 (1)	17 (5)	20 (5)						III	
	6 (30)	9 (42)	10 (10)	12 (7)	16 (6)	15 (6)	16 (1)	29 (4)	21 (4)	20 (1)						I	40+0
	6 (19)	9 (39)	13 (15)	15 (6)	15 (5)	22 (3)	18 (4)	12 (2)	20 (6)	20 (1)						II	
	3 (12)	10 (42)	18 (12)	21 (5)	12 (5)	32 (4)	30 (3)	17 (3)	44 (4)	21 (2)						III	
	11 (36)	14 (35)	16 (12)	15 (6)	21 (10)	29 (4)	30 (2)	32 (1)	0 (1)							I	20+0
	8 (12)	16 (30)	16 (14)	26 (8)	29 (7)	26 (3)	25 (4)	28 (3)	1 (1)							II	
	3 (12)	13 (19)	21 (16)	32 (7)	34 (5)	37 (5)	40 (4)	35 (2)	25 (3)	28 (1)	32 (1)					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	40+3
	18 (21)	36 (10)	19 (3)	-	22 (1)											II	
	12 (13)	29 (13)	28 (8)	-	-	33 (1)										III	

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	10 (24)	17 (11)	30 (11)	34 (3)	43 (4)												
	11 (13)	13 (8)	34 (9)	44 (2)	39 (3)	57 (2)										II	20+3
																III	
				17 (9)	15 (5)	22 (1)	16 (4)	-	5 (1)	7 (1)						I	
				21 (4)	20 (8)	37 (1)	3 (1)	33 (1)	2 (1)	-1 (1)							
				24 (4)	25 (8)	23 (1)	20 (2)	42 (1)	3 (1)	15 (1)						II	V
																III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort „Pisies", Lauraceae over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	3 (15)	5 (15)	12 (1)	-	20 (1)	6 (1)	9 (1)									I	
	4 (9)	7 (13)	5 (1)	-	-	13 (2)	7 (1)									II	0
	5 (10)	5 (13)	9 (3)	-	-	12 (2)	8 (1)									III	
	8 (32)	11 (15)	20 (3)	20 (2)	-	26 (1)	-	-	24 (2)	-						I	
	12 (18)	15 (19)	18 (3)	24 (3)	-	11 (1)	-	-	26 (3)	-						II	40+0
	4 (11)	8 (24)	10 (3)	10 (2)	-	-	3 (1)	-	16 (2)	34 (1)						III	
	8 (18)	17 (3)	23 (4)	9 (1)	20 (1)	-	-	-	11 (2)	-						I	
	14 (11)	23 (6)	22 (2)	45 (2)	-	30 (1)	-	-	34 (2)	-						II	20+0
	1 (2)	9 (7)	11 (4)	51 (1)	41 (1)	28 (1)	-	-	18 (1)	14 (1)						III	
	-	-	-	-	-											I	
	20 (5)	36 (8)	38 (2)	23 (3)	-											II	40+3
	16 (5)	26 (6)	30 (2)	25 (1)	34 (1)											III	

ntrek mm) iam. :m)	63- 156 2,0- 4,9	157- 313 5,0- 9,9	314- 470 10,0- 14,9	471- 627 15,0- 19,9	628- 784 20,0- 24,9	785- 941 25,0- 29,9	942- 1099 30,0- 34,9	1100- 1254 35,0- 39,9	1255- 1413 40,0- 44,9	1414- 1570 45,0- 49,9	1571- 1727 50,0- 54,9	1728- 1884 55,0- 59,9	1885- 2041 60,0- 64,9	2042- 2198 65,0- 69,9	> 2198 > 69,9	periode	behan- deling
	-	-	-	-	-											I	
	24 (17)	30 (17)	45 (3)	36 (1)	-											II	0
	16 (10)	29 (10)	22 (4)	48 (2)	-											III	
				14 (3)	15 (1)	-	27 (1)	6 (1)								I	
				20 (3)	-	14 (1)	32 (1)	3 (1)								II	V
				13 (2)	20 (2)	7 (1)	34 (1)	-								III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort HBA, *Virola melinonii* over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	4 (11)	5 (8)	0 (1)	9 (4)	9 (2)	13 (4)	8 (1)	22 (11)								I	
	6 (8)	8 (10)	5 (1)	10 (3)	11 (2)	20 (5)	3 (1)	11 (1)								II	0
	3 (7)	3 (9)	5 (1)	7 (4)	10 (2)	8 (2)	20 (3)	16 (1)								III	
	9 (8)	15 (7)	11 (1)	11 (3)	-	26 (2)	-	34 (1)	-	15 (1)						I	
	13 (4)	18 (6)	21 (2)	12 (2)	-	-	27 (2)	-	32 (1)	30 (1)						II	40+0
	1 (1)	9 (6)	17 (4)	21 (2)	-	-	27 (2)	-	30 (1)	26 (1)						III	
	10 (4)	18 (4)	26 (5)	-	29 (1)	-	36 (2)	-	-	34 (1)						I	
	29 (2)	21 (3)	28 (3)	39 (2)	-	36 (1)	28 (1)									II	20+0
	5 (1)	20 (3)	25 (4)	29 (1)	-	35 (1)										III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	26 (2)	29 (2)	40 (3)	40 (2)	-	-	29 (1)									II	40+3
	23 (3)	17 (2)	54 (2)	24 (3)			24 (1)									III	

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	35 (10)	38 (7)	34 (4)	24 (2)	-	54 (1)										II	20+3
	30 (12)	30 (10)	37 (3)	33 (5)	-	-	48 (1)									III	
				21 (2)	18 (2)	-	20 (1)	-	67 (1)	5 (1)						I	
				29 (2)	35 (2)	-	32 (1)	-	-	40 (1)						II	V
				30 (1)	30 (2)	41 (2)	-	35 (1)		31 (1)						III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort KRA, *Carapa procera* over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	4 (21)	8 (14)	6 (3)	19 (5)	10 (2)	10 (1)	-	6 (1)	4 (3)	9 (2)						I	
	7 (16)	10 (14)	7 (4)	19 (4)	15 (4)	-	4 (1)	9 (2)	-	17 (3)						II	0
	6 (14)	7 (19)	5 (4)	8 (3)	18 (5)	-	1 (1)	8 (2)	-	18 (3)						III	
	14 (13)	10 (4)	-	23 (4)	-	-	-	6 (1)								I	
	16 (7)	22 (8)	-	17 (1)	26 (3)											II	40+0
	6 (11)	15 (9)	13 (2)	-	26 (3)	23 (1)										III	
	17 (9)	14 (4)	21 (2)	26 (7)	29 (3)	-	-	12 (2)								I	
	16 (5)	39 (4)	29 (2)	-	32 (4)	32 (2)	-	21 (2)								II	20+0
	5 (3)	17 (6)	69 (1)	34 (1)	47 (1)	34 (3)	-	17 (2)								III	
	-	-	-	-	-	-	-	-								I	
	29 (7)	26 (2)	51 (1)	46 (4)	39 (1)	-	50 (1)									II	40+3
	28 (4)	17 (3)	-	42 (2)	42 (4)											III	

omtrek (mm)	63–156	157–313	314–470	471–627	628–784	785–941	942–1099	1100–1254	1255–1413	1414–1570	1571–1727	1728–1884	1885–2041	2042–2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0–4,9	5,0–9,9	10,0–14,9	15,0–19,9	20,0–24,9	25,0–29,9	30,0–34,9	35,0–39,9	40,0–44,9	45,0–49,9	50,0–54,9	55,0–59,9	60,0–64,9	65,0–69,9	> 69,9		
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–					I	
	39 (8)	42 (9)	47 (3)	–	39 (1)											II	20+3
	30 (5)	30 (6)	35 (5)	17 (1)	48 (1)											III	
				27 (1)	–	17 (2)	23 (1)	–								I	
				–	37 (1)	52 (2)	–	36 (1)								II	V
				–	33 (1)	–	44 (2)	25 (1)								III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort BRU, *Vouacapoua americana* over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	5 (2)	5 (1)	-	9 (1)	-	27 (1)	-	-	-	11 (2)						I	
	5 (2)	11 (1)	-	16 (1)	-	23 (1)	-	-	-	18 (2)						II	0
	2 (2)	1 (2)	-	29 (1)	-	-	22 (1)	-	-	18 (2)						III	
	5 (3)	12 (1)	-	-	-	-	-	-	-	3 (2)						I	
	7 (3)	28 (1)	-	-	-	-	-	-	-	18 (2)						II	40+0
	3 (5)	14 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6 (1)	23 (1)					III	
	-	-	-	-	-	-	28 (1)									I	
	-	-	-	-	-	-	35 (1)									II	20+0
	0 (1)	-	-	-	-	5 (1)	-	43 (1)								III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	19 (2)	35 (1)	-	32 (2)	-	36 (1)										II	40+3
	17 (1)	15 (1)	24 (1)	-	29 (1)	-	28 (1)									III	

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	12 (4)															II	20+3
	8 (6)	11 (1)														III	
	-	-	-	32 (1)	28 (1)											I	
	-	-	-	30 (1)	31 (1)											II	V
	-	-	-	-	27 (2)											III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort WAN, *Ocotea rubra* over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0; lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (cm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
gem. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	14 (1)	4 (1)	-	-	-	-	-1 (1)	-	-	-	-					I	0
	20 (1)	2 (1)	-	-	-	-	18 (1)	-	-	-	-					II	
	17 (1)	8 (2)	-	-	-	-	-	21 (1)	-	-	-					III	
	12 (1)	-	9 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-					I	40+0
	13 (1)	-	24 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-					II	
	5 (1)	-	20 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	11 (1)	-	-	-	6 (1)	-	-	-	-	-					I	20+0
	-	46 (1)	-	-	-	12 (1)	-	-	-	-	-					II	
	-3 (1)	-	19 (1)	-	-	31 (1)	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	40+3
	16 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	
	10 (2)	-	-	-	13 (1)	-	-	-	-	-	-					III	

omtrek (mm) / diam. (cm)	63-156 / 2,0-4,9	157-313 / 5,0-9,9	314-470 / 10,0-14,9	471-627 / 15,0-19,9	628-784 / 20,0-24,9	785-941 / 25,0-29,9	942-1099 / 30,0-34,9	1100-1254 / 35,0-39,9	1255-1413 / 40,0-44,9	1414-1570 / 45,0-49,9	1571-1727 / 50,0-54,9	1728-1884 / 55,0-59,9	1885-2041 / 60,0-64,9	2042-2198 / 65,0-69,9	> 2198 / > 69,9	periode	behandeling
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	30 (1)	38 (2)	45 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-					II	20+3
	-	15 (2)	37 (1)	-	-	-	34 (1)	-	-	-	-					III	
	-	-	-	30 (1)	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	40 (1)	-	-	-	-	-	-					II	V
	-	-	-	-	41 (1)	-	-	-	-	-	-					III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort BAS, *Dicorynia guianensis* over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1256	1257-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
jaarl. aanw. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	1 (1)	2 (1)	-	-	-	-	-	-	28 (1)	-	-					I	
	2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	24 (1)	-					II	0
	2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	27 (1)						III	
	9 (2)	21 (1)	-	20 (1)	-	-	-	-	18 (1)	-	-					I	
	13 (2)	-	23 (1)	-	45 (1)	-	-	-	13 (1)	-	-					II	40+0
	-	10 (1)	10 (1)	-	41 (1)	-	-	-	-	25 (1)	-					III	
	9 (1)	12 (1)	-	31 (1)	-	-	-	-	-	-	-					I	
	19 (1)	19 (1)	-	-	46 (1)	-	-	-	-	-	-					II	20+0
	-	4 (2)	-	-	44 (1)	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	37 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	40+3
	-	-	45 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-					III	

ontwrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	22 (3)	37 (1)	-	-	29 (2)	-	-	-	-	-	-					II	20+3
	22 (4)	26 (1)	-	-	29 (2)	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	18 (1)	-	25 (2)	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	40 (1)	44 (1)	-	-	-	-	-					II	V
	-	-	-	-	55 (1)	-	44 (1)	-	-	-	-					III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort PRI, *Fagara pentandra* over drie meetperioden (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	0
	9 (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	1 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	40+0
	15 (4)	25 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	20+0
	15 (12)	25 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	40 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	40+3
	31 (11)	48 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	

omtrek (mm) diam. (cm)	63-156 2,0-4,9	157-313 5,0-9,9	314-470 10,0-14,9	471-627 15,0-19,9	628-784 20,0-24,9	785-941 25,0-29,9	942-1099 30,0-34,9	1100-1254 35,0-39,9	1255-1413 40,0-44,9	1414-1570 45,0-49,9	1571-1727 50,0-54,9	1728-1884 55,0-59,9	1885-2041 60,0-64,9	2042-2198 65,0-69,9	> 2198 > 69,9	periode	behandeling
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	33 (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	20+3
	41 (25)	47 (5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort GOE, *Jacaranda copaia* over drie meetperioden, (I, II en III, zie Tabel 4 van dit rapport) voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd. Omtrekaanwas in millimeters

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	0
	13 (5)	9 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	40+0
	28 (2)	34 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	20+0
	4 (2)	5 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	23 (1)	37 (3)	4	-	-	-	-	-	-	-	-						
	29 (4)	38 (4)	9 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-					II	40+3
																III	

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	37 (8)	85 (1)	46 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-					II	20+3
	61 (7)	61 (2)	-	56 (1)	-	-	-	-	-	-	-					III	

Jaarlijkse omtrekaanwas van de soort SOE, *Simarouba amara* over drie meetperioden voor diverse behandelingen (0, lichte exploitatie vóór begin van de proef; 40+0, lichte zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 20+0, zware zuivering na exploitatie, geen vrijstellingen; 40+3, lichte zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar; 20+3, zware zuivering met vrijstelling na 3 en 5 jaar). De stamtallen waarover gemeten werd staan tussen haken genoteerd.

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24 (1)	-					I	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17 (1)	-					II	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23 (1)	-					III	
	7 (1)	10 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	35 (1)	21 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	40+0
	26 (3)	61 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	20+0
	35 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	52 (1)	47 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					II	40+3
	78 (1)	72 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-					III	

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198	periode	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					I	
	54 (1)	-	-	58 (1)	-	-	-	-	-	-	-					II	20+3
	61 (1)	-	59 (1)	58 (1)	-	-	-	-	-	-	-					III	

VOORBEELD OPBRENGST UITKAPBOS MET DIVERSE BEHANDELINGEN

Neemt men als uitgangspunt de samenstelling van het bos te Mapanebrug, zoals in de 100% bemonstering van het proefperk "Akintosoela" in 1975 gevonden is voor de waardehoutsoorten (WHS 70), dan kan met de doorlooptijden van 3 behandelingen zoals gevonden te "Mapanebrug" berekend worden hoeveel bomen kapbaar zijn geworden na een bepaalde periode.

De stamtallen der waardehoutsoorten worden gegeven in Tabel A.

Tabel A. Stamtal/diameterklasseverdeling der waardehoutsoorten (WHS 70) te "Akintosoela"

diam.klasse	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	45-49,9	> 50,0
stamtal	9,6	10,2	7,5	6,4	4,8	3,6	2,1	2,9

De doorlooptijden per behandeling worden gegeven in Tabel B.

Tabel B. Doorlooptijden in jaren van 5 cm brede diameterklassen voor 3 behandelingen zoals gevonden in proefperk "Mapanebrug". (Zie Tabel 17, hfdst. 6.4)

diam.klasse	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	45-49,9
behandeling							
0	15,7	13,1	12,1	10,5	9,8	9,8	(10)
40+0	8,3	7,9	7,5	7,1	7,1	6,8	(7)
20+0	5,1	4,4	4,5	4,8	5,2	6,0	(6)

Voor behandeling 0 en 40+0 wordt de mortaliteit in alle klassen geschat op 10% (zie hfdst. 6.5) en voor behandeling 20+0 op 30% in alle klassen. Het met behulp van Tabel A en Tabel B berekende aantal kapbare stammen wordt weergegeven in Tabel C. We nemen aan dat op het tijdstip 0 alles boven de 50 cm dbh gekapt is.

Tabel C. Het aantal kaprijpe bomen (dikker dan 45 cm dbh) per hectare na 15 resp. 20 jaar na aanvang van de houtteeltkundige behandelingen. Het aantal bomen dat reeds 45-50 cm dbh was in het 0^e jaar (2,1 exx.) is meegeteld in de berekening

behandeling	mortaliteit (%)	aantal kaprijpe bomen na 15 jaar	na 20 jaar
0	10	7,4	9,7
40+0	10	10,4	14,4
20+0	30	10,9	16,5

De hoeveelheid arbeid is gemiddeld 6,3 mandagen/ha over de gehele cyclus van 15 jaar, d.i. 0,42 mandag/ha per jaar. Voor een bedrijf van 20.000 ha netto zijn dus gemiddeld 42 arbeiders nodig, bij 200 effectieve dagen per jaar. Driekwart van de benodigde arbeid is ongeschoolde arbeid. Men moet er echter mee rekenen dat zuiveren vrijwel alleen goed uit te voeren is wanneer er een droge periode op volgt, zodat de bomen goed afsterven. Het is dus echt seizoenwerk. Vrijstellen kan in elk seizoen gebeuren, waarbij misschien de concentratie van het arboricide hoger moet zijn tijdens werken in perioden van regen.

Indien men de zuivering (van het gehele bedrijf) versneld over de eerste jaren wil uitvoeren, dan betekent dat bij gelijkblijvend arbeidskwantum een noodzakelijk uitstel van de vrijstelling. Dit heeft geen desastreuze gevolgen, slechts wordt de aanwas minder. Het teeltsysteem is soepel toe te passen. Uitstel van vrijstelling betekent verbetering van toegankelijkheid dus dalende arbeidskosten, en dit gaat zeker nog tot het tiende jaar op (Waarnemingen in proj. 65/3). In goed bezette vakken zal het mogelijk zijn om de vrijstelling uit te stellen zonder dat de houtproduktie er tezeer onder lijdt. Om aldus te kunnen beslissen is echter goede informatie over de soortensamenstelling en de stamtal/diameterklassenverdeling van het bedrijfsvak nodig.

Aan ontsluiting lijkt 10-20 meter vakweg per ha nodig, bij een diepte van 800 m culture aan weerszijden. Dit zullen goedkope wegen kunnen zijn à 70 cent per meter, die slechts in het 1e, 5e en 15e jaar gebruikt worden. De onkruidgroei op deze wegen zal minder sterk zijn dan bij de intensieve bosverrijkingssystemen. De eerste 10 jaar moet men nogal wat gevallen hout ruimen. Op de nodige secundaire autowegen wordt hier verder niet ingegaan.

Omtrent de overheadkosten kan gezegd worden dat de kosten van controle op het werk en van bewaking van de houtvesterij relatief hoog zullen liggen vergeleken met de benodigde arbeid in de teelt.

In de volgende cycli zullen de teeltkosten verminderen, omdat de vrij kostbare zuivering van zware bomen niet meer gebeurt. In plaats daarvan komen de vrijstellingen, een vlak na de uitkap en een bv. halverwege de cyclus. Is het aandeel waardehoutsoorten in de opstand voldoende opgevoerd, dan kan de natuurlijke onderlinge selectie gedeeltelijk in de plaats treden van de kunstmatige selectie bij de vrijstellingen. Periodieke reductie van het totaal grondvlak lijkt noodzakelijk te blijven voor een goede groei per individu.

DUNNING IN ONGELIJKJARIGE STERK GEMENGDE OPSTANDEN AFGELEID VAN HET SURINAAMSE DROOGLANDBOS

Hoe men zal dunnen in een opstand hangt grotendeels af van het model van het bos als levensgemeenschap dat de houtteler voor ogen staat. Het traditionele model waarin de (gelijksoortige en even dikke) bomen liefst op regelmatige afstanden van elkaar staan, en dat voortvloeit uit het streven naar gelijke diameters voor alle bomen, is niet te gebruiken als model van een uitkapbos, waarin men streeft naar een zo goed mogelijk regelmatig afnemend verdeeld zijn van de stamtallen over de diameterklassen.

Wanneer twee half kaprijpe bomen nogal dicht bijeen staan is de aandrang tot weghalen (doden) van één daarvan gebaseerd op het denken in het model van het gelijkjarige bos, en dus verkeerd gebaseerd. Er bestaan aanwijzingen dat de bomen in het Surinaamse drooglandbos in veel gevallen hun wortelstelsel veel verder uitstrekken dan hun kroon ooit zal reiken, en dus hun voeding op heel andere plaats opnemen dan hun standplaats. Met andere woorden: wáár de boom staat doet er niet zoveel toe, mits hij voldoende wortelstelsel heeft (dus goed gevestigd is) en een redelijke kroon heeft waar voldoende licht op valt. Twee bomen vlak naast elkaar behoeven elkander helemaal niet zo sterk te hinderen als het model van het gelijkjarige bos wel suggereert. Zolang de wortelconcurrentie niet voldoende onderzocht is in het Surinaamse drooglandbos zal er echter geen eind komen aan de discussie hierover. Het geeft in ieder geval te denken dat men in het ongestoorde drooglandbos regelmatig zware stammen vlak naast elkaar aantreft.

Voorgesteld wordt om bij toepassing van een polycyclisch (uitkap-) systeem te werken zonder dunning in de groep "waardehoutsoorten eerste klasse" (b.v. "commercials"), behalve dan bij onderdrukking van de kroon van een goedgevormde potentieel snelle groeier door een slechtgevormde boom.

De voorgestelde dunning heeft vooral de stamvorm als kriterium, en dat is juist in het begin van de omvorming van het drooglandbos tot "produktiebos" van belang, omdat in de eerste periode er te weinig stammen van waardehoutsoorten in de middenklassen beschikbaar zijn. De groeiruimte is wegens de zuivering nog meer dan voldoende voor deze half kaprijpe bomen. Wanneer de klassen boven 20 cm diameter beter gevuld raken, na 20-30 jaar, dan zal er méér keus zijn bij de dunning. Ook is er tegen die tijd hopelijk omtrent wortelstelsels en concurrentie in het drooglandbos meer bekend.

METHODIEK VAN ZUIVEREN EN VRIJSTELLEN TEN BEHOEVE VAN NATUURLIJKE REGENERATIE VAN DROOGLANDBOS

1. Houtteeltkundige maatregelen:

De teeltkundige ingrepen in de eerste jaren van de cultuur zijn voornamelijk het elimineren van concurrerende waardeloze bomen en belangrijke lianen, om zodoende het aandeel van de waardevolle soorten in de vegetatie te vergroten. De kwestie van het dunnen wordt hier niet aan de orde gesteld.

Uit de lopende teeltproeven van het CELOS blijkt dat na de eerste sterke ingreep (zuivering) een aantal jaren (3-5) mogen verstrijken voordat een tweede ingreep (vrijstelling) nodig is. Door het uitstellen van de tweede ingreep verbetert de toegankelijkheid van de cultuur, welke vooral de eerste jaren slecht is vanwege de plaatselijke lianenverwildering en de omgevallen dode bomen. De volgende behandelingen worden in een te verjongen uitgekapt bos toegepast wanneer volgens het z.g. systeem 20+D4 wordt gewerkt:

Zuivering (in het eerste jaar van de cultuur), hetgeen inhoudt het doden van alle waardeloze bomen boven 20 cm dbh met inbegrip van toekomstloze bomen van waardesoorten (krom, scheef, hol, etc.) boven 20 cm dbh, en het doden van alle belangrijke (meer dan vingerdikke) lianen. Waardebomen dikker dan 15 cm dbh zonder ernstige gebreken worden tevoren met verf gemarkeerd.

Vrijstelling (in het 3e-5e jaar van de cultuur), hetgeen inhoudt het doden van waardeloze bomen dikker dan 2 of 5 cm dbh, nadat alle waardesoorten dikker dan 2 of 5 cm dbh en een hoeveelheid "vulhout" (van waardeloze soorten) zijn gemarkeerd met resp. rode en gele verf. De ondergroei (met kiemplanten en jonge staken van waardesoorten) wordt zoveel mogelijk intact gelaten. Lianen worden wederom zoveel mogelijk gekapt. Het vulhout dient om ernstige verwildering door lianen tegen te gaan.

De vrijstelling wordt periodiek (om de paar jaar) herhaald totdat een voldoende bezetting met waardesoorten bereikt is (± 150 bomen/ha, dikker dan 5 cm dbh, goedgevormd, goed groeiend en goed verspreid over de opstand). De daarna nodige behandelingen (o.a. dunning) worden hier niet bezien. De vrijstelling gebeurt niet per individuele waardeboom, maar juist met de bedoeling een homogene opstand te verkrijgen waarin de boomfase en stakenfase steeds blijft overheersen, en waarin de lianen etc. door de sluiting van het kronendak weinig groeikansen meer hebben, terwijl de individuele bomen toch een goede groei kunnen realiseren. In een dergelijke min of meer gesloten opstand is de toegankelijkheid optimaal terwijl ook de schade door vallende dode bomen niet verergerd wordt door lianenverbindingen tussen de bomen.

2. Arbeidstechniek en -organisatie:

De kosten van de houtteeltkundige ingrepen bestaan voornamelijk uit arbeidskosten en arboricidekosten. Door de slechte toegankelijkheid van de cultures in de eerste jaren lijkt het er op dat voorlopig de rationalisatie van de arbeid in deze teelt gezocht moet worden in verbetering van de handgereedschappen en de organisatie en techniek van de arbeid.

Ontsluiting van de opstand vindt plaats door het kappen van lijnen in N-Z richting om de 100 meter. Aan het begin van deze lijnen kan een piket geplaatst worden. Hierdoor ontstaat een indeling in werkvakken van 100 m breed en variabele lengte (b.v. 300 tot 1000 m). De N-Z lijnen worden met het kompas uitgezet, in een ploeg van één (of twee) lijnkapper(s) en een voorman die het kompas hanteert. De lijn behoeft niet breed te zijn, 1 à 1½ m is meer dan voldoende. Een andere mogelijkheid is het kappen van een zeer smalle lijn, die met een draad (toestel "Topofil") gemarkeerd wordt. In dat geval is ook de afstandbepaling hoogst eenvoudig. De N-Z lijnen behoeven na het werk volsterkt niet jaarlijks opengekapt te worden, op enkele inspectielijnen na.

Elke arbeidsgang (markeren, zuiveren, vrijstellen en bemonsteren) wordt O-W zigzaggend in de 100 m brede strook uitgevoerd, over een breedte van 10-20 meter al naar gelang de overzichtelijkheid van de opstand en de intensiteit van het werk.

Markeren van de te sparen bomen wordt gedaan door een tweemansploeg. Bij de (nog te bespreken) zuivering worden alle waardebomen zonder ernstige defekten en dikker dan 15 cm dbh met enkele dikke stippen rode verf rondom op de boom op ongeveer borsthoogte gemarkeerd. Daarbij wordt een bemonstering van de aantallen gemarkeerde bomen toegepast ter verkrijging van opstandsgegevens voor het cultuurregister. Bij voorkeur moeten beide arbeiders getrainde krachten zijn.

Bij de (nog te bespreken) vrijstelling worden door de ene arbeider de waardebomen dikker dan 2 of 5 cm dbh met een rode streep op ongeveer 1 meter hoogte gemarkeerd (± 100-300 stuks/ha), terwijl de andere arbeider het vulhout markeert met een gele streep op ongeveer 1 meter hoogte. Deze geringere hoogte is gemakkelijker voor de vrijstellingsarbeider, die enigszins gebukt werkt. Bij de keuze van het vulhout wordt rekening gehouden met concurrentie jegens waardehout in de nabijheid. Over het algemeen zullen bomen dikker dan 10 cm niet meer als vulhout aangehouden worden tenzij ernstig gevaar voor grote gaten in het kronendak bestaat. De arbeider welke met de rode verf werkt moet een getrainde en ervaren kracht zijn, terwijl de arbeider met de gele verf iemand in opleiding kan zijn. Als handgereedschap is een houwer en een verfpot met kwast c.q. verfspuit nodig.

De volgende elementen in de arbeid werden onderscheiden in het CELOS-onderzoek (proj. 74/18):

x lopen van de weg naar het arbeidsterrein en terug
x verfpotje c.q. verfspuit bedrijfsklaar maken, houwer slijpen etc.
x boom zoeken
x markeren gevonden boom
x schaftpauze
x persoonlijke verzorging
x storing

De zwaarte van de arbeid wordt bepaald door het lopen in het terrein, zodat overwegend van lichte arbeid kan worden gesproken. Daar controle op de kwaliteit van het werk niet eenvoudig is zal het werken in tarief niet goed mogelijk zijn. In plaats van 1 rode en 1 gele schilder in een tweemansploeg is ook werken in ploegen van alleen rode schilders en gele schilders opeenvolgend mogelijk. ..

Zuiveren wordt meestal in tarief uitgevoerd, door een ploeg van 5-7 arbeiders. Alle ongemarkeerde bomen dikker dan 20 cm dbh en alle meer dan vingerdikke lianen worden gedood. Het doden gebeurt bij bomen door rondom op enkele decimeters van de grond de stam (c.q. plankwortels) licht in te kappen met een bijltje of houwer en daarna een handbreedte boven de kapsneden een arboricide op te brengen met een spuit. Het arboricide moet de strook boven de kapsneden goed bevochtigen, en de kapsneden zelf tot overlopen toe vullen. De beste resultaten worden bereikt in een periode van droogte. Als arboricide wordt een 5% mengsel van 2-4-5 T ester in dieselolie gebruikt. De lianen worden dicht bij de grond, en eventueel ten tweeden male op reikhoogte doorgekapt (om opnieuw wortelen zoveel mogelijk te belemmeren).

De volgende elementen in de arbeid zijn in het CELOS-onderzoek (proj. 74/18) onderscheiden:

x vullen en controleren rugspuit
x lopen van en naar de plaats waar gewerkt wordt
x ophalen arboricide uit voorraad bij de weg
x bijltje en houwer slijpen
x looptijd van de ene naar de andere boom
x toegankelijk maken van de boom
x inkappen van de boom (boom te classificeren als boom met ronde omtrek of boom met plankwortels)
x doorkappen liaan
x arboricide opspuiten
x persoonlijke verzorging tijdens werk
x storing
x schaftpauze

De genoemde werkzaamheden zijn alle ongeschoolde arbeid.

Vrijstelling kan in tarief worden uitgevoerd. Bij de vrijstelling worden alle niet-gemarkeerde bomen en staken dikker dan 2 of 5 cm dbh geëlimineerd, waarbij de ondergroei zoveel mogelijk intakt gelaten wordt. Voorts worden alle lianen doorgekapt, vlak bij de grond, en op reikhoogte nog eens. Het werk wordt uitgevoerd als eenmanswerk waarbij minstens twee arbeiders in elkaars nabijheid blijven. Het arboricide wordt met een eenhandig te bedienen lichte rugspuit opgebracht. Het inkappen gebeurt meestal met de houwer, terwijl voor grotere bomen een bijltje aan de riem meegedragen wordt.

De volgende elementen in de arbeid werden onderscheiden bij het CELOS-onderzoek (proj. 74/18):

x vullen en controleren rugspuit
x lopen van en naar de plaats waar gewerkt wordt
x houwer en bijltje slijpen
x looptijd naar de boom
x inkappen boom
x arboricide opspuiten
x looptijd naar liaan
x doorkappen liaan
x persoonlijke verzorging tijdens het werk
x storing
x schaftpauze

De genoemde werkzaamheden zijn alle ongeschoolde arbeid. Wegens het grote aandeel looptijd in de werkzaamheden wordt deze arbeid in eenmanswerk uitgevoerd.

3. Resultaten CELOS onderzoekprojekt 74/18 (Arbeidskundig onderzoek van houtteeltkundige maatregelen etc.)

De resultaten van proj. 74/18 worden hier in het kort weergegeven. Voor verdere informatie zie VONMEYENFELDT, 1975 en HETZLER 1975. Algemeen is voor het werk een achturige werkdag aangenomen, te beginnen om 7 uur 's morgens, met een of twee schaftpauzes van totaal een uur samen.

Onderdeel	Werkzaamheden	Aantal manuren/ha	Aantal mandagen/h
Ontsluiting	lijnenkap 800 m per mandag, piketten plaatsen 10 stuks per mandag Bij gemiddelde lengte van 800 m der lijnen is per ha cultuur 100 m lijn en 1/8 piket per ha nodig.		0,14
Markeren voor zuivering	100% aanstippen met rode verf van WHS (waardesoorten) boven 15 cm dbh in tweemansploeg (± 1 liter verf per 5 ha)	2½	0,31
Bemonstering voor zuivering	100% bemonstering van WHS boven 15 cm dbh, met omtrekmeting etc. (Dit kan veel sneller met een geraffineerde bemonsteringstechniek)		1,33
Zuivering	Vergiftigen bomen (inkappen, spuiten, aanvoer arboricide etc.) lianenkap aan arboricide wordt 40 liter/ha (5% mengsel) gebruikt	(16½) (3)	2,8
Ontsluiting voor vrijstellen	zie boven		0,14
Markeren voor vrijstellen	WHS vanaf 4 cm dbh aanstippen met rode verf, vulhout vanaf 5 cm aanstippen met gele verf. benodigde tijd afhankelijk van samenstelling opstand		0,9 à 1,
Vrijstellen	vergiftigen bomen en kappen lianen (aan arboricide wordt 10-15 liter/ha (2½% mengsel) gebruikt.		1,5 à 2,

EEN RUGSPUIT VOOR HOUTTEELTWERKZAAMHEDEN IN DROOGLANDBOS

Inleiding:

Bij de gebruikelijke wijze van elimineren van ongewenste bomen in boscultures in de tropen wordt gebruik gemaakt van arboricide in een draagvloeistof. Deze vloeistof wordt, na al of niet inkappen van de boom, op de bast van de boom gebracht, en doet dan het levende weefsel afsterven zodat de boom dood gaat.

Opbrengen van het arboricide kan gebeuren met een kwast en emmertje, met schenkkannen voorzien van lange tuit en met handspuiten en rugspuiten. Open containers zijn goedkoop en sterk, maar leveren grote risico's van verspilling en bemesting. De meeste verkrijgbare spuiten zijn duur en gecompliceerder dan nodig is, of te goedkoop en dan onbetrouwbaar. Door de vaak geringe toegankelijkheid van de vegetatie waarin wordt gewerkt, worden eisen gesteld aan afmeting en ontwerp van deze hulpmiddelen.

In het algemeen moet een goede spuit aan de volgende eisen voldoen:

1. eenhandig te hanteren zijn en toch voldoende voorraad bevatten.
2. een niet te zware belasting voor de drager vormen (± 10 kg).
3. geen uitsteeksels hebben welke achter takken e.d. blijven haken.
4. het arboricide goed doceren.
5. degelijk en liefst goedkoop zijn.
6. met eenvoudige middelen samen te stellen en te herstellen zijn.

Omdat de in de handel zijnde spuiten niet aan al deze eisen voldeden, en daarbij allerlei overbodige kwaliteiten bezaten als roerdermechanismen, hogedrukverneveling etc. waardoor het gezamelijk gewicht van spuit en voorraad vloeistof soms tot ver boven de maximum toelaatbare 12-15 kilogram uitstijgt werd een eigen ontwerp gemaakt.

Het principe van dit eigen ontwerp berust op hevelwerking. De vloeistof kan dus niet hoger dan het tankpeil zelf uittreden. Applicatie op de boom gebeurt echter bij voorkeur laag, op kniehoogte. De arbeider wordt aldus gedwongen de juiste hoogte aan te houden. Het lekverlies en verspilling wordt door de lage druk verminderd. Verstoppingen treden vrijwel alleen bij de spuitdop op en kunnen daar snel verholpen worden. De spuit is reeds met veel succes toegepast in een arbeidskundig onderzoek, over enige tientallen hectaren.

Constructie:

De spuit bestaat uit een kleine sterke plastic jerrycan van 10 liter, welke op een draagplankje met schouderbanden wordt vastgezet. Zie Fig. 1 en 2. Omwisselen van linkshandig naar rechtshandig gebruik gaat zeer eenvoudig. Op de vulopening van de jerrycan wordt de hevelset geschroefd, welke uit 2 plastic (benzine-) slangetjes in een beschermende buitenslang bestaat, met een doseerkraan en spuitstokje en een doorlaatstuk ter afsluiting van de vulopening. Het ene plastic slangetje is de hevelslang, het andere de luchtinlaat. Zie Fig. 3 en 4. Bij de vervaardiging is zoveel mogelijk van plastic en non-ferro-metalen gebruik gemaakt, ter vermijding van corrosie door het arboricide.

Het werken met de spuit:

Na het vullen van de jerrycan met het arboricidemengsel, wordt de hevelslang vastgeschroefd en de spuit op de rug genomen. De luchtinlaatslang wordt aangeblazen met de mond, terwijl tegelijkertijd de doseerkraan wordt opengehouden. Aldus wordt de hevelslang vanuit de tank volgedrukt met vloeistof. Als een goede straal uit de spuitdop komt wordt de doseerkraan gesloten. Verdere druk op de vloeistof is niet nodig. Een z.g. benzineklepje in de luchtinlaatslang zorgt dat er geen arboricide terugvloeit. De spuit is nu gebruiksklaar, zolang de hevel gevuld is. Om de hevel te ledigen wordt de hevel in de hoogte gehouden en de doseerkraan geopend. Men kan daarna de hevelset afschroeven zonder te veel te knoeien.

Het vullen van de jerrycans kan het beste geschieden op een plaats waar na afloop de handen gewassen kunnen worden. In het basiskamp is vullen vanuit een hoog liggend vat met kraan het eenvoudigste, in het terrein kan gebruik worden gemaakt van een hevelpompje, dat in de handel verkrijgbaar is. De jerrycans moeten niet geheel gevuld worden, maar liefst tot 7 à 8 liter, om morsen te voorkomen. Bij het goed gebruiken van de mogelijkheden van de spuit behoeft de arbeider niet in contact te komen met het arboricide, wat vooral in het terrein een voordeel is, omdat daar geen gelegenheid tot wassen is. Bij de complete spuit behoren twee extra vullingen, dat zijn dan twee extra jerrycans, die op eenvoudige wijze omgewisseld kunnen worden voor een lege jerrycan. De bevestigingsriemen op het draagplankje zijn daartoe van rubber gemaakt, en voorzien van z.g. snelbinderhaken (Fig. 2.).

Bij het achterlaten in het bos is het mogelijk om de jerrycans met een ketting en slot aan een boom vast te leggen. Het verdient aanbeveling om in het werkterrein langs de weg een regendichte kist met reservedelen en extra gereedschap, poetslappen etc. te plaatsen.

Eens per week moeten de spuiten in het basiskamp gecontroleerd worden, waarbij het filterstukje en het klepje in het doorlaatstuk gereinigd moeten worden, evenals de spuitdop. Als het klepje niet goed werkt loopt er arboricide in de aanblaasslang. Dit klepje is eenvoudig uit te nemen en met benzine te reinigen.

De doorlaatopening van de spuitdop geeft de mogelijkheid om de per minuut afgegeven hoeveelheid arboricide te regelen. Voor zuiveringswerk heeft een grote doorlaat de voorkeur, voor vrijstellingswerk (kleine bomen) een kleine doorlaat, om het verspillen tegen te gaan. Er is een maximum aan de doorlaatopening, boven welk maximum de spuitstok, dus het gedeelte van de hevel beneden de kraan, gemakkelijk leegloopt bij gesloten kraan.

Het is goed mogelijk om met behulp van een draagband die aan het handvat van de jerrycan wordt bevestigd de spuit over één schouder te dragen. De spuit kan dan gemakkelijker worden afgezet, wat vooral bij frillen plezierig is. De hier besproken rugspuit is vooral bedoeld voor vrijstellen, dus licht eenmanswerk. Voor zuiveren is de spuit ook goed te gebruiken, maar de zeer hoge capaciteit van een rugspuit met pomp wordt dan niet geëvenaard. (Spuiten met hoge druk geeft overigens nogal wat verlies van arboricide door spatten.) Gezien de hoge prijs (± Sf. 1,-- per liter mengsel) van het arboricide moet efficiënt gespoten worden, vooral bij het zuiveren, dat veel arboricide kost.

Waneer de spuit goed in orde is bestaat de mogelijkheid om geduronde korte tijd te spuiten boven het tankpeil. Dit gebeurt dan onder druk, welke op de vloeistof gezet wordt via de inlaatslang. Voor het behandelen van bospapaja's met hoge steltwortels bespaart dit veel tijd, temeer omdat inkappen van deze soort daarbij niet nodig is.

Kosten:

De voornaamste kosten van de spuit zijn de jerrycan en het speciaal te maken doorlaatstuk en klephoudertje. Dit laatste zal bij serieproductie in handwerk niet meer dan Sf. 5,- à 10 behoeven te kosten aan materiaal en arbeidsloon. De doseerkraan met spuitstok is in allerlei uitvoeringen te koop, maar metaal heeft de voorkeur, daar de houwer er gemakkelijk mee in aanraking komt.



Fig. 1. Het dragen van de rugspuit.

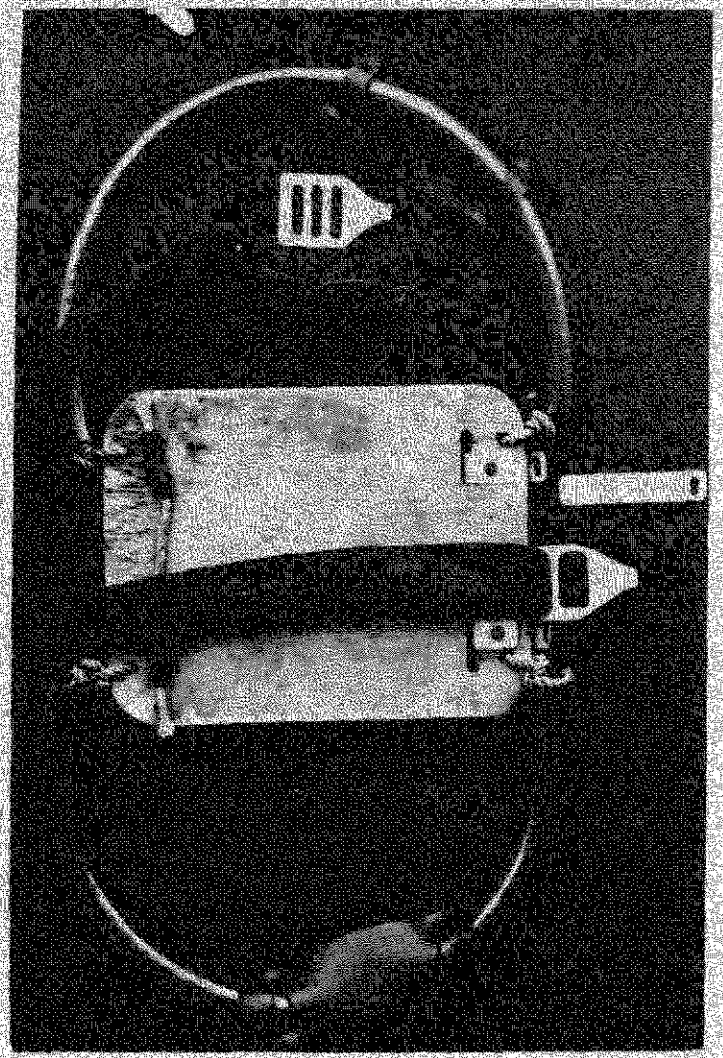


Fig. 2. Het draagplankje met de rubber riemen en snelbinderhaken.

GEGEVENS OMTRENT OMTREKAANWAS VAN ENKELE HOUTSOORTEN IN ANDERE PROEFPERKEN DAN "MAPANEBRUG"

Om enige vergelijking te kunnen maken tussen de groei van in dit rapport over "Mapanebrug" besproken houtsoorten en de groei van dezelfde houtsoorten elders in Suriname, zijn gegevens uit CELOS project 65/3 en CELOS project 67/2 bijeengebracht in enkele tabellen. Tabel A geeft de groei per diameterklasse in een intensieve behandeling, waarbij boven de 35 cm dbh geen waardehoutsoorten meer aanwezig zijn. Het jaar van meting is het 8e tot het 9e jaar na de zuivering. De gegevens van bv. de soort SAL (zie code elders in dit rapport, hfdst. 5.3) komen sterk overeen met de gegevens uit "Mapanebrug", behandeling 20+3 in periode II. Voor de soort HBA is in Tabel A de groei van de kleinere diameters niet zo goed als te "Mapanebrug" in behandeling 20+3 (periode III). Dit kan liggen aan het feit dat in project 65/3 veel perken al aan echte dunning toe zijn, en voorts de kleinste diameterklassen relatief méér met achterblijvers gevuld raken. Het kronendak is in veel gevallen al vrij goed gesloten, en bestaat reeds grotendeels uit kronen van waardehoutsoorten. De Pisies groeien in project 65/3 in het algemeen véél beter dan te Mapanebrug in beh. 20+3, met een uitzondering voor de kleinste diameters. In hoofdstuk 6.4 bleek reeds dat Pisies dankbaar zijn voor een intensieve behandeling. De soort KRA is qua groei in project 65/3 te vergelijken met de KRA in behandeling 40+3 te Mapanebrug. Ook de OKR is goed vergelijkbaar, ditmaal met de OKR in beh. 20+3 te Mapanebrug. De Tingimonies (TIS, ATI, GTI, HTI) groeien ongeveer zoals SAL groeit. WIS en WAK kunnen formidabel groeien, en dat betreft niet alleen enkele geselecteerde exemplaren. (Alle bomen in Tabel A hadden een goede vorm van stam en kroon.)

Tabellen B en C geven de groei in twee licht geëxploiteerde percelen, respectievelijk te "Sarwaweg" (Mapane) en te "Goliath" (Coesewijne). Er is geen behandeling toegepast na de oogst. Slechts WAN en BAS zijn erkende traditionele waardehoutsoorten. Men ziet bij deze twee soorten in beide tabellen B en C dat de groei over het algemeen wat beter is dan van de overige genoemde soorten. Het groeitempo is waarschijnlijk te vergelijken met dat in behandeling 0 te "Mapanebrug". Stelt men aan de hand van de cijfers van Tabel C een tabel van doorlooptijden op, dan komt men op een leeftijd van meer dan 200 jaar voor WAN van boven de 50 cm dbh en een leeftijd van meer dan 100 jaar voor BAS van boven de 50 cm dbh. Na de exploitatie sloten de gaten in het kronendak zich in ongeveer 10 jaar, zodat gesteld mag worden dat in het algemeen een kleine boom niet lang zal kunnen profiteren van een gat dat hem toevallig begunstigt. De weg naar omhoog is moeizaam voor de verjonging, er is weinig kans op meevallers, en als die er zijn duren ze maar kort. De resultaten te "Mapanebrug" leren ons dat de meeste waardehoutsoorten zeer profiteren van verlichting van de concurrentie, en de cijfers van Tabel B en C geven de aanwijzing dat de meeste soorten uit het drooglandbos een behoorlijk vermogen moeten hebben om een onderdrukte positie te verdragen voor lange tijd, en er bovenuit te kunnen groeien. Voor soorten in een uitkapbossysteem een prettige combinatie van eigenschappen.

Groeicijfers voor Dipterocarpaceae in Z.O. Azië (uit: Tropical Rain Forests of the Far East, van T.C. Whitmore, 1975) geven bij een vergelijkbare reductie van de concurrentie (grondvlak teruggebracht van 28,7 m^2/ha tot 13,9 m^2/ha) als bij beh. 20+0 te "Mapanebrug", een vergelijkbare stimulans van de omtrekgroei te zien. Ook de minder goede reactie van de hoogste diameterklassen is daarbij duidelijk. In genoemde publicatie werd gerekend met de 100 beste exemplaren per ha.

Tabel A. Jaarlijkse omtrekaanwas in millimeters van enkele waardehoutsoorten in het proefperk van CELOS project 65/3 over de periode september 1973 t/m september 1974. De 12 behandelingen in dit proefperk zijn tezamen genomen. Als zuivering is in de helft van de gevallen een zuivering met ondergrens 10 cm dbh genomen, in de andere helft een zuivering met ondergrens 20 cm dbh. Overal zijn de WHS dikker dan 20 cm dbh vergiftigd bij de zuivering. De vrijstelling varieert van intensief (1) tot in het geheel niets (6). Gemiddeld zou men de behandeling kunnen typeren als 10+A3 volgens de te "Mapanebrug" gebezigde code. De aantallen bomen waarover de berekening is uitgevoerd staan tussen haken. De omtrekaanwas is per abuis toebedeeld aan de diameterklasse waarin de boom zich bevond aan het eind van de opnameperiode

omtrek (mm)	63-156	517-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	soort	behandeling
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9		
SAL	6 (23)	15 (45)	16 (28)	34 (21)	42 (7)	44 (9)	39 (4)		SAL	10, 20,1 t/m 6
HBA	14 (92)	27 (112)	33 (32)	46 (24)	39 (14)	41 (5)	28 (2)		HBA	10, 20,1 t/m 6
Pisies	9 (30)	17 (71)	32 (25)	41 (5)	54 (2)	38 (1)	64 (1)		Pisies	10, 20,1 t/m 6
OKR	7 (46)	17 (126)	41 (52)	42 (14)	68 (6)	-	52 (1)	75 (1)	OKR	10, 20,1 t/m 6
KRA	13 (24)	33 (67)	39 (23)	47 (11)	38 (9)	50 (5)	29 (2)		KRA	10, 20,1 t/m 6
TIS, ATI GTI, HTI	7 (43)	20 (80)	23 (26)	37 (12)	39 (7)	37 (3)			TIS, ATI	10,20,1 t/m 6
WIS	12 (11)	33 (43)	54 (23)	65 (14)	78 (3)	-	67 (1)		WIS	10, 20,1 t/m 6
WAK	6 (12)	28 (56)	69 (29)	62 (9)	130 (6)				WAK	10, 20,1 t/m 6

Tabel B. Jaarlijkse omtrekaanwas in millimeters van enkele waardehoutsoorten in het CELOS project 67/2, over de periode medio 1968 t/m medio 1974, voor het proefperk te Sarwaweg. De behandeling bestaat uit een oogst van ± 5 stammen per hectare in 1965, waarna geen ingreep meer is toegepast. Het aantal bomen waarover de berekening is uitgevoerd staat tussen haken vermeld. De omtrekaanwas is per abuis toebedeeld aan de diameterklasse waarin de boom zich bevond aan het eind van de opnameperiode

omtrek (mm)	63–156	157–313	314–470	471–627	628–784	785–941	942–1099	1100–1254	1255–1413	1414–1570	1571–1727	1728–1884	1885–2041	2042–2198	> 2198
diam. (cm)	2,0–4,9	5,0–9,9	10,0–14,9	15,0–19,9	20,0–24,9	25,0–29,9	30,0–34,9	35,0–39,9	40,0–44,9	45,0–49,9	50,0–54,9	55,0–59,9	60,0–64,9	65,0–69,9	> 69,9
WAN				2 (3)		1 (2)	15 (2)	13 (1)	27 (1)						
BAS		7 (1)		15 (1)	15 (2)		19 (5)	25 (1)	23 (2)	18 (4)	23 (1)	16 (1)	16 (1)		
likacedoe					6 (1)	3 (6)	7 (9)	6 (26)	7 (18)	14 (17)	15 (5)	12 (5)	7 (1)	2 (2)	
fonan	0,6 (3)	0,3 (3)	2 (2)	6 (4)	7 (5)	4 (8)	3 (12)	4 (2)	4 (3)	13 (2)					
Jakanta	1 (6)	1 (23)	7 (4)	1 (2)	8 (6)	9 (7)	7 (5)	11 (2)							
Foengoe	1 (1)	3 (2)		1 (2)	5 (4)	6 (4)	6 (5)	9 (13)	7 (7)	13 (9)	11 (5)	16 (1)		19 (1)	20 (1)
tingimoni	1 (6)	2 (16)	7 (5)	4 (10)	5 (2)	4 (1)	6 (3)	1 (1)					19 (1)		

Tabel C. Jaarlijkse omtrekaanwas in millimeters van enkele waardehoutsoorten in het CELOS project 67/2, over de periode medio 1968 t/m medio 1974, voor het proefperk te Goliath. De behandeling bestaat uit een oogst van ± 8 stammen per hectare in 1966, waarna geen ingreep meer is toegepast. Het aantal bomen waarover de berekening is uitgevoerd staat tussen haken vermeld. De omtrekaanwas is per abuis toebedeeld aan de diameterklasse waarin de boom zich bevond aan het eind van de opnameperiode

omtrek (mm)	63-156	157-313	314-470	471-627	628-784	785-941	942-1099	1100-1254	1255-1413	1414-1570	1571-1727	1728-1884	1885-2041	2042-2198	> 2198
diam. (cm)	2,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	> 69,9
WAN	-	1 (2)	-	9 (6)	8 (5)	9 (7)	13 (16)	12 (14)	13 (6)	18 (11)	13 (5)	24 (1)	-	9 (1)	29 (1)
BAS	1 (2)	6 (2)	18 (2)	6 (2)	15 (4)	8 (3)	21 (6)	20 (3)	6 (1)	23 (6)					
Riemhout	-	3 (3)	5 (3)	9 (10)	8 (16)	10 (26)	10 (52)	10 (31)	11 (11)	14 (7)	86 (1)	-	179 (1)	31 (1)	
Foman	-	7 (5)	4 (4)	4 (9)	2 (8)	3 (25)	6 (17)	6 (13)	5 (4)	6 (3)	-	-	3 (1)		
Jakanta	1 (2)	9 (6)	2 (1)	6 (9)	8 (8)	9 (11)	10 (5)	13 (6)	13 (3)	6 (2)	-	-	-	11 (1)	
Foengoe	-	-	-	0 (2)	3 (1)	12 (1)	6 (2)	6 (4)	5 (1)	5 (3)	7 (2)	4 (3)	6 (4)	9 (1)	
tingimoni	1 (2)	4 (9)	3 (3)	1 (1)	6 (2)	7 (1)	-	10 (2)							

VELSCHADE IN EEN MODEL VAN EEN UITKAPBOS IN SURINAME

In deze bespreking wordt uitgegaan van een model van een uitkapbos volgens De Liocourt en Meyer (zie hfdst. 6.3.2). In het model van Meyer geldt $N = k.e.^{-\alpha.d.}$, waaruit tenslotte na logarithmische transformatie af te leiden is: $y = A - B.x.$ (y = log N, N = stamtal per diameterklasse, x = d = diameterklassemidden, en A en B zijn constanten die de rechte bepalen. Zie voorts bijlage 3). Met behulp van het quotiënt q van De Liocourt is een stamtal/diameterklasseverdeling van een tweetal modelbossen van uitsluitend waardehoutsoorten gemaakt, uitgaande van een stamtal 10 in de diameterklasse 45,0-49,9 cm. De s/d verdeling van deze 2 modellen, met resp. q = 1,4 en q = 1,3 is gegeven in Tabel A, waarbij ook het grondvlak in elke klasse is vermeld. De s/d verdeling van de waardehoutsoorten (WHS 70) te Akintosoela in onbehandeld bos is eveneens in Tabel A gegeven, waarbij uit de gegevens van het model van Meyer is berekend dat q in dit geval 1,18 is. (Zie Tabel 14, hfdst. 6.3.2, $\ln q = B \times 5$).

Als de minimumhoeveelheid stammen die economisch verantwoord te oogsten is 15 per ha bedraagt, dan is het belangrijk te weten hoeveel schade deze oogst in het bos teweegbrengt. Stellen wij dat al de te vellen bomen 50 cm dbh hebben, een bloklengte van 15 m en een totale hoogte van 30 m hebben. De kroon wordt op 15 m hoogte en 12 m middellijn gesteld. In Fig. A ziet men een dergelijke boom geveld liggen op een perceel van 50 x 25 m (0,125 ha). Door de vallende kroon en stam wordt ongeveer 140 m^2 vegetatie platgeslagen, op een niet-selectieve manier. De velling van de boom kan niet in elke gewenste richting plaatsvinden, zodat gemarkeerde waardebomen niet ontzien kunnen worden. Aangenomen wordt dat er geen lianen meer zijn in het kronendak.

Ook bij het uitslepen wordt schade toegebracht. Deze is echter wel degelijk selectief toe te brengen, men kan heel goed gemarkeerde waardebomen ontzien. Of dit te duur wordt blijft hier in het midden als vraag. Als onvermijdelijke velschade kan dus gerekend worden op 150 m^2 per boom, d.i. 2250 m^2/ha voor 15 bomen, mits verspreid geoogst. Dat betekent 22,5% van de totale oppervlakte.

Door STERRINGA (1968) is een schatting uitgevoerd van de velschade in 10 ha geëxploiteerd drooglandbos, 2 à 3 jaar na de exploitatie. De gegevens daarvan zijn vermeld in Tabel B. Helaas is niet bekend hoe dik de geoogste bomen waren. Zij zullen echter meestal boven de 50 cm dbh geweest zijn. Lianen waren aanwezig, en hebben de schade vergroot. Tabel B is verder uitgebreid, door het aantal gekapte stammen fictief op te voeren. Het schadepercentage (oppervlak) bij oogst van 15 bomen wordt in totaal gegeven als 37,5%, waarvan 15% sleepweg.

Bij een goed geleide exploitatie zou het hout bijvoorbeeld steeds via een **centraal sleeppad**, 3 m breed en op 100 m afstand parallel aan elkaar verlopend, kunnen worden uitgesleept. Dit pad beslaat dan 3 x 100 m per hectare. De afstand van dit centrale sleeppad tot de stomp wordt hier op gemiddeld 25 m gesteld, de werkelijke sleepafstand hangt van de velrichting af. Kan er met een lier gewerkt worden dan is de rijafstand van de uitsleepmachine van het centrale sleeppad af nog te verkorten. Wordt het secundaire sleeppad (van stomp naar centraal sleeppad) gemiddeld op 2 m breed en 25 m lang gesteld, dan betekent dat voor 15 bomen 750 m^2 sleeppad. Samen met de 300 m^2 centraal sleeppad 1050 m^2, dus 10% van de oppervlakte. Het is van belang de sleeppaden zo kort en smal mogelijk te houden, omdat bij elk bezoek aan enige jaren geleden geëxploiteerd bos steeds weer blijkt dat op een voormalig sleeppad de bodem erg achteruit is gegaan. Er groeien weinig

kiemplanten van bomen op, en er blijven vaak plassen water op staan. Op de wortelstelsels van bomen langs deze sleeppaden moet dit bodembederf een ongunstig effect hebben, de meeste bomen in het drooglandbos hebben een groot aandeel ver uitwaaierende oppervlakkige wortels ("feeder roots") in hun wortelstelsel. Als dan de oogstmachines niet verbeterd kunnen worden t.a.v. hun bodemvernielende effecten, dan zou men ze liefst bij elke cyclus op dezelfde sleeppaden moeten laten blijven, om de schade te beperken tot steeds dezelfde 10% van het perceel. Bij de exploitatie zou ook getracht moeten worden om niet te grote gaten te laten ontstaan wanneer enkele bomen dicht bijeen geoogst kunnen worden. Dit veronderstelt een vellingsarbeider met goede vakkennis.

Hoeveel toekomstbomen (van WHS) staan er nu op het velschadeoppervlak van 2250 m^2/ha? Gerekend wordt dat alle WHS in genoemd oppervlak uitgeschakeld zijn, of door vergiftigen gedood moeten worden, omdat bv. de kroon geheel kapot is of de stam gedeeltelijk van bast ontdaan is. In de twee bovengenoemde modellen met q = 1,4 en 1,3 staan er op één hectare 228 resp. 166 WHS van 15 tot 45 cm dbh. In model "Akintosoela" zijn dat er 42. Met bomen beneden 15 cm dbh wordt hier niet gerekend, ze worden niet gemarkeerd omdat ze te klein zijn en het daarom te lang duurt voordat ze oogstbaar worden. Door velschade gaan van de genoemde aantallen verloren resp. 51,3, 37,4 en 9,5 bomen van 15-45 cm dbh, ongeveer een kwart tot een vijfde deel in alle klassen.

Indien de velschade gerekend wordt als 22,5% en goed verdeeld is over het oppervlak, en ook de enige oorzaak van de mortaliteit zou zijn, dan zou een bos volgens een model met q = 1,113 voldoende zijn om steeds in 20 jaar aanvulling der klassen te verkrijgen door het voortgaan van de omtrekgroei (die dan echter wel ± 1 cm per jaar moet blijven). Om wat speling te verkrijgen voor selectief dunnen en andersoortige mortaliteit zal men liever q = 1,3 aanhouden. De hoeveelheid bomen in het model zal men niet te hoog nemen, om de groei goed te laten blijven. Het model q = 1,3 in Tabel A, met 10 bomen in de klasse 45,0-49,5 cm dbh heeft een totaal grondvlak van ± 18,5 m^2/ha. De groei der bomen in dit model zou vergelijkbaar kunnen zijn met de groei (in project 67/9) in de behandeling 40+0, over periode III. We nemen dan dus de doorlooptijden uit Tabel 17 voor beh. 40+0. In 18,6 jaar, zeg rond 20 jaar zouden dan de twee hoogste klassen kapbaar worden, met steeds 10% mortaliteit over die periode. Dat zijn dan ± 20 stammen, wat dus al te veel is. De cyclus kan kennelijk verkort worden tot bv. 15 jaar. De kapbare stammen in de klassen boven 50 cm dbh werkt men het liefst snel weg in de eerste cyclus, ze geven te veel velschade als de kroon nog verder uitgroeit na de zuivering, en het is tenslotte bruikbaar hout.

In de s/d verdeling van "Akintosoela" zijn er in de klasse 5,0-9,5 cm dbh reeds evenveel bomen als in de klasse 10,0-14,9 cm dbh van "model q = 1,3". Het lijkt daarom niet onmogelijk om te "Akintosoela" met goede maatregelen een s/d verdeling op te bouwen als in genoemd "model q = 1,3", in een periode die ongeveer de som van de doorlooptijden van de klassen 10,0-44,9 cm dbh is. Voor behandeling 20+3 is dat rond 35 jaar. Bij minder intensieve behandeling zal dat wel een tiental jaren langer duren. In de overgangsfase van "model Akintosoela" naar "model q = 1,3" zal eerst bv. om de 20 jaar gekapt kunnen worden (zie bijlage 6), waarna tijdens de tweede cyclus al meer stammen kaprijp worden ondanks de afname van de omtrekaanwas, zodat tenslotte om de 15 jaar kan worden gekapt.

Tabel A.

Bijlage 11

omtrek (mm) / diam. (cm)	63-156 / 2,0-4,9	157-313 / 5,0-9,9	314-470 / 10,0-14,9	471-627 / 15,0-19,9	628-784 / 20,0-24,9	785-941 / 25,0-29,9	942-1099 / 30,0-34,9	1100-1254 / 35,0-39,9	1255-1413 / 40,0-44,9	1414-1570 / 45,0-49,9	1571-1727 / 50,0-54,9	1728-1884 / 55,0-59,9	1885-2041 / 60,0-64,9	2042-2198 / 65,0-69,9	> 2198 / > 69,9	totaal	eenheden
q = 1,4	-																
stamtal	-	147	105	75	54	38	27	20	14	10	7,1	5,1	3,6	2,6		518	exx./ha
grondvl.	-	0,64	1,29	1,80	2,15	2,26	2,24	2,21	1,98	1,77	1,54	1,32	1,10	0,93		21,23	m^2/ha
q = 1,3	-																
stamtal	-	82	63	48	37	29	22	17	13	10	7,7	5,9	4,6	3,5		343	exx./ha
grondvl.	-	0,36	0,77	1,15	1,47	1,72	1,82	1,87	1,84	1,77	1,67	1,53	1,41	1,25		18,63	m^2/ha
Akinto-socla WHS 70 q = 1,1		(68)	(23)	9,6	10,2	7,5	6,4	4,8	3,6	2,3	1,4	0,7	0,6	0,2		138	exx./ha
		0,30	0,28	0,23	0,41	0,45	0,53	0,53	0,51	0,41	0,30	0,18	0,18	0,07		4,38	m^2/ha
grondvlak diameterklasse-middenstam		0,0044	0,0123	0,0240	0,0398	0,0594	0,0829	0,1104	0,1418	0,1772	0,2165	0,2597	0,3068	0,3578			

In bovenstaande bespreking is hier en daar zeer simplistisch geredeneerd, om de zaak eenvoudig te houden. Het verdient grote aanbeveling om een onderzoek te doen naar de velschade welke ontstaat bij de oogst van bv. 5, 10 en 20 (1x5, 2x5 en 4x5) stammen per hectare. Er zijn natuurlijk geen percelen drooglandbos beschikbaar waar 20 kaprijpe stammen van WHS staan (liefst nog ongeveer 50 cm dbh dik en niet dikker). Men kan echter voorlopige resultaten verkrijgen door waardeloze soorten te substitueren voor waardesoorten. Dan moet daarbij vooral gelet worden op dbh en op kroonafmeting. Oppervlaktemetingen van de velschade met de meetband, meting van de uitsleepschade aan bodem en stamvoeten van bomen langs het pad etc., het is allemaal niet zo zeer soortgebonden. Wèl soortgebonden is bv. de kwetsbaarheid van de kroon bij toekomstbomen, en het herstelvermogen van een sterk beschadigde boom. Lianenkap is voorafgaand aan deze proeven zeer noodzakelijk, om de spreiding in de resultaten niet te verergeren.

Tabel B. Velschade bij exploitatie van diverse aantallen stammen/ha, uitgedrukt in percentages platgeslagen oppervlak

Lokatie proefperk	aantal gekapte stammen/ha	oppervlakte sleepweg %	oppervlakte openingen kronendak %	totaal %
Sarwaweg:	5	5	7,5	12,5
Goliath :	8	7,5	12,5	20
fictief :	10	10	15	25
	15	15	22,5	37,5
	20	20	30	50

Oppervlakte aan sleepweg en gering kronendak overlappen elkaar weinig. Gerekend kan worden dat alles over beide oppervlakten vernield is.

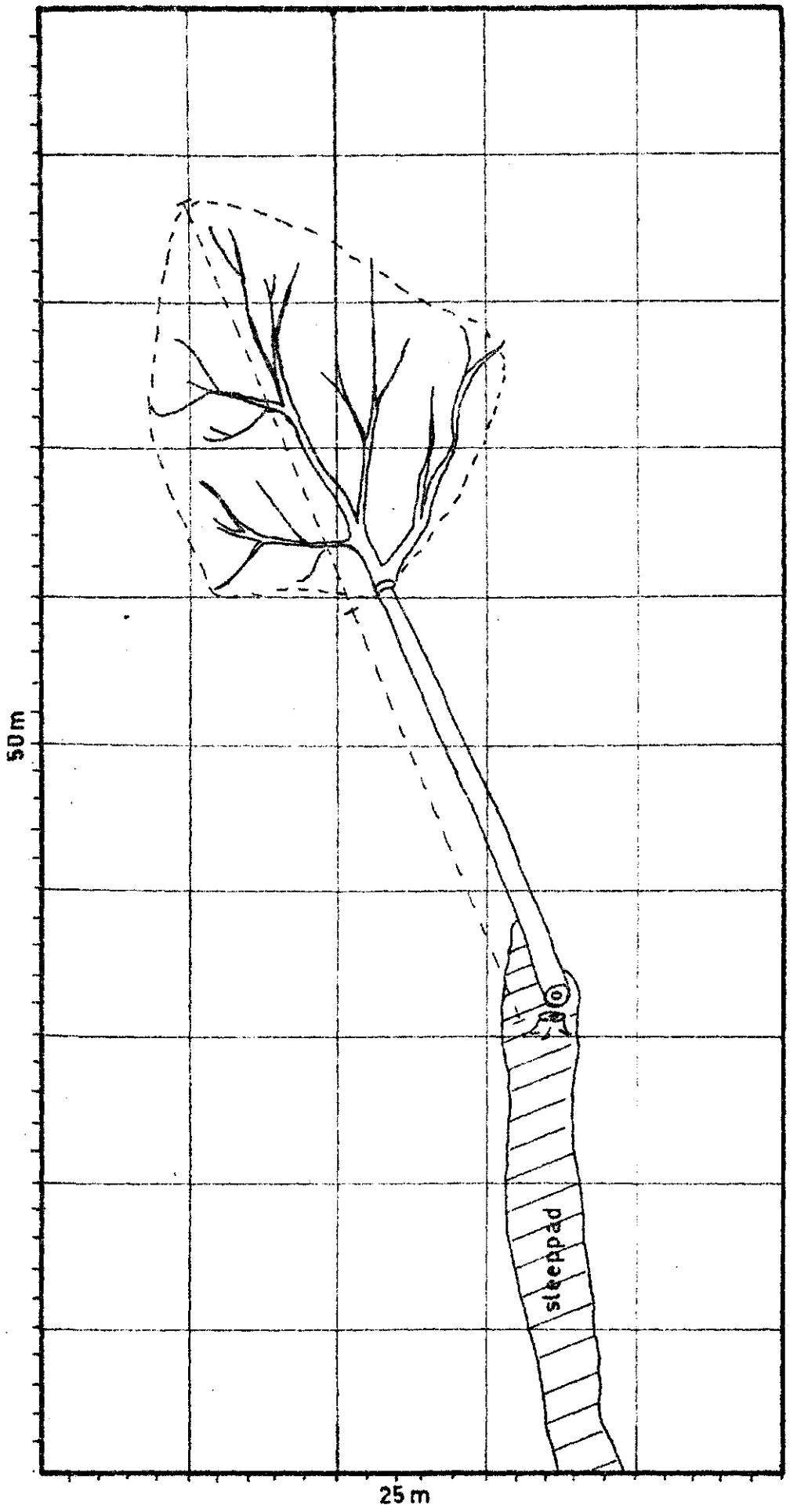


Fig. A.

Bloklengte 15 m
Kroonlengte 15 m
Kroonbreedte 12 m
Zijdelingsopp. Kroon
125 m^2
Idem, Stam 15 m^2
Afstand naar centraal
sleeppad gemiddeld
25 m
Breedte sleeppad 2 m

AANBEVELING BETREFFENDE AFMETINGEN EN OPZET VAN HOUTTEELTKUNDIGE PROEFPERKEN VOOR NATUURLIJKE VERJONGING VAN DROOGLANDBOS IN SURINAME

Bij de in Suriname traditionele inrichting van houtteeltkundige proefperken in drooglandbos wordt een bepaald (rechthoekig) stuk terrein met piketten gemarkeerd, grenslijnen worden gekapt, en alle exemplaren van waardehoutsoorten (WHS) in het afgepaalde perceel worden opgemeten en eventueel genummerd en permanent gemarkeerd met b.v. rode verf. Een dergelijke gang van zaken is eenvoudig van opzet, en de instructies aan de meetploeg zijn eveneens eenvoudig.

Bezwaren van deze opzet zijn echter dat men wel veel exemplaren van waardehoutsoorten meet in een perceel van bijvoorbeeld een kwart of een halve hectare, maar dat deze exemplaren voornamelijk tot de lagere diameterklassen behoren. De hogere diameterklassen zijn schaarser vertegenwoordigd, en om "voldoende" metingen van dikkere bomen te verkrijgen moet men het oppervlak van het proefperk danig vergroten. Bij de traditionele wijze van opnemen heeft men voor ± 1 ha proefperk ongeveer 3 mandagen nodig in een meetploeg van drie man. Er worden dan 150 tot 300 of meer exemplaren waardehoutsoorten gemeten, waarvan slechts enkele tientallen dikker zijn dan 25 cm dbh.

Bezien wij de frequentieverdeling van de waardehoutsoorten over de diverse diameterklassen in een perceel drooglandbos, bijvoorbeeld te Mapane (Akintosoela) dan geldt bijgaand staatje:

diam.klasse, cm dbh	15,0 - 19,9	20,0 - 24,9	25,0 - 29,9	30,0 - 34,9	35,0 - 39,9	40,0 - 44,9	45,0 - 49,9	> 49,9
WHS, aantal/ha	9,6	10,2	7,5	6,4	4,8	3,6	2,3	3,7

De lijst van WHS waarmee gewerkt is omvat 47 soorten, erkend sinds 1969. Slechts 5 à 7 soorten komen vrij frequent voor, en bepalen door hun talrijkheid de gevolgde teeltwijze of resultaten, de overige soorten zijn "meegenomen".

Hoeveel waarnemingen zijn nu voldoende te noemen om een redelijk beeld te krijgen van de toestand en de ontwikkelingen in het proefperk? Dat hangt natuurlijk vooral af van welke de uiteindelijke gegevens zijn die men wenst te verkrijgen. Laten we hier als voorbeeld nemen dat het gewenst is een grafiek samen te stellen waaruit de doorlooptijd van de diameterklassen bij een bepaalde houtteeltkundige behandeling kan worden afgeleid. Per punt van de grafiek zal men zich toch wel 5 à 10 waarnemingen wensen om te middelen. Verdeelt men de aanwezige WHS in 3 groepen, b.v. langzame, middelmatige en snelle groeiers, met elk resp. een aandeel van $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ en $\frac{1}{4}$ van de aanwezige aantallen WHS, evenredig verdeeld over de stamtal/diameterklassenverdeling, dan kan men voor de middelmatige groeiers zeggen dat de stamtallen/ha in het boven gegeven staatje voor hen gehalveerd moeten worden. Om de genoemde grafiek voor deze groep samen te stellen is dan zo ongeveer twee tot vijf hectare proefperk nodig. Splitst men de WHS in meer groepen, tot afzonderlijke soorten toe, dan neemt het benodigde oppervlak aan proefperk toe.

Omdat er een limiet is, zowel aan de hoeveelheid arbeid en tijd die gespendeerd kan worden aan de opnamen, als aan de beschikbare, liefst redelijk homogeen bezette, bosterreinen, moet men zich qua eisen aan de uiteindelijke gegevens beperken. Meestal komen er 5 à 7 frequent optredende WHS voor in een bepaald te onderzoeken perceel, die samen driekwart of meer van de opstand aan WHS uitmaken, en van deze soorten wenst men dan wat uitvoeriger groeicijfers. Op grond van het stamtal-diameterklassestaatje hierboven gegeven lijkt dan 10 à 15 ha proefperk wel voldoende. Voor de kleinere diameterklassen is dat natuurlijk al méér dan voldoende, en om arbeid te besparen worden deze dan ten dele bemonsterd, bijvoorbeeld 20% of 40%, verspreid over het grote proefperk.

Een voorbeeld van de opzet van een proefperk van 9 ha netto, en 16 ha bruto wordt gegeven in Fig. A. Wegens de grote hoogte van de vegetatie (30-40 m) is een isolatiestrook van 50 m breedte genomen. De grote bruto-oppervlakte van het proefperk staat vrij goede metingen van de kosten der houtteeltkundige behandeling toe, en ook eventueel oogstkosten. Bij het toepassen van een wat grotere reeks behandelingen (meer dan 3) heeft men al snel 50-100 ha min of meer homogeen bos nodig. Het vinden van een bruikbaar terrein in de "bosgordel" wordt echter pas moeilijk bij oppervlakten boven de 100 hectare aaneengesloten drooglandbos, zonder grote kreek er tussendoor.

De WHS boven 15 cm dbh worden voor 100% opgenomen in het 9 ha proefperk. De kleinere exemplaren worden bemonsterd in cirkelvormige plots, met een permanente centrale piket, en een straal van 15 meter. Bij deze straal blijft het proefperk nog redelijk overzichtelijk bij opname, ook in wat dichtere vegetatie. Het oppervlak van zo'n cirkelplot is 707 m^2. De cirkelplots liggen systematisch verspreid, 3 per hectare voor een $\pm$ 20% bemonstering. Een redelijke onderlinge afstand van 40 m of meer tussen de centrale piketten is gewenst om verwarring in het terrein uit te sluiten. De opgenomen WHS worden permanent gemarkeerd en genummerd.

Bij bepaling in de cirkelplots of een boom binnen of buiten het plot staat is een stalen meetband van 20 meter noodzakelijk. Als kriterium voor binnen of buiten staan wordt hier aanbevolen het binnen of buiten zijn van het hart van de boom op borsthoogte. Daarvoor moet men de afstand van het hart van de piket tot het hart van de boom meten. Dit laatste levert bij dikke, en vooral hoekig gevormde stammen wat problemen op. Men bepaalt dan de omtrek van de boom op borsthoogte, berekent daaruit de straal die bij de omtrek hoort, en neemt die straal als afstand van het "hart" van de boom tot de buitenzijde van de boom het dichtste bij de centrale piket. De dikke WHS in de cirkelplots zijn overigens van geen groot belang, daar zij al 100% bemonsterd worden over het gehele proefperk. Cirkelplots bieden enige belangrijke voordelen boven de gebruikelijke rechthoekige plots:

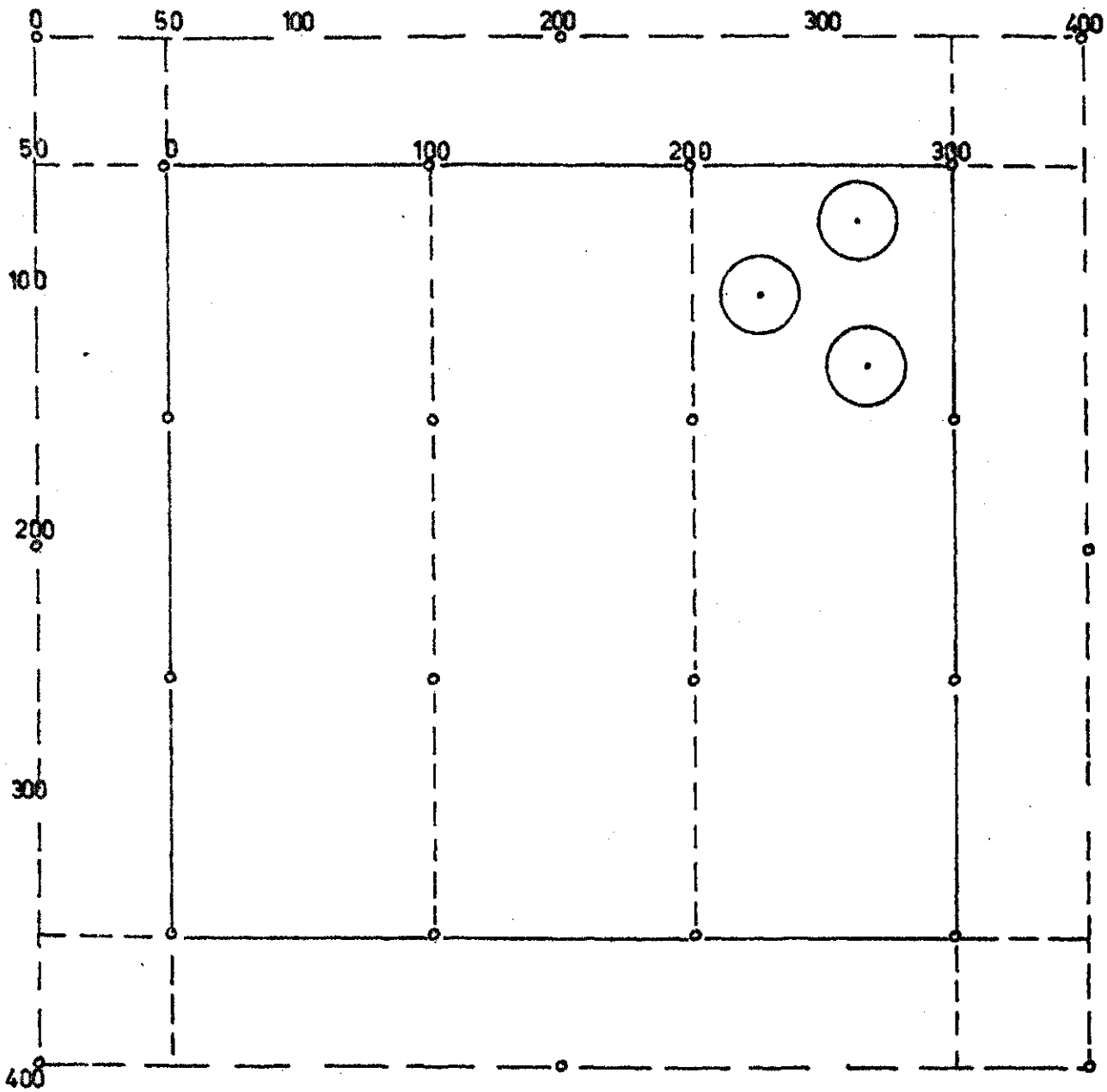
1. Voor de markering van rechthoekige plots zijn vier piketten nodig, op elk hoekpunt één, bij cirkelplots is één piket nodig, ter markering van het middelpunt.
2. Een rechthoekig plot van 35x20 m^2, zoals in project 65/3, heeft een vrijwel gelijke oppervlakte als een cirkelplot met een straal van 15 m, nl. 0,07 ha. Echter bij deze oppervlakte heeft een rechthoekig plot een grenslengte van 110 m, terwijl de grenslengte van een cirkelplot 94,2 m bedraagt. Vertraging in de opname treedt op, wanneer van bomen aan de plotgrens beoordeeld moet worden of deze binnen het plot staan. Bij een geringere grenslengte treedt deze vertraging minder op.
3. Vooral in dichte begroeiingen levert het vinden van de piketten bij rechthoekige plots zoals genoemde, moeilijkheden en vertraging op door de afstand. Daar bij cirkelplots de afstand tot de piket kleiner is, levert ook dit een tijdsbesparing op.
4. Bij cirkelplots is het weliswaar niet goed mogelijk, maar ook niet nodig de grenslijn zichtbaar te maken. Bij rechthoekige plots van enige afmetingen is openkappen van de grenslijn vrijwel altijd nodig.
5. Rechthoekige plots met gekapte grenslijnen kunnen in het terrein gemakkelijk worden onderscheiden. In de praktijk is gebleken, dat bosarbeiders de meetplots liever vermijden, wat tot gevolg heeft, dat bij ingrepen die uniform over het hele terrein dienen te geschieden, niet aan deze eis wordt voldaan, zodat een extra foutenbron ontstaat.

Een nadeel van cirkelplots vormt de oriëntatie, daar er slechts één oriëntatiepunt is i.t.t. vier bij rechthoekige plots. Bij opnamen dient de schrijver bij de piket te blijven, ter aanduiding. Voorts kan een extra dikke en opvallend gekleurde plastic buis over de permanente piket worden geplaatst tijdens de opname. Een stalen meetband voor controle op de straal is altijd nodig.

Het aantal opgenomen bomen van WHS boven 15 cm dbh zal ongeveer 500 over de 9 ha bedragen, afhankelijk van de gebruikte soortenlijst, terwijl een 20% bemonstering via cirkelplots ongeveer 400-500 exemplaren omvat waarvan 2/3 beneden de 15 cm dbh. Door toename van de verjonging na geslaagde ingrepen zal het aantal exemplaren in de cirkelplots na enkele jaren tot het dubbele en meer kunnen oplopen. Zou men de kleine WHS ook 100% bemonsteren over 9 ha, dan heeft men al gauw meer dan 2000 exemplaren te meten, waarvan de helft nauwelijks meer bijdraagt aan informatie, omdat er al zoveel van die soort en diameterklasse gemeten zijn.

Het uitzetten en meten van een als boven ingericht en gemeten proefperk vraagt aan lijnenkap 6 mandagen, aan piketten plaatsen 6 mandagen, aan cirkelplots inrichten 4 mandagen, voor de 100% bemonstering van WHS boven 15 cm dbh 12 mandagen en voor de 20% bemonstering (cirkelplots) 12 mandagen. Een herhaling van de opname na enkele jaren wordt geschat op ± 30 mandagen.

Fig. A Schema proefperk natuurlijke verjonging.



Aantal piketten : buitengrens : 8
9 ha meetplot : 16
707 m² cirkelplots : 27
51