

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

METHODENSTUDIES VAN DE HOUTOOGST IN DUNNINGEN VAN
PINUS CARIBAEA.
(onderzoekproject no. 70/8)

Een tijdstudie met vellingsgereedschap

G.J. Zondervan

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding
van Ir. F.J. Staudt

november 1971

390198

CELOS rapporten vormen een serie interne verslagen van werk verricht door studenten en leden van de wetenschappelijke staf van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname.

I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Inleiding en probleemstelling</u>	5
4. <u>Methodiek en uitvoering</u>	6
4.1. Algemeen	6
4.2. Opstandsgegevens	6
4.3. Arbeiders en gereedschap	7
4.3.1. Arbeiders	7
4.3.2. Gereedschap	7
4.4. Werkmethode	8
4.5. Opnamemethodiek	8
4.6. Tijdselementen	9
4.7. Andere gemeten grootheden	12
5. <u>Resultaten</u>	13
5.1. Diametergrootheden	13
5.1.1. Diameterverdeling	13
5.1.2. Relatie $dvh_i - dbh_i$	13
5.2. Aantal bijlslagen bij het vellen	16
5.3. Hangtijden en aantal hangende bomen	20
5.4. Overige tijden	21
6. <u>Literatuur</u>	28

1. SAMENVATTING

In navolging van de methodenstudie van LEEK (1970) is in een 10-jarige opstand van *Pinus caribaea* var. *hondurensis* te Singrilanti een tijdstudie van vellingsmethoden bij dunningsarbeid verricht.

Onderzocht werden de volgende gereedschappen:

1. Velbijl
2. Snoeibijl
3. Jirihzaag
4. Beugelzaag (boogzaag)
 - a. in 1-manswerk
 - b. in 2-manswerk

De vooraf gebleste bomen werden geveld doch niet verder opgewerkt aangezien deze studie als voorstudie diende bij de later uit te voeren arbeidsfysiologische metingen bij het vellen van bomen.

De arbeiders hadden slechts ervaring met de beide bijltypen hetgeen instructie en oefening met de beide zaagtypen noodzakelijk maakte.

Voor de afzonderlijke arbeiders lagen de prestaties met de verschillende gereedschappen niet altijd gelijk, doch aangezien (a) geen prestatieschattingen zijn toegekend, en (b) gemiddelde tijden interessanter zijn voor dit verslag dan toevallige afwijkingen, zijn, waar nodig geacht, per soort gereedschap de waargenomen tijden van alle arbeiders samen verwerkt.

In dit verslag is geen kostenberekening gemaakt; verwezen wordt naar LEEK (1970).

2. VOORWOORD

De tijdstudie is uitgevoerd in de periode van 5 t/m 30 oktober (1971). Van midden september tot begin oktober kregen de arbeiders ter oefening met de gereedschappen vellingswerkzaamheden ter plaatse uit te voeren.

De leiding van het onderzoek berustte bij Ir. F.J. Staudt.

3. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Het doel van dit onderzoek is geweest enerzijds om alvast door middel van een tijdstudie het meest efficiënte gereedschap (van de genoemde 4 soorten) voor dunning op te sporen en anderzijds om basisgegevens te verzamelen voor arbeidsfysiologisch onderzoek aan de betreffende handgereedschappen, waaruit dan eindelijk het meest efficiënte gereedschap naar voren moet komen.

In Suriname is men nog weinig gewend te werken met andere gereedschappen dan met de bijl terwijl toch reeds lang andere handzame gereedschappen worden ontworpen die efficiënter zouden kunnen blijken bij dunnings- en vellingswerkzaamheden. Het introduceren van nieuw soort gereedschap stuit dan ook op weerstanden van de zijde van de arbeiders hetgeen tijdens het onderzoek merkbaar was. Met name de handzagen waar de arbeiders eerder geen ervaring mee hadden opgedaan werden nogal eens gedoodverfd als moeilijk hanteerbaar, zwaar werkend, enz. Desalniettemin zal de waarde van het soort gereedschap moeten blijken uit de resultaten van dergelijk onderzoek.

4. METHODIEK EN UITVOERING

4.1. ALGEMEEN

Gedurende 5 weken zijn tijdwaarnemingen bij dunningswerkzaamheden gedaan in de pinusopstanden te Singrilanti teneinde

- (a) van verschillende tijdselementen die al dan niet regelmatig terugkeren bij dunningswerkzaamheden gemiddelde waarden (tijden in seconden) te kunnen bepalen eventueel in afhankelijkheid van gemiddelde diameters,
- (b) voor verschillende soorten dunningsgereedschappen de respectievelijke tijdselementen kwantitatief te vergelijken en zodoende de efficiency van deze gereedschappen ten opzichte van elkaar te bepalen, en
- (c) als hulpgegevens te dienen, bij de verwerking van de tevens uitgevoerde arbeidsfysiologische metingen.

Tijdens dit onderzoek zijn van in totaal 794 bomen de verschillende tijdselementen gemeten. Een specificatie van deze elementen volgt in 4.6.

4.2. OPSTANDSGEGEVENS

houtsoort	: Pinus caribaea var. hondurensis
plantverband	: $2\frac{1}{2}$ x 3 meter
plantperiode	: 1960 - 1961
totaal gemiddelde dvh der dunningsbomen *	: 20,5 cm
idem dbh	: 17,1 cm
terreingesteldheid	: vlak
ondergroei	: meest savannegrassen en -planten; vóór het blesseu gewied met de houwer
dunningspercentage	: geschat op 25 - 35%
grondsoort	: lemig zand, overgaand in savanne("Zanderij")zand
boniteit	: 2 - 4
algemene indruk	: veel slechte stamvormen weinig vossestaarten (foxtails), veel gevorkte stammen, bij grondsoortovergang naar savanne zeer slechte groei.

* dvh resp. dbh = diameter op velhoogte resp. diameter op borsthoogte met bast; zie ook 4.7.

4.3. ARBEIDERS EN GEREEDSCHAP

4.3.1. Arbeiders

Gewerkt werd met 4 arbeiders, geselecteerd en ter beschikking gesteld door de Dienst 's Lands Bosbeheer voor de duur van het onderzoek. Van elke arbeider werden met elk gereedschap bij het vellen van een aantal bomen de verschillende handelingen (elementen) afzonderlijk getimed.

Tabel 1. Gegevens van de ploeg waarmee gewerkt is

naam	leeftijd	lengte	gewicht	indiensttr. LBB	ervaring met
H. Sako	22 jaar	1,64 m	72,5 kg	1969	velbijl
P. Lawani	29 "	1,67 m	64,5 "	"	"
M. Maurits	29 "	1,54 m	54,5 "	"	"
P. Dermau	22 "	1,69 m	70,5 "	1966	" (en motorzaag)

4.3.2. Gereedschap

Het gebruikte gereedschap bij dit onderzoek was:

1. Velbijl
 - merk : Collins
 - gewicht : 1800 gram
 - steellengte : 90 cm
 - houtsoort steel : hickory ; essen
 - vorm steel : voorgevormd
2. Snoeibijl
 - merk : Oxhead Iltis
 - gewicht : 1000 gram
 - steellengte : 70 cm
 - houtsoort steel : hickory
 - vorm steel : voorgevormd
3. Jirihzaag
 - lengte zaagblad : 60 cm
 - zaagtanden : op trek geslepen
4. Beugelzaag
 - lengte zaagblad : 76 cm
 - merk zaagblad : Sandvik 51
 - zaagtanden : groepsgewijze driehoeksbestanding met gehard stalen punten
5. Hulpgereedschap in de vorm van houwens (+ vijl); zakwigje; blik met dieselolie, om de zaagbladen schoon te houden van bij het zagen opklevende hars van de pinus.

4.4. WERKMETHODE

Gewerkt werd steeds in 1-manswerk, behalve bij de boogzaag, waar ook bij 2-manswerk gemeten is. Steeds werd 1 arbeider door de tijdwaarnemer gevolgd bij het werk en werden tijdselementen onderscheiden; de overige 3 arbeiders bleven echter in de buurt werken om eventueel hulp te kunnen bieden (b.v. hangen van een boom; een over een pad heengevallen boom verwijderen). Doordat er slechts 1 tijdwaarnemer was werd ook bij het 2-manswerk slechts een van de twee arbeiders getimed in zijn handelingen. Na een aantal bomen werd dan de andere gevolgd. Degene die op dat moment niet getimed werd was dus eigenlijk alleen tijdens het zagen daadwerkelijk bezig. (Beter ware het geweest hem ook bij de andere werkzaamheden in te schakelen.)

Bij de zagen werd er steeds voor gezorgd de zaag schoon te houden met dieselolie. Door de harsvloeï bij het zagen hebben de zaagbladen namelijk de neiging vast te lopen in de zaagsnede hetgeen niet bevorderlijk is voor het werk. Een zakwigje om klemming van de zagen door de boom tegen te gaan bleek meestal niet nodig. Vóór het zagen werd met de houwer de stamvoet schoongemaakt en de schors weggekapt om steken van de zaag in deze sponsachtige schors te voorkomen, en om het botworden van de zaag door de aanwezigheid van zand in de schors tegen te gaan. Laatstgenoemde handeling bleef bij het werken met de bijlen achterwege.

De valrichting van de boom werd door de arbeiders bepaald als de richting waarin de boom het minste gevaar liep te blijven hangen.

4.5. OPNAMEMETHODIEK

Bij de tijdwaarnemingen werden eerst 2 gewone stophorloges gebruikt, later 1 tweewijzerhorloge. Eén gewoon stophorloge belemmert nauwkeurige opname van opéénvolgende elementen; zie hiervoor LEEK (1970), pag. 9. Om de daar genoemde reden zijn met 2 horloges niet 2 arbeiders tegelijk doch slechts 1 arbeider "getimed". De techniek van het werken met 2 gewone stophorloges wordt in het onderstaande schema uiteengezet. (Voor het gemak worden deze horloges gecodeerd als Links en Rechts.)

	<u>L</u>		<u>R</u>
opnamevoorbereiding:	Stel op nul		Stel op nul
↓			
1 ^e element begint :	-		Indrukken, wijzer gaat lopen
↓			
1 ^e element eindigt,	Indrukken, wijzer	↔ gelijk-↔	Indrukken wijzer stopt.
2 ^e " begint :	gaat lopen	↔ tijdig↔	Tijd aflezen, noteren (kontrolle!), indrukken (wijzer springt terug naar 0)
↓			
2 ^e element eindigt,	Indrukken, verder	↔ gelijk-↔	Indrukken, wijzer
3 ^e element begint :	handelen als onder	↔ tijdig↔	gaat lopen
	R		
↓			
enz. :	Handelingen steeds afwisselend als boven beschreven uitvoeren.		

De handelingen onder L en R worden steeds afwisselend toegepast als boven beschreven onder L en R tot het einde van een serie (volledige opname van 1 arbeider.) Na enige oefening geeft deze werkwijze goede resultaten.

Hetzelfde idee, doch plezieriger werkend (slechts 2 in plaats van 3 maal indrukken per element), geeft het 2-wijzerhorloge. Bij indrukken loopt 1 wijzer door en 1 stopt. De stand wordt afgelezen, er wordt ingedrukt en de gestopte wijzer verspringt naar de doorlopende en loopt samen met deze door. Bij opnieuw 2 maal indrukken wordt bovenbeschreven procedure gedurende het volgende element herhaald. Een 3^e kleinere wijzer geeft de verstreken volle minuten aan.

4.6. TIJDSELEMENTEN

Vóór het meten werd een indeling gemaakt naar:

1. Basiselementen
2. Dselementen

Van alle elementen werd steeds de duur in seconden gemeten.

1. Basiselementen zijn elementen, die noodzakelijk in elke cyclus moeten voorkomen. Een cyclus begint bij het verzamelen van het gereedschap als de boom op de grond ligt, en eindigt na het vallen van de volgende gevelde boom.

2. Deelelementen zijn toevallige elementen in die zin dat ze niet noodzakelijk in een cyclus hoeven voor te komen.

De basiselementen zijn bij dit onderzoek geweest:

- a. lopen
- b. velvoorbereiding
- c. vellen
- d. vallen

In een cyclus komen deze elementen in deze volgorde voor.

Als deelelementen werden onderscheiden:

- | | | | |
|----------------------------|----------------|-----------|-----------------|
| e. hangen | } | zakelijke | } deelelementen |
| f. zaagonderhoud | | | |
| g. nabewerken | | | |
| h. zakelijk overleg | } persoonlijke | | |
| i. persoonlijke verzorging | | | |
| j. uitblazen, rust | | | |
| k. niet zakelijk overleg | | | |

Hieronder volgt een nadere specificatie van de elementen.

a. lopen

Dit element is het eerste in een cyclus. De tijdsopname begint bij het verzamelen van het gereedschap na afsluiting van de vorige cyclus en eindigt bij het neerleggen van het gereedschap aan de voet van de volgende te vellen boom.

b. velvoorbereiding

Dit element begint bij het eindigen van a. De velvoorbereiding valt uiteen in het bepalen van de valrichting en het schoonmaken van de stamvoet: hinderlijke obstakels verwijderen, gras platslaan, bij het zagen eerst de schors weggakppen. De velvoorbereiding geschiedt grotendeels met de houwer. Afzonderlijke opname van deze 2 onderdelen is echter niet goed mogelijk daar deze door elkaar heen worden uitgevoerd. Als geheel zijn ze echter wel te onderscheiden van het voorafgaande en volgende element. De velvoorbereiding eindigt na het neerleggen van de houwer en het grijpen van de zaag of bijl, nl. bij het eerste contact tussen velgereedschap en boom.

c. vellen

Dit element vangt aan bij het eindigen van b, als boven uiteengezet. De veltijd eindigt zodra de boom duidelijk wankelt en begint te vallen. (Ervaring: hellen onder een hoek van ongeveer 10 graden.)

d. vallen

Hieronder wordt verstaan het omvallen van de boom vanaf het eindigen van element c. totdat de top van de boom de grond raakt. Dit element blijkt qua aantal seconden voor elke boom ongeveer gelijk te zijn en wel gemiddeld 6 seconden. Element d wordt vaak onderbroken door element e.

e. hangen

Tijdens het vallen kan de boom in andere bomen blijven hangen. Indien korter dan 5 seconden, wordt dit nog tot vallen gerekend, bij langer hangen wordt deze tijd afzonderlijk genoteerd. De exacte valtijd is wegens deze vrij korte tijdsspanne lastig te timen, en wordt dan als constante (= 6 sec.) uit de totale tijd van "ten val brengen" (= vallen + hangen) afgesplitst, waardoor dan de hangtijd bekend wordt.

De overige deelelementen kunnen op willekeurige ogenblikken optreden; de waarnemer moet deze kunnen onderkennen en timen.

f. zaagonderhoud

Dit houdt hoofdzakelijk in het harsvrijmaken van het zaagblad zoals eerder is beschreven. Sporadisch dient een nieuw zaagblad te worden ingezet (zaagblad is te bot geworden of zaagblad klemt en breekt).

g. nabewerken

Soms kan de boom geheel of gedeeltelijk over een pad vallen en dient dan opgeruimd te worden. Ook kan door een verkeerde valkerf een baard uit de stomp steken. Ook raakt de boom soms niet helemaal los van de stomp. Uit veiligheids-overwegingen dienen alle stammen los op de grond te liggen en alle stompen zo vlak mogelijk te zijn.

h. zakelijk overleg

De leiding pleegt overleg met de arbeider waardoor het werk stopt (legt hem iets uit, vraagt naar iets enz.).

De elementen e t/m h worden gerekend tot de zakelijke deelelementen in tegenstelling tot de volgende drie, de persoonlijke deelelementen:

i. persoonlijke verzorging

Deze term slaat meer op de lichamelijke hygiëne en veiligheid (b.v. naar het "toilet" gaan, handschoenen van eventuele hars ontdoen).

j. uitblazen, rust

Tussentijdse al dan niet voorgeschreven pauzes tijdens de werkzaamheden.

k. niet zakelijk overleg

B.v. een gesprek tussen de arbeiders onderling over een voorval tijdens het werk of anderszins.

Het is duidelijk dat sommige deelelementen (a) sporadisch zullen optreden, en (b) minder scherp van elkaar onderscheiden kunnen worden dan in bovenstaande indeling. Door soepele hantering echter kunnen optredende elementen in één van bovenstaande klassen worden ingedeeld.

4.7. ANDERE GEMETEN GROOTHEDEN

Naast de timing van verschillende tijdselementen werden van alle bomen steeds gemeten:

- a. de dbh = de diameter op borsthoogte (1,30 m) in cm nauwkeurig, met bast,
- b. de dvh = de diameter op velhoogte (in cm nauwkeurig) met bast; d.i. meting op de velsnede aan de stronkzijde nadat de boom was gevallen. De stronk stak meestal tussen de 5 en 10 cm boven de grond uit, soms minder. Een hoger uitstekende stronk werd niet geaccepteerd. Was de stam eirond of van andere ongewone vorm, dan werd de diameter overkruis gemeten en de 2 uitkomsten gemiddeld.

- Verder werd bij het vellen met de bijl genoteerd:
- c. het aantal bijlslagen nodig om de boom te vellen. (Er werd onderscheid gemaakt tussen slagen "voor" en slagen "achter" d.i. slagen aan twee verschillende zijden van de boom; bij de verwerking kon geen verband worden aangetoond en werden de twee indelingen samengevoegd tot "totaal aantal slagen".)

5. RESULTATEN

5.1. DIAMETERGROOTHEDEN

5.1.1. Diameterverdeling

Figuur 1 laat in histogramvorm zien de verdeling van het totaal aantal geveldde bomen over de diameterklassen op velhoogte. De klassebreedte is 1 cm (gemeten is op 1 cm nauwkeurig); b.v. klasse $d_{vh} = 20$ cm loopt van 19,5 t/m 20,4 cm. De laagste klasse is $d_{vh_7} = 6,5$ t/m 7,4 cm, bomen met een d_{vh} beneden de 7 cm (afgerond) zijn niet meer te vinden in deze opstanden. Verder zien we in de hoogste klassen van het histogram een aantal "voorlopers" doch dit aantal is miniem. In de klassen 7 t/m 34 is een min of meer symmetrische verdeling te zien t.o.v. klasse 21 (middelste klasse).

5.1.2. Relatie d_{vh_i} - dbh_i

Figuur 2 toont het verband d_{vh_i} en dbh_i . De figuur komt als volgt tot stand: Deel alle dbh 's ongeacht het type gereedschap in in de bijbehorende d_{vh_i} -klassen (gegevens uit de meetstaten). Bepaal bij elke d_{vh_i} -klasse het gemiddelde van de dbh 's in die klasse. Zet de gevonden (gemiddelde) dbh 's uit tegen de waarden van d_{vh} .

Opm: Index i geeft het klassemidden aan, b.v. $d_{vh_7} = 6,5$ cm $\leq d_{vh} \leq 7,4$ cm.

We kunnen ook bepalen de gemiddelde d_{vh} bij dit onderzoek voor elk gereedschap afzonderlijk. Hiertoe middelen we alle d_{vh_i} per gereedschap met inachtneming van een wegingsfactor voor de verschillende klassen aangezien de aantallen bomen in de klassen d_{vh_i} ongelijk zijn. De voor de hand liggende wegingsfactor is in dit geval het aantal bomen in de verschillende klassen ($= n_k$).

Dus:

gemiddelde d_{vh} bij een soort = $\frac{\text{Som (klasse } d_{vh_i} \times \text{aantal geveldde bomen in klasse } d_{vh_i})}{\text{Totaal aantal geveldde bomen bij dat gereedschap}}$

In formule: $\text{gem. } d_{vh} = \frac{\sum (d_i n_k)}{\sum n_k}$

Opm.: d_i is d_{vh_i}

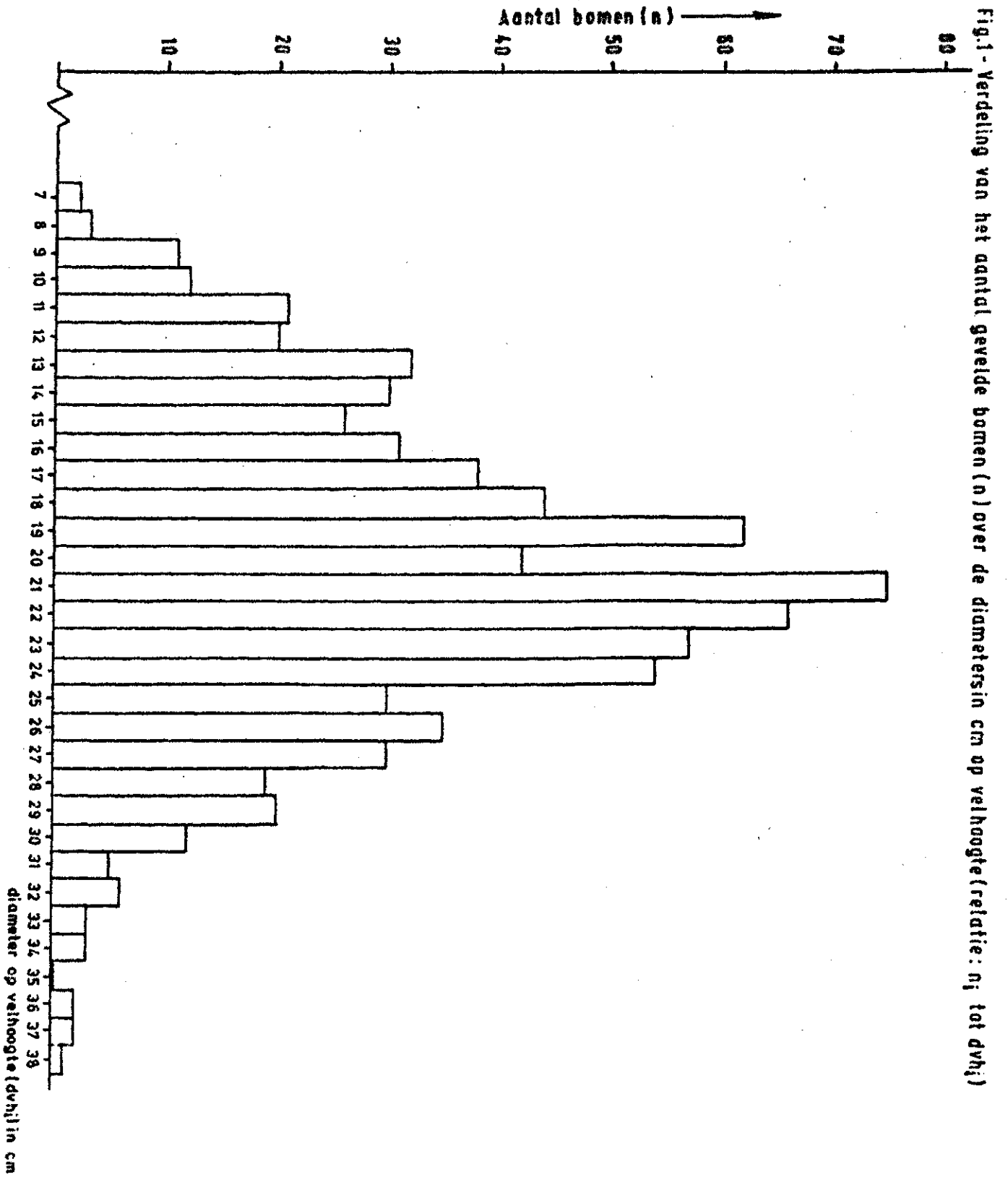
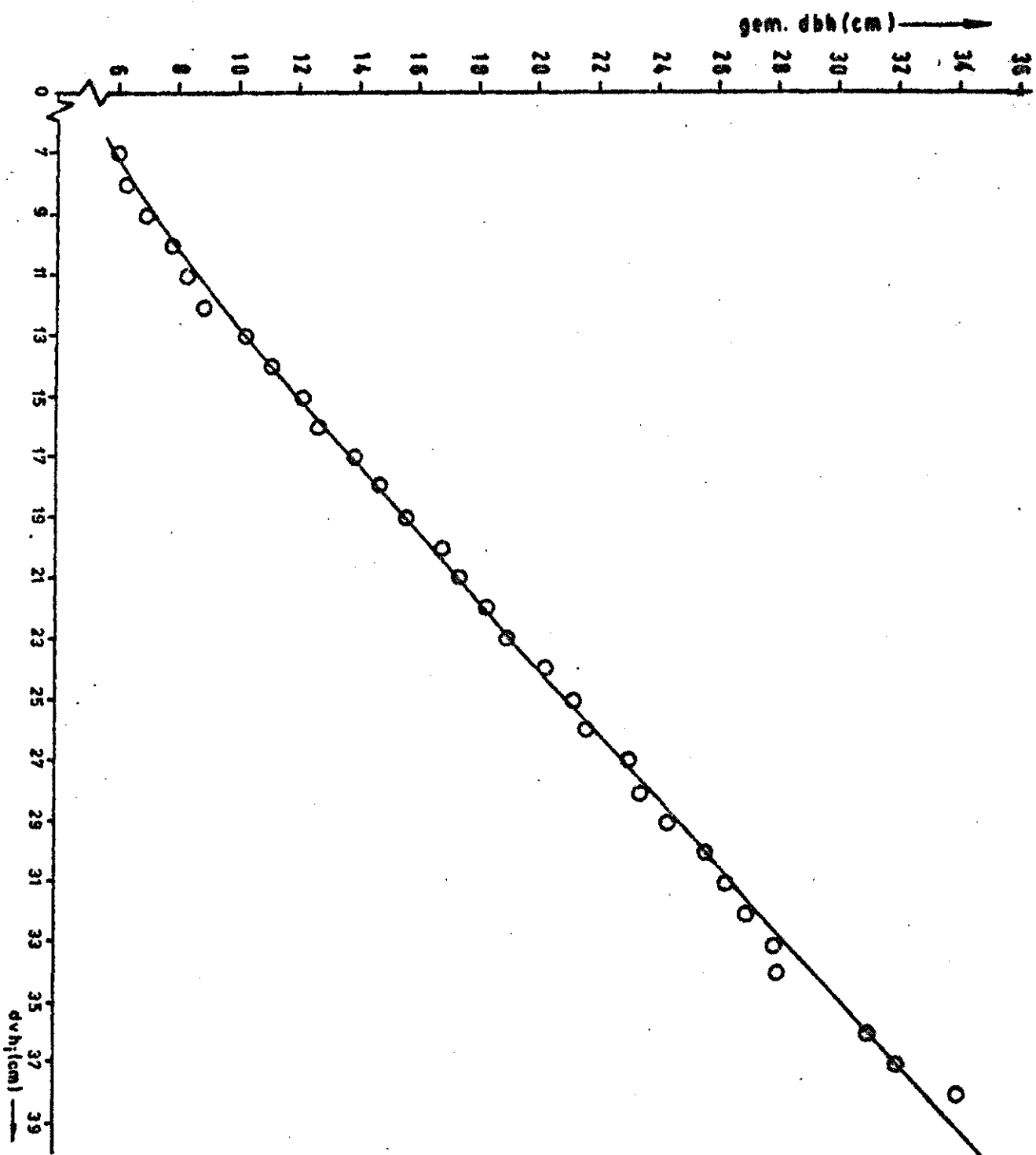


Fig. 2 - Verband tussen de diametersgemeten op velhoogte en op borsthoogte (relatie dv_h - gem. dbh)



In tabel 2 kolom 2 worden deze resultaten weergegeven. In dit verslag zijn de waarden van n_k niet opgenomen aangezien deze slechts dienden als tussenverwerking.

De berekening als boven omschreven is ook te doen voor de dbh. De resultaten staan in kolom 3 van tabel 2 ($dbh_b = dbh$ berekend uit de meetresultaten). Uit figuur 2 echter is door een interpolatie ook af te lezen de dbh_f ($dbh_f = dbh$ afgelezen uit figuur 2) behorend bij de waarden van dvh in kolom 2 van de tabel. Kolom 4 in tabel 2 geeft deze gem afgelezen waarden weer.

Tabel 2. Gemiddelde dvh en bijbehorende gemiddelde dbh_b , bepaald uit de meetstaten; bijbehorende gemiddelde dbh_f en aantal geveldde bomen waaraan deze gegevens bepaald zijn

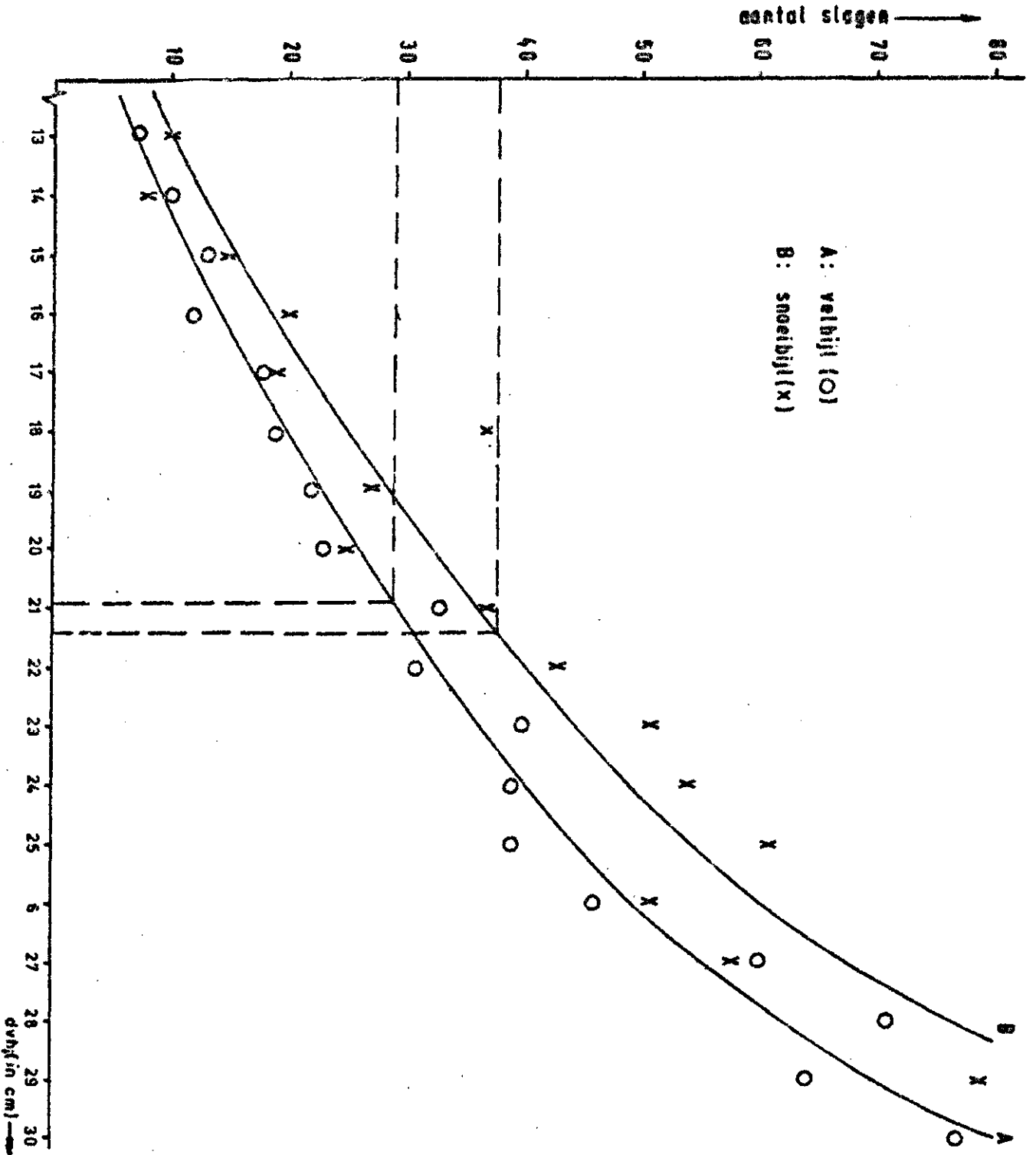
kolom 1	2	3	4	5
soort gereedschap	gem. dvh	gem. dbh_b	gem. dbh_f	aant. geveldde bomen = $\sum n_k$
velbijl	20,9	17,4	17,3	373
snoeibijl	21,4	17,9	17,8	136
jirihzaag	21,3	17,6	17,8	51
boogzaag 1-mansw.	20,0	16,9	16,4	60
2-mansw.	19,1	15,7	15,7	174
voor het gehele onderzoek	20,5	17,1	17,0	794

Vergelijking van de werkelijk bepaalde en de uit figuur 2 geïnterpoleerde waarde van de dbh (resp. kolom 3 en 4 van tabel 2) toont een goede overeenstemming. Dit komt doordat de (gemiddeld) waargenomen punten in figuur 2 nagenoeg op een rechte lijn liggen, en zeker in het traject van de waarden van de dvh 's uit kolom 2.

5.2. AANTAL BIJLSLAGEN BIJ HET VELLEN

Voor de 2 bijltypen is tevens genoteerd het aantal slagen bij elke dvh_i -klasse. In figuur 3 is uitgezet het gemiddeld aantal slagen tegen de dvh_i -klassen. Met behulp van deze figuur is te berekenen het grondvlak in cm^2 dat gemiddeld per slag in een boom in klasse dvh_i wordt losgekapt. In het volgende wordt gemakshalve steeds gesproken over $cm^2/slag$ als de strekking van bovenstaande zin aan de orde is. Stel straal van een boom in klasse $i = r_i$ cm.

Fig. 3- Gemiddeld aantal slagen bij de diverse dvh-klassen (dvh:)



Opp. grondvlak van een boom in klasse i (het grondvlak wordt ter vereenvoudiging cirkelvormig verondersteld) = opp. cirkelvlak van stronk i = πr_i^2 . Noem het aantal bomen in klasse i = k_i . Verder noteren we het aantal slagen om een boom in klasse i te vellen als s_i . Het gemiddeld aantal slagen per boom in klasse i wordt dan:

$$s_{\text{gem.}} = \frac{\text{totaal aantal slagen in klasse i}}{\text{aantal bomen in klasse i}} = \frac{\sum s_i}{k_i}$$

Per d_{vh_i} -klasse wordt dus het gemiddeld aantal $\text{cm}^2/\text{slag} = \frac{\text{opp. grvl.}}{s_{\text{gem.}}}$

$$= \frac{\sum r_i^2}{s_{\text{gem}}} = \frac{\sum d_i^2}{4s_{\text{gem}}} = \frac{0.79 d_i^2}{s_{\text{gem}}}$$

Opm.: $d_i = d_{vh_i} = \text{diameter op velhoogte in klasse i}$
 $\pi = 3.14\dots\dots$

Met behulp van figuur 3, curve A, en bovenstaande formule worden 2 voorbeeldberekeningen uitgevoerd:

(a) d_{vh_i}	gem. aant.	gem. aant. cm^2/slag
bijv:	slagen	berekend met formule
13 cm	7	19,0
16 cm	14	14,4
20 cm	26	12,1
24 cm	41	10,9
28 cm	62	10,0

Op deze wijze is op alle punten van de curven uit figuur 3 de waarde van het aantal cm^2/slag te berekenen. Deze waarden zijn uitgezet in figuur 4. Figuur 4 toont een hogeregraads afnemend verband; het zou voor dit verslag te ver voeren de vergelijkingen van deze krommen uit te rekenen. In het onderstaande wordt wel verklaard waarom per toenemende diameter het aantal cm^2/slag meer dan lineair afneemt: In feite wordt er geen oppervlak doch een inhoud in de vorm van een cylindersegment weggekap. Het verband tussen de diameter en de inhoud is een derdegraads-functie. In figuur 4 wordt de d_{vh} uitgezet tegen een oppervlaktegrootheid, dit zal resulteren in een kwadratisch verband oftewel een tweedegraadskromme.

(b) In tabel 2 (blz. 16) is o.a. af te lezen de totaal gemiddeld berekende d_{vh} voor de velbijl (= 20,9 cm) en voor de snoeibijl (= 21,4 cm). In figuur 4 is het bijbehorende aantal cm^2/slag af te lezen als 11,8 resp. 9,4. Anderzijds is uit de meetcijfers bepaald het aantal cm^2/slag gemiddeld gewogen over alle d_{vh} , bij de 4 arbeiders afzonderlijk en hieruit weer een totaal gewogen gemiddelde. (De berekeningen hiervan zijn niet opgenomen in het verslag.)

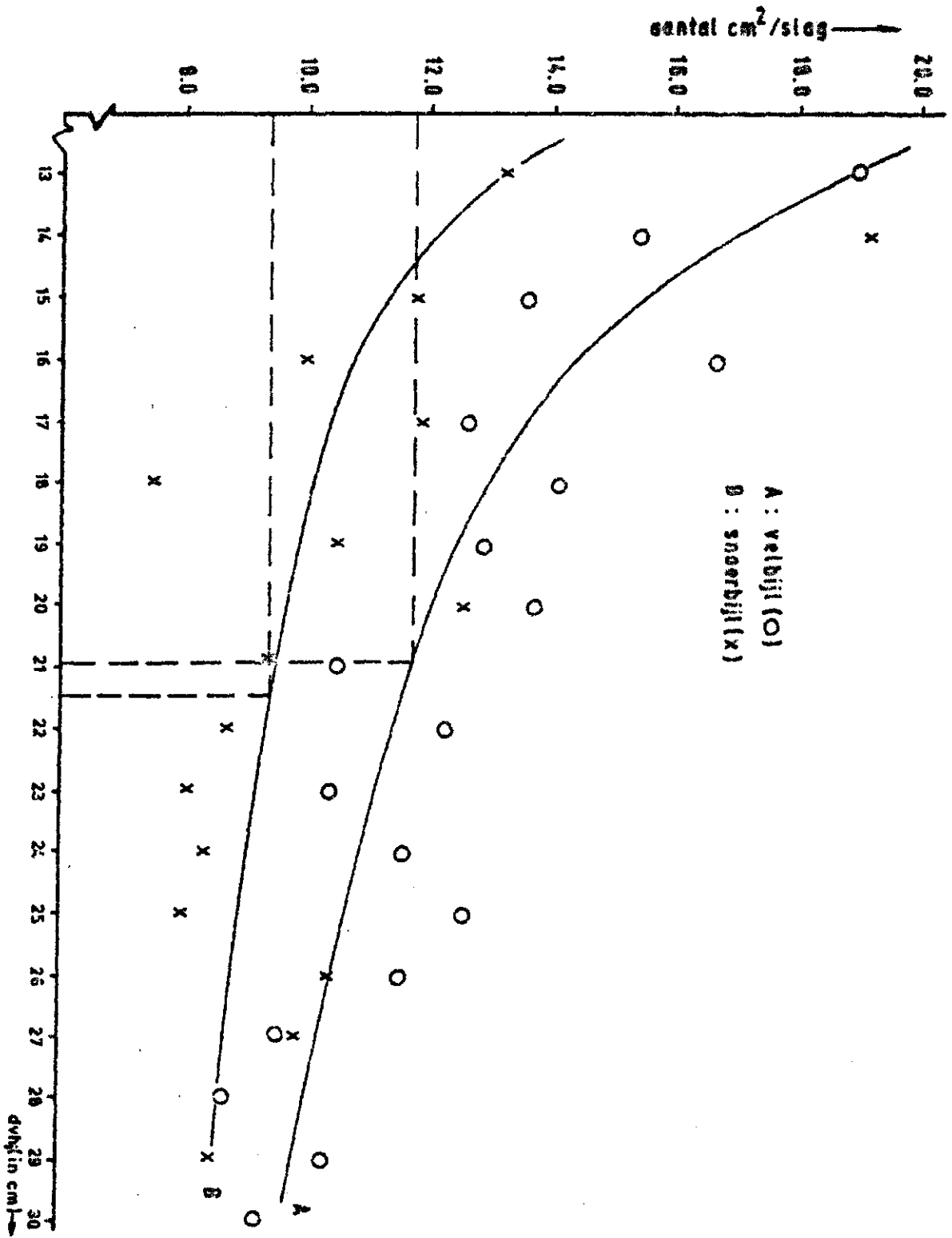


Fig. 4. Gemiddeld aantal cm²/slag bij de diverse dvh-klassen (dvh)

De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Aantal cm^2/slag (slageffectiviteit) gemiddeld over alle bomen bij de 4 arbeiders (I t/m IV): het totaal gemiddelde berekend uit deze cijfers en een schatting van dezelfde grootte aan de hand van figuur 4

gereedschap:	I ($\text{cm}^2/\text{sl.}$)	II ($\text{cm}^2/\text{sl.}$)	III ($\text{cm}^2/\text{sl.}$)	IV ($\text{cm}^2/\text{sl.}$)	tot.gem. berekend ($\text{cm}^2/\text{sl.}$)	gem. dvh afgelezen ($\text{cm}^2/\text{sl.}$)	gem. dvh (cm)
velbijl	11,0	10,5	14,5	10,7	11,4	11,8	20,9
snoeibijl	8,2	9,9	10,0	8,9	9,2	9,4	21,4

Bij de gem. dvh in de figuur blijkt de afgelezen waarde van het aantal cm^2/slag goed overeen te stemmen met de totaal gemiddeld berekende waarde. Voor andere dvh-waarden echter hoeft dit niet geheel juist te zijn, aangezien de spreiding in de puntenzwerm in figuur 4 aanzienlijk is!

Opm.1.: Alhoewel er verschillen zijn in uitkomsten tussen de arbeiders is toch gebruik gemaakt van een totaal gemiddelde aangezien noch gemiddelde dvh's noch gemiddeld aantal cm^2/slag grote verschillen vertoonden.

Opm.2.: In tabel 3 is het verschil in resultaat te zien tussen vel- en snoeibijl. Betrekken we deze uitkomsten weer op de totaal gemiddelde dvh (= 20,5 cm) tijdens het onderzoek dan zijn de waarden resp. (figuur 4): 11,9 en 9,6. Waarschijnlijk door de zwaardere uitvoering van de velbijl is de slagkracht waarmee de boom getroffen wordt groter waardoor, verondersteld dat de slagen bij de 2 bijltypen even effectief aankomen, ook het aantal cm^2/slag hoger ligt voor de velbijl dan voor de lichter uitgevoerde snoeibijl.

5.3. HANGTIJDEN EN AANTAL HANGENDE BOMEN

Onder hangende bomen dient men hier te verstaan bomen die tijdens het vallen in andere naastbijstaande bomen blijven haken (hangen). De tijd die verloopt voordat de arbeider de boom heeft losgewrikt zodat deze doorvalt is hier aangeduid als hangtijd.

Tabel 4. Hangtijden en aantal hangende bomen als percentage van het totaal aantal gevelde bomen

gereedschap	gem. hangtijden in sec.	% hangende bomen	hangtijd als % v.d. zuivere velt.
velbijl	22	26,0	35,0
snoeibijl	19	25,7	20,2
jirihzaag	13	21,6	18,4
boogzaag 1-mansw.	9	25,0	9,2
2-mansw.	8	14,4	23,1

Opvallend is het lage percentage hangende bomen bij het 2-manswerk. Dit is niet zo verwonderlijk als men bedenkt dat bij dreiging van hangen de arbeiders de boom met de hand trachten te "sturen" hetgeen bij 2-manswerk natuurlijk het meeste effect sorteert. Als de boom blijft hangen wrikken er ook 2-man aan hetgeen de gemiddelde hangtijd eveneens verkort.

Bij de zagen (zie tabel 4) liggen de hangtijden duidelijk lager dan bij de bijlen. Dit kan zijn oorzaak vinden in het feit dat bij de zagen de arbeider de valrichting van de boom beter in de hand heeft (door de dunne zaagsnede is de boom tijdens het vallen beter bestuurbaar) waardoor ook als boom blijft hangen dit veelal in een minder ongunstige positie is. Bij de boogzaag in 1-manswerk is de veltijd hoog en de hangtijd laag, hetgeen het bijbehorende lage % in de derde kolom verklaart.

5.4. OVERIGE TIJDEN

De verwachting is dat de gemiddelde looptijden voor de verschillende arbeiders weinig zullen variëren. Ook voor het verschillende gereedschap vertonen de looptijden weinig variatie.

In tegenstelling tot voornoemde looptijden echter zal de tijd voor velvoorbereiding bij de handzagen wegens het intensievere schoonmaakwerk hoger liggen dan voor de bijltypen (bij de zagen dient nog de schors rondom te worden weggekapt). Voor de verschillende arbeiders daarentegen is de verwachting weer dat overeenkomstige velvoorbereidingstijden weinig zullen variëren; deze verwachtingen bleken na verwerking juist, reden waarom in tabel 5 slechts onderscheid is gemaakt naar gereedschappen en niet naar arbeiders. De deeltijden zullen anderzijds toevallig zijn in die zin dat niet voor elke categorie een juiste veronderstelling gemaakt kan worden. Voornoemde tijden bleken weinig of niet af te hangen van de diameter.

Tabel 5. Gemiddelde tijden per boom in seconden bij de verschillende gereedschappen

gereedschap	loopt.	velvoorb.	valt.	deeltijden (excl. hangtijden)
velbijl	17	24	6	13
snoeibijl	19	21	6	22
jirihzaag	20	86	6	23
hoogzaag 1-mansw.	21	72	6	31
2-mansw.	17	79	6	7

- Opm.: 1. In 4.6 onder "vallen" is uiteengezet dat de valtijd als constante gehanteerd wordt.
2. In de kolom "deeltijden" zijn alle deeltijden (exclusief hangtijden) zoals gespecificeerd in 4.6. bij elkaar geteld (voor de verschillende soorten gereedschap afzonderlijk), en dan per boom als gemiddelde deeltijd berekend. Afzonderlijk berekend vielen sommige deeltijden als gemiddelde per boom zeer laag uit, soms korter dan 1 seconde. (Dit vanwege het feit dat ze toevallig zijn, dus soms zeer sporadisch kunnen optreden.)
3. Dat de deeltijden bij het 2-manswerk laag liggen t.o.v. de andere gereedschappen komt enerzijds doordat het schoonmaken van de zaag gedaan werd door de man die niet "getimed" werd, terwijl de andere bezig was met de velvoorbereiding en anderzijds doordat er opvallend weinig gerust werd (lichtere arbeid?).

In de figuren 5 t/m 8 wordt de relatie veltijd - dv_{h_i} geschetst voor de verschillende gereedschappen. Door de variatie in veltijds waarnemingen bij de verschillende dv_{h_i} 's is er een zekere spreiding in de berekende gemiddelde veltijden (puntenzwermen in de figuren) en moeten de getrokken lijnen niet als star geldend gezien worden. In tabel 6 blijkt dit ook uit vergelijking van de 3e en 4e kolom die niet steeds even goed overeenkomen.

Fig.5- Relatie tussen de waargenomen veltijden (in sec.) en de bijbehorende diameters op velhoogte (dv_h) bij de velbijl.

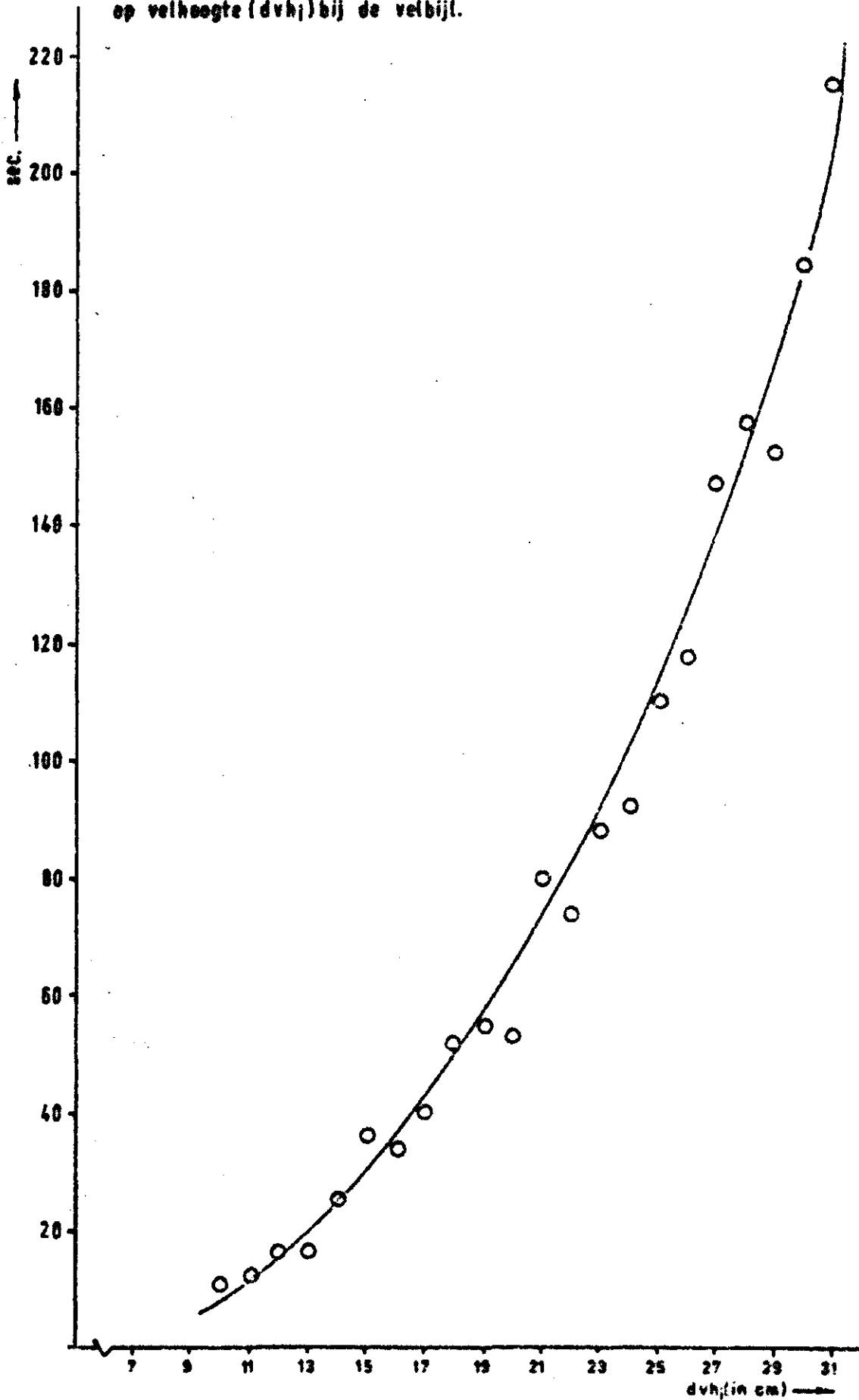


Fig. 6 - Relatie tussen de waargenomen veltijden (in sec.) en de bijbehorende diameters op velhoogte (dvh) bij de snoeibijl.

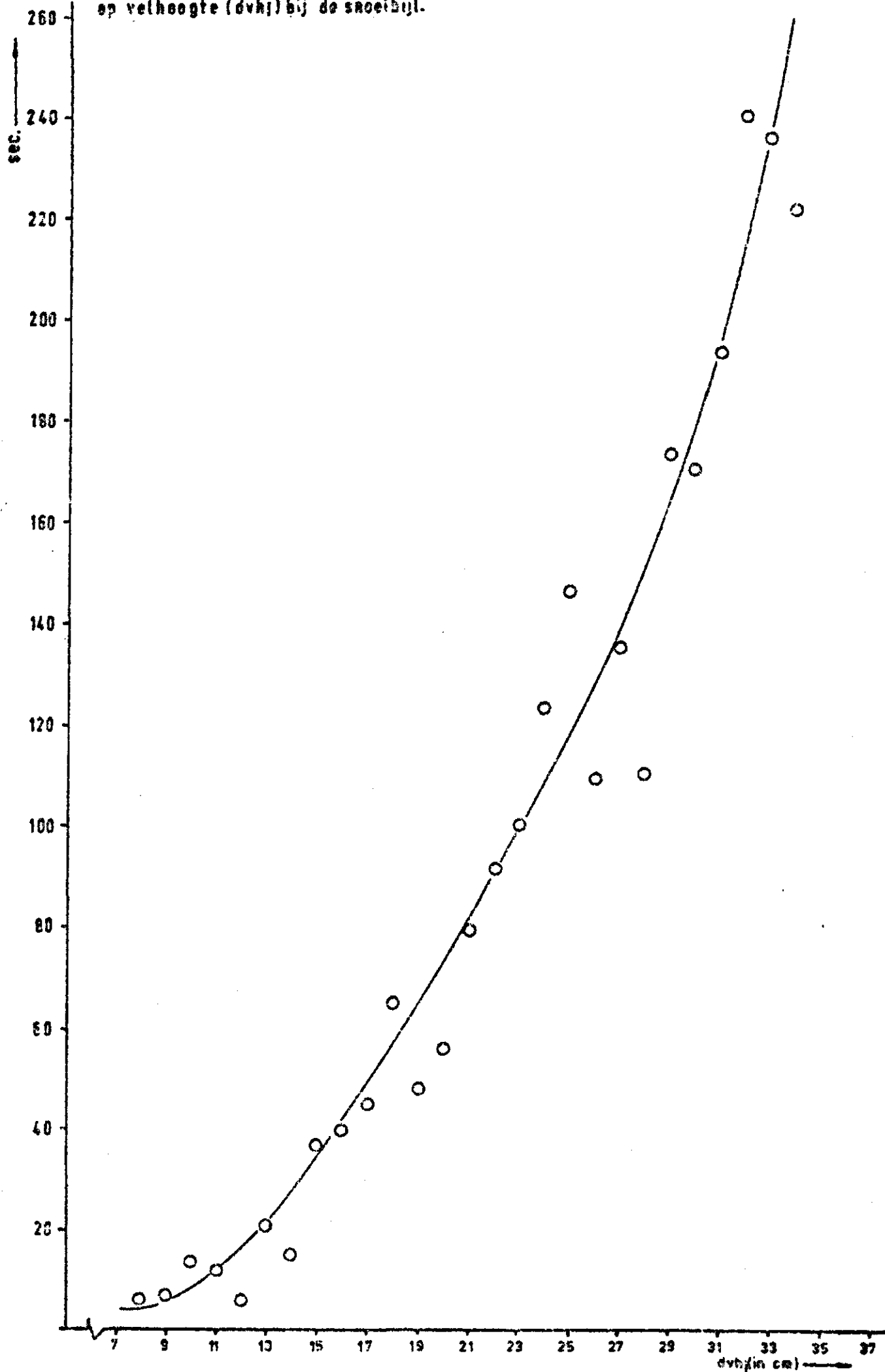


Fig. 7- Relatie tussen de waargenomen veltijden (in sec.) en de bijbehorende diameters op verhoogte bij de jirihzang.

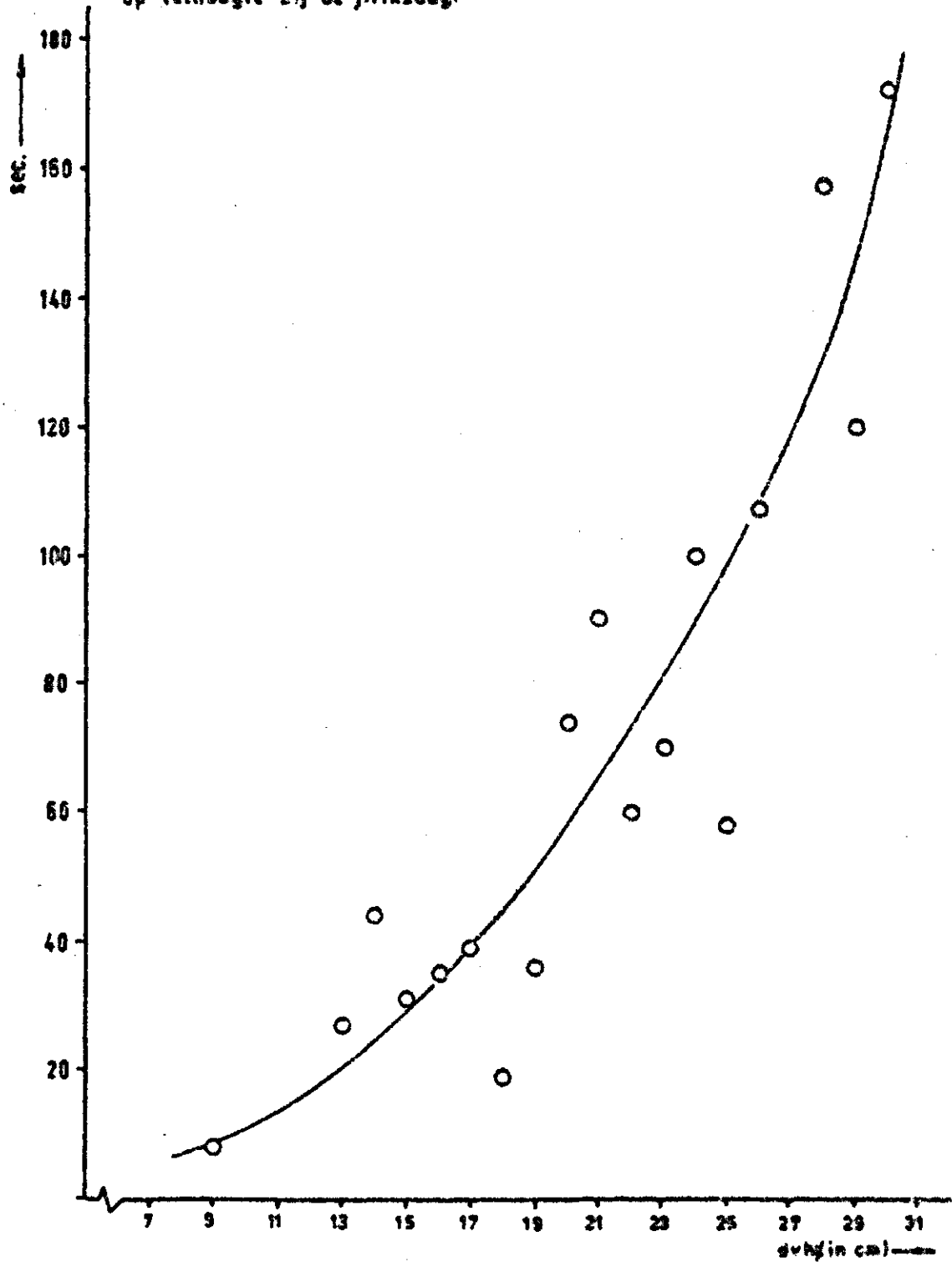
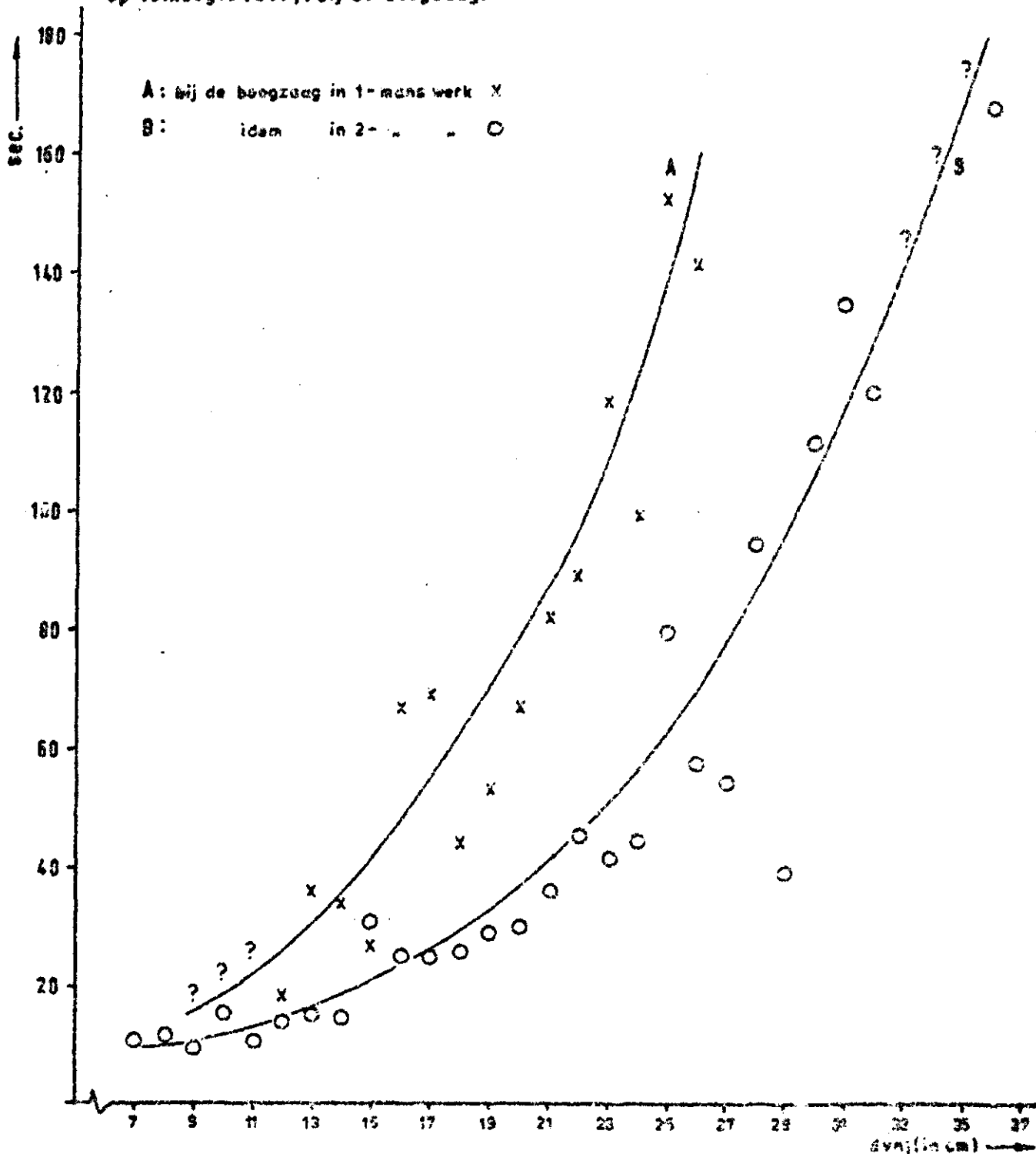


Fig. 8-Relatie tussen de waargenomen veltijden (in sec.) en de bijbehorende diameters op velhoogte (dvhj) bij de boegzaag.



Tabel 6. Gemiddelde veltijden in sec. bij de bijbehorende gem. dvh

Kolom 1	2	3	4	5
gereedschap	gem. dvh	berek.gem. velt. uit de waarnemingen	afgelezen gem. velt. uit de fig. 5 t/m 8	afgelezen gem. velt. uit de fig. 5 t/m 8 bij dvh = 20,5 cm
velbijl	20,9	76	73	69
snocibijl	21,4	93	87	78
jirihzaag	21,3	73	68	62
boogzaag 1-mansw.	20,0	96	78	82
2-mansw.	19,1	36	33	38

Met behulp van de voorbeeldlijnen in de figuren 5 t/m 8 zijn de gemiddelde veltijden alle te betrekken op eenzelfde dvh; in de laatste kolom van tabel 6 zijn deze afgelezen waarden gegeven bij dvh = 20,5 cm zijnde de gemiddelde dvh berekend over alle geveldde bomen (zie ook tabel 2).

Opvallend is de bijzonder lage veltijd bij het 2-manswerk. In het veld was duidelijk merkbaar de souplesse waarmee de boogzaag bediend werd door 2-man in tegenstelling tot het 1-manswerk bij de boogzaag, dat moeizamer verliep. (Waarschijnlijk door de korte ervaring met het dunne zaagblad konden de arbeiders de zaag lastiger alleen hanteren, het zaagblad bleef regelmatig in de zaagsnede klemmen.) Het voorgaande manifesteert zich duidelijk in de resultaten.

Tenslotte wordt in tabel 7 een sommatie van totaal gemiddelde werktijden per boom gegeven.

Tabel 7. Basistijden en deeltijden gemiddeld per boom
(in sec.) gebaseerd op de gem. dvh per gereedschap
(zie tabel 6)

gereedschap	basis- tijden (1)	deel- tijden (2)	deeltijden als % v.d. basis- tijden	tot.gem.werkt. (1+2)per boom
velbijl	123	35	28,5	158
snoeibijl	139	41	29,5	180
jirihzaag	185	36	19,5	221
boogzaag 1-manswerk	195	40	20,5	235
2-manswerk ^{x)}	138	15	10,9	153

x)
Slechts de tijden van de ene waargenomen arbeider zijn hier vermeld.

Als slotconclusie blijkt de velbijl qua tijd hierbij het gunstigst uit te vallen. Men dient namelijk voor ogen te houden dat alhoewel bij het 2-manswerk de totale tijd lager ligt, steeds 2 arbeiders bezig zijn met 1 boom. We kunnen deze 153 sec. evenwel niet verdubbelen omdat de tweede arbeider niet steeds bezig is, doch alleen bij zagen en schoonmaken van de zaag, zodat de totaal benodigde tijd ongeveer bij 200 sec. zal liggen, dus tussen die van de zagen en de bijlen in.

Toch zou verder onderzoek naar deze velmethode niet ongewenst zijn gezien eerder genoemde souplesse. Dit onderzoek zou in samenhang met arbeidsfysiologische metingen dienen te gebeuren teneinde te kunnen bepalen of inderdaad velwerkzaamheden met deze velmethode tot arbeidsverlichting kunnen leiden.

6. LITERATUUR

HERMANS, H.C., 1964. Arbeidsstudie, Agon, Elsevier. Amsterdam.

LEEK, N.A., 1970. Methodenstudies van de houtoogst in dunningen van Pinus Caribaea Morelet. Vellings- en opwerkingsgereedschap. CELOS-rapporten S 200 no. 39.