

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

MENS en ARBEID bij VELLINGSWERK in SURINAME

Een oriënterend ergonomisch onderzoek

door
F.J. Staudt
(in samenwerking met H. Mueller Darss)

juni 1972

I N H O U D

	Blz.
1. <u>Voorwoord</u>	5
2. <u>Probleemstelling</u>	5
3. <u>Methodiek</u>	6
4. <u>Uitvoering</u>	7
5. <u>Resultaten</u>	8
5.1. Dunningsarbeid te Singrilanti	8
5.1.1. Arbeidsstudie	8
5.1.2. Belastingsonderzoek	9
5.1.2.1. Dunningsprocesstudie	9
5.1.2.2. Dunningsexperimenten	12
5.2. Vellingsarbeid te Patamakka	14
5.2.1. Arbeidsstudie	14
5.2.2. Belastingonderzoek	15
5.2.2.1. Vellingsprocesstudie	15
5.2.2.2. Vellingsexperimenten	17
5.3. Arbeidscapaciteitstests	18
6. <u>Discussie</u>	21
6.1. Dunningsonderzoek	21
6.2. Vellingsonderzoek	22
6.3. Arbeidscapaciteitstests	23
7. <u>Samenvatting</u>	23
8. <u>Literatuur</u>	24

1. VOORWOORD

Dit oriënterend onderzoek, waarvoor slechts een maand ter beschikking stond en waarin het veldwerk verricht is gedurende vier weken in de maanden oktober en november 1971, kwam tot stand door nauwe samenwerking tussen H. Mueller-Darss, wetenschappelijk assistent van het Institut für Arbeitswissenschaft van de Bundersforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek (Duitsland), gedetacheerd (tot en met 1971) bij de FAO in Merida (Venezuela), en Ir. F.J. Staudt, wetenschappelijk medewerker van de afdeling Bosbouwtechniek van de Landbouwhogeschool in Wageningen (Nederland), gedetacheerd bij het CELOS in Paramaribo (Suriname), tevens auteur van deze versie van het rapport. De veldwaarnemingen zijn verricht bij de Dienst 's Lands Bosbeheer van Suriname en de Bruynzeel Suriname Houtmaatschappij. De Troepenmacht in Suriname, tenslotte, was bereid enkele gasmaskers af te staan voor gebruik bij de energiemetingen. Slechts dankzij de ruime medewerking van al de bovengenoemde instanties was het mogelijk dit onderzoek doorgang te doen vinden en tot een geslaagd experiment te maken.

Vanwege de beperkt beschikbare tijd konden aan slechts zes bosarbeiders metingen verricht worden, zodat dit onderzoek het karakter draagt van een "pilot study", waarin tot uitdrukking komt welke bijdrage arbeidsfysiologische technieken kunnen leveren aan het arbeidsonderzoek in de bosbouw.

2. PROBLEEMSTELLING

Doel van dit en dergelijk onderzoek is het bestuderen van zware vormen van lichamelijke arbeid, het zoeken naar verbeteringen in de werkmethoden en het vinden van verantwoorde normen voor arbeidsprestaties onder tropische omstandigheden. Daartoe zijn behalve methode- en tijdstudies waarnemingen verricht naar de arbeidsbelasting bij diverse werkzaamheden, naar de lichamelijke arbeidscapaciteit van de arbeiders en naar de weersomstandigheden tijdens de onderzoeken.

Gepoogd is door het invoeren van de juiste dosering rust een optimaal arbeidsproces te creëren, waarin dusdanig rekening is gehouden met de belastbaarheid, dat de z.g. "grens voor continue belasting" niet overschreden wordt. Enkele gereedschappen zijn onderling vergeleken op basis van productiviteit en arbeidsbelasting, en vergelijking met arbeidscapaciteitstests elders gaf aan, hoe de arbeidscapaciteit van de proefpersonen uitviel.

De gegevens die dit soort onderzoeken opleveren kunnen een belangrijke bijdrage leveren tot aanpassing van het werk aan de capaciteiten van de proefpersonen, en verbetering van de arbeidshygiëne en medische gezondheid, hetgeen weer tot een verbetering van het werkklimaat en verhoging van de productiviteit zou kunnen leiden.

Het probleem is in deze studie toegespitst op het vellen van licht hout, nl. dunningsbomen van *Pinus caribaea*, en van zwaar hout uit het tropische regenbos.

3. METHODEEK

We onderscheiden hierbij de volgende onderdelen.

- (a) Arbeidsstudie. Continu zijn tijdwaarnemingen verricht met een driewijzer-stophorloge van het doorlopende type. Tegelijkertijd zijn productiemetingen verricht, te weten aantallen gevelde bomen en hun afmetingen.
- (b) Arbeidsbelasting. Tijdens het arbeidsproces werd de hartslagfrequentie, ook wel polsfrequentie genaamd, doorlopend gevolgd. Wanneer deze een stijgende tendens vertoonde, werd om de één à twee arbeidscycli extra zittende rust ingevoerd, in dusdanige mate, dat de stijgende tendens overging in een gelijkblijvende (z.g. steady state). Tijdens deze steady state werd gedurende enige perioden van elk omstreeks twintig minuten, een draagbare droge gasmeter op de proefpersoon aangesloten. Deze meter registreerde de totale hoeveelheid uitgeademde lucht (ventilatie) en ving een klein gedeelte in een ballon op, welk monster in een veldlaboratorium op zuurstof- en koolzuurgas geanalyseerd werd. Uit de zuurstofopname kan de verbruikte energie in calorieën per minuut berekend worden. Hierbij is gebruik gemaakt van de berekeningswijze zoals aangegeven door HETTINGER (1965), blz. 51 e.v. Ook zijn gedurende afzonderlijke arbeidsexperimenten onderdelen van het arbeidsproces, z.g. arbeidselementen, afzonderlijk bestudeerd wat betreft het verloop van de hartslag en het zuurstofverbruik.
- (c) Arbeidscapaciteitstests. De proefpersonen werden gedurende een serie van twee staptests van elk 5 à 6 minuten aan twee verschillende belastingen, nl. van 160 en 480 mk per minuut, en soms nog een willekeurige belasting daar tussenin onderworpen. Deze belasting werd verkregen door de proefpersoon in een bepaald tempo een zekere staphoogte, afhankelijk van zijn gewicht en tot in mm nauwkeurig, in vier passen op en af te laten stappen. In de laatste testminuut, als de hartslag nauwelijks toeneemt, wordt het zuurstofverbruik en de hartslag gemeten. Om voldoende ademplucht ter analyse op te vangen wordt de ademplucht nu in een ballon die vóór de gasmeter geplaatst is opgevangen. Men moet hierbij voorkomen dat niet gecompenseerd zou worden voor ademplucht die niet door de gasmeter gaat. De gemeten grootheden kunnen volgens diverse auteurs verwerkt worden en zo tot een testindex leiden. Een vrij gebruikelijke methode is om uitgaande van de gevonden relatie hartslag, zuurstofopname de maximale zuurstofopname te schatten aan de hand van de bij de sexe en leeftijd van de proefpersoon behorende (geschatte) maximale hartslagfrequentie (Lange Andersen et al., 1971). Een andere methode is deze maximale zuurstof-

opname te schatten aan de hand van de nomogrammen van ASTRAND (1960), daarbij gegeven de zuurstofopname en de daarbij behorende hartslag.

- (d) Weerregistratie. Waargenomen zijn de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de lucht, met een z.g. Assmann-psychrometer, de windsnelheid met een rotatie-anemometer en de stralingsenergie van de zon met een steradiometer.

4. UITVOERING

De onderzochte boswerkzaamheden waren:

- a. dunningsarbeid in *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, met bijl en handzaag;
- b. vellingsarbeid met 1-mansmotorzaag in zwaar hout uit het tropisch regenbos.

Tijdstudie gegevens van reeds vroeger verricht onderzoek stonden eveneens ter beschikking. De tests en het belastingsonderzoek aan bosarbeiders bij de dunningsarbeid vonden plaats van 26 oktober tot 5 november te Singrilanti, gelegen nabij de boswachterij Zanderij van de Dienst 's Lands Bosbeheer. Het onderzoek aan vellingsarbeid vond plaats van 8 tot 18 november te Patamacca, op de exploitatie van de Bruynzeel Suriname Houtmaatschappij. In totaal werden de metingen verricht aan 6 bosarbeiders nl. vier bij dunningswerk en twee bij $\angle$ dat aan meer personen metingen verricht konden worden.

Onderzoektechnisch was het beter proefpersonen van eenzelfde bevolkingsgroep te nemen. Aangezien het merendeel van de bosarbeider tot de Boslandcreolen behoort zijn de zes proefpersonen uit deze groep geselecteerd.

Voorafgaand aan de arbeidsfysiologische metingen zijn tijdstudies verricht. Hierbij heeft de bosarbeider steeds zijn eigen tempo kunnen bepalen. Dit was niet steeds het geval tijdens de processtudie gedurende welke arbeidsfysiologische metingen verricht werden. Aan de hand van een cardiogram, waarop de hartfrequentie tijdens de arbeid gevolgd kan worden, werd wanneer de arbeidspols een stijgende tendens vertoonde een verplichte zittende rust ingevoerd, zodat deze rondom een gemiddelde waarde bleef schommelen.

De gebruikte arbeidsfysiologische apparatuur bestond in hoofdzaak uit de volgende instrumenten. Voor de hartslagfrequentie-meting werd een telemetrische cardiometer gebruikt (een Hellige 1 kanaalszender met batterij, en ontvanger), registratie vond plaats met een Philips schrijver-recorder met een bandbreedte van 25 cm, die een tachogram produceerde. Ontvanger en recorder werden gevoed door een Honda-aggregaat van 300 Watt. Voor de ventilatiemeting werd een draagbare droge gasmeter volgens Müller-Franz (fabricage: Zentralwerkstatt Göttingen) gebruikt. Zuurstof- en koolzuurgehalte werden geanalyseerd volgens het Haldane-principe met een z.g. Scholander (CONSOLAZIO et al., 1963).

$\angle$ vellingswerk. De beperkt beschikbare tijd liet niet toe

Bij enige proefpersonen bleek de neusklem, die bij respiratieproeven het ontwijken van lucht uit de neus moet voorkomen, onbruikbaar omdat hij niet aangepast was aan de neushorm van deze proefpersonen. Hiertoe moest overgegaan worden op het gebruik van maskers die geleend konden worden van de Troepenmacht in Suriname. Het waren z.g. volmaskers die het gehele gelaat bedekten.

Opgemerkt dient te worden dat de in deze studie opgegeven maximale en minimale polsfrequenties volledig afhankelijk zijn van het type teller en cardi tachometer. Naarmate deze de aantallen over langere perioden sommeren en weergeven en, wat betreft de tachometer alleen, deze trager reageert, zullen de maxima en minima dicht bij de gemiddelde waarden komen te liggen. Men kan deze waarden dan ook slechts voor onderlinge vergelijking gebruiken. De tijdconstante van de betreffende tachometer was 12 sec.

5. RESULTATEN

5.1. DUNNINGSARBEID TE SINGRILANTI

5.1.1. Arbeidsstudie

De opstand waarin werd gewerkt betrof een 10 à 11 jaar oude opstand van *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, oorspronkelijk geplant op 2,5 x 3 meter, waarin nog niet eerder gedund was. De ondergroei was kort tevoren geheel met de houwer (machete) gewied, het landschap was vlak, de bodem zandig met een strooisellaag van ongeveer 5 cm. De sterkte van de dunning was ongeveer 30%, en de gemiddelde dbh (diameter op borsthoogte) met bast was 19 cm voor de dunningsbomen.

Het gebruikte gereedschap bestond uit: (a) velbijlen, merk Collins, van 1800 gram (4 lbs) excl. steel. De stelen waren van voorgevormd hickory of essehout en hadden een lengte van 90 cm; (b) beugelzagen, merk Sandvik, type 51, met groepsgewijze driehoeksbetanding met gehard stalen punten, lengte zaagblad 76 cm. Verder was elke bosarbeider in het bezit van een houwer (machete) met vijl.

Voor een overzicht van gegevens over de betreffende bosarbeiders wordt verwezen naar tabel 11 op blz. 18.

Het dunnen van de pinus geschiedt bij de Dienst 's Lands Bosbeheer zowel in taakwerk als in stukloon. Afhankelijk daarvan worden (volgens opgaaf) 100 tot 200 boompjes per dag met de bijl geveld. Voorafgaand aan de arbeidsfysiologische waarnemingen is bij bosarbeiders in taakwerk een tijdstudie verricht aan bovenbeschreven bijl en beugelzaag, maar bovendien nog aan de jirizaag, een trekzaag met zaagbladlengte van 60 cm. In tabel 1 zijn de resultaten van deze voorstudie weergegeven.

Ten behoeve van de arbeidsstudie zijn de volgende arbeidselementen met codenummer onderscheiden:

codenummer resp. element:

1. lopen (boomzoeken)
2. werkplaats en boomvoet schoonmaken
3. valrichting bepalen
4. voorsnede of valkerf maken
5. wisselen van 4 naar 6
6. velsnede of velkerf maken
7. wachten (tijdens vallen boom)
8. hanger ten val brengen
9. zakelijke deeltijden
10. persoonlijke deeltijden
11. verplichte voorgeschreven zitpauze

Tabel 1. Overzicht van enige tijdstudieresultaten uit vooronderzoek met drie typen vellingsgereedschap uitgevoerd door 4 arbeiders gedurende taakwerk

gereedschap	gem. dbh (cm)	aantal bomen	tijd per arbeidselement in sec. (voor verklaring codes zie tekst) 1, 2/3, 4/5/6, 7, 8, 9/10, 11							totaal tijd per boom (sec.)
velbi jl	19	373	17	24	76	6	22	13	-	158
jirizaag	19	51	20	86	73	6	13	23	-	221
beugelzaag	18	60	21	72	96	6	9	31	-	235

5.1.2. Belastingsonderzoek

Zoals reeds eerder vermeld is bij het belastingsonderzoek onderscheid gemaakt tussen processtudie en experimenten.

5.1.2.1. Dunningsprocesstudie

Slechts twee typen vellingsgereedschappen zijn hierbij onderzocht, te weten de velbi jl en de beugelzaag. In de tabellen 2 en 3 zijn de tijdstudie-, arbeidsfysiologische en weerkundige resultaten vermeld. Hierbij merken we op dat in tegenstelling tot het vooronderzoek (tabel 1) bij dit belastingsonderzoek een extra tijdfactor voor verplichte zittende rust (code 11) is ingevoerd om een z.g. steady state in de hartslag te verkrijgen.

Zowel uit het vooronderzoek, tabel 1, als uit het eigenlijke onderzoek, tabel 2, blijkt dat voor de meeste proefpersonen het vellen met de bi jl het snelst gaat. Uit de arbeidsfysiologische resultaten blijkt dat we te maken hebben met zeer zware (ergonomisch te zware) arbeid. Zelfs de ingevoerde verplichte rust kon niet voorkomen dat de polsfrequenties te hoog opliepen. Twee waarden van proefpersoon P (tabel 3a) vallen dusdanig laag uit dat aan de betrouwbaarheid ervan sterk getwijfeld wordt, gezien de bijbehorende polsfrequenties.

Tabel 2a. Overzicht van de tijdstudieresultaten uit de processtudies met de bijl

code bos- arbeider	gem. dbh	aantal bomen per studie	tijd per arbeidselement in 1/100 min. (voor verklaring codes zie tekst) 1, 2/3, 4/5/6, 7, 8, 9/10, 11.								totaal tijd per boom (min.)
H	17	6	19	39	98	6	24	0	138		3,24
L	19	8	21	52	169	6	23	0	135		4,06
P	20	5	37	42	158	6	0	0	77		3,20
P	20	7	88	39	143	6	12	0	71		3,59
P	17	6	16	18	123	6	8	0	61		2,32
M	20	2	28	87	254	6	2	0	223		6,00

Tabel 2b. Idem met de beugelzaag

H	17	3	57	122	149	6	73	5	122		5,34
H	20	4	45	139	202	6	140	0	107		6,39
L	20	3	31	144	173	6	63	0	151		5,68
P	15	7	29	80	90	6	57	16	41		3,19

Tabel 3a. Overzicht van de arbeidsfysiologische en weerkundige resultaten uit de processtudie met de bijl

code bos- arbeider	O ₂ -opname in l/min.	energiever- bruik in kcal/min. bruto	arbeidspols in slagen/min. bruto gem. min. max.			temp. (°C)	rel. lucht- vocht. (%)
H	1,68	8,3	137	112	162	gem.	gem.
L	1,14	6,8	131	102	160		
P	0,60 ¹⁾	-	123	78	150		
P	0,59 ¹⁾	-	119	87	144	29	65
P	1,37	6,8	127	91	151		
M	0,94	4,7	119	93	153		

1) Aan de betrouwbaarheid wordt sterk getwijfeld.

Tabel 3b. Overzicht van de tijdstudieresultaten uit de processtudies met de beugelzaag

code bos- arbeider	O ₂ -opname in l/min.	energiever- bruik in kcal/min. bruto	arbeidspols in slagen/min. bruto			temp. (°C)	rel. lucht- vocht. (%)
			gem.	min.	max.		
H	1,19	5,9	138	105	155	29	65
H	1,12	5,6	130	95	158		
L	1,11	5,6	135	102	167	gem.	gem.
P	1,17	5,8	117	83	138		

Aan de hand van gevonden energieverbruik en hartslagen per boom is gepoogd te schatten hoeveel bomen van deze afmeting onder dezelfde werkomstandigheden dagelijks geveld kunnen worden. We doen dit in deze studie (tabel 4) louter ter illustratie om de arbeidsfysiologische grootheden duidelijk te laten spreken en om deze enigermater te controleren op basis van praktijkprestaties. We tekenen hierbij aan dat men niet te grote waarde mag hechten aan deze aan de hand van gevonden arbeidsfysiologische meetresultaten berekende dagprestaties, vanwege minstens twee redenen:

- (1) weinig of geen herhalingen;
- (2) de gehanteerde normen van basis metabolisme volgens Harris-Benedict (JONGBLOED, 1967) aantal (netto) beschikbare beroepsarbeids calorieën van 2000 Kcal per dag (LEHMANN, 1953) zijn Europese en misschien niet zonder meer toepasbaar op Surinaamse omstandigheden.

Tabel 4a. Een voorbeeld voor schatting van de verantwoorde dagprestatie aan de hand van waargenomen energieverbruik tijdens dunningsprocesstudies met de bijl (vgl. tabellen 2a en 3a)

code bos- arbeider	gem. dbh (cm)	energie (netto) per boom (kcal)	aantal bomen/dag norm 2000 kcal netto
H	17	23	90
L	19	23	90
P	20	6 ^x)	-
P	20	6 ^x)	-
P	17	13	155
M	20	22	90

Tabel 4b. Idem met de beugelzaag (vgl. tabellen 2b en 3b)

H	17	25	80
H	20	28	75
L	20	26	85
P	15	15	135

^x) foutieve waarnemingen

5.1.2.2. Dunningsexperimenten

Bij arbeidsexperimenten worden details of elementen uit het arbeidsproces aan een nader onderzoek onderworpen. Tijdens deze experimenten zijn eveneens de hartslagen, het energieverbruik, de prestatie en de weersomstandigheden gemeten. Bij de dunningsexperimenten zijn alleen het lopen, het hakken en het zagen gemeten als zijnde de zwaarste en tegelijkertijd de meest tijdvergende elementen. Tabel 5 geeft een overzicht van de resultaten.

Tabel 5. Overzicht van waarnemingen verricht tijdens dunningsexperimenten

element	code bosar- beider	prestatie	energie- verbruik (kcal/min.) (bruto)	arbeids- polsslagen per min. (bruto)		temp. (°C)	rel. lucht- vocht. (%)
				gem.	max.		
lopen met bijsl en mach- ete (houwer) horizontaal	H	2,7 km/u	5,6	117	122	31,4	52
	L	3,2 "	5,0	126	132	32,0	48
	L	2,4 "	4,6	117	123	32,0	48
vellen met bijsl (hakken)	H	235 cm ² /min	11,0	169	173	31,4	52
	L	341 "	8,4	156	164	31,0	52
	L	370 "	10,7	165	173	32,0	48
	P	278 "	10,4	154	164	28,7	74
vellen met beugelzaag (zagen)	H	173 "	5,3	164	167	30,0	64
	H	178 "	9,2	151	161	24,8	86
	L	101 "	5,6	130	142	30,0	64
	L	126 "	7,3	134	140	30,1	62
	P	163 "	6,9	136	140	29,0	66
vellen met jirizaag (zagen)	H	108 "	6,4	146	150	25,5	85
	H	126 "	7,6	142	153	26,0	80
	P	107 "	6,3	124	133	27,2	82

De km/u, cm²/min zijn exact met meetlint, liniaal en horloges opgenomen.

Zijn de prestaties en andere werkomstandigheden van een proces nauwkeurig bekend, dan kan men theoretisch het proces energetisch samenstellen: nl. via deductie van de tijdstudieresultaten van het proces en combinatie met de arbeidsfysiologische gegevens uit de experimenten. Men kan energetisch het proces als geheel daarna nog eens door-
meten ter controle op dit opbouwsysteem. Het belang van deze experimenten is vergroting van het inzicht in het arbeidsproces in al z'n onderdelen. Voor de arbeidsdeskundige kunnen ze een hulp zijn bij het zoeken naar verbeteringen en het afwentelen van ergonomisch ongunstige wijzigingen.

5.2. VEILINGSARBEID TE PATAMAKKA

5.2.1. Arbeidsstudie

Door een ploeg van drie man, een veller, een keurder en een olieman, werden zware bomen, met 1,5 tot 6 m³ bruikbaar stamhout, uit het tropische regenbos van Suriname, en wel van het type drooglandbos, gevelde en opgewerkt tot blokken met een eenmansmotorzaag. De bosbodem bestond uit lateriet, de ondergroei was vrij dicht en daardoor soms storend. Het terrein was licht golvend tot vrij steil. De motorzaag was een Stihl 070; het gewicht met blad en ketting, en (halfvol) met olie en benzine bedroeg 14 kg; het vermogen was 12 pk; de effectieve bladlengte 63 cm. Alleen de man met de motorzaag, de veller, is in deze studie waargenomen, omdat hij de belangrijkste man is die tevens het zwaarste werk bedrijft. Totaal zijn twee ploegen, dus twee vellers, gevolgd. Een overzicht van enige van hun kenmerken is te vinden in tabel 11 op blz. 18. De houtsoorten die voornamelijk gevelde werden waren in volgorde van meer tot minder frequent voorkomend:

Wana	(Ocotea rubra)
Basralocus	(Dic Myrcia guianensis)
Purperhart	(Peltogyne spp.)
Rode Kabbes	(Andira coriacea)
Zwarte Kabbes	(Diploptropis purpurea)
Kopie	(Goupia glabra)
Baboen	(Virola surinamensis)
Geelhart	(Platonia insignis)

De volgende elementen zijn onderscheiden:

codenummer resp. element:

1. lopen (boomzoeken)
2. velvoorbereiding (valrichting bepalen en evt. wachten tot olieman klaar is met het schoonmaken van boom en werkplaats)
3. zagen (vellen)
4. vluchten (met de motorzaag naar veiliger plaats om vallende takken te ontlopen)
5. wachten (tot de omgeving weer veilig is)
6. lopen (terug naar boom)
7. djonken (opwerken tot een of twee blokken)
8. deeltijden (persoonlijke, bijv. rust)
9. idem (zakelijke)

Het werk geschiedt in taak met premie voor extra gevelde kubieke meters. Per dag worden ongeveer twintig tot dertig bomen gevelde en opgewerkt.

Tijdens vooronderzoek zijn de volgende tijdstudiegegevens verkregen (zie tabel 6):

Tabel 6. Overzicht van enige tijdstudieresultaten uit voor-
onderzoek aan één veller met de motorzaag in zwaar
hout

code veller	tijden per element in min/m ³ (voor verklaring codes zie tekst)			totaal tijd in min/m ³
	1 t/m 7	8	9	
A	3,62	0,18	0,69	4,49
A	3,94	0,08	0,95	4,97
A	2,71	0,13	1,00	3,84
A	3,54	0,07	0,77	4,38
gem.	3,45	0,11	0,85	4,41

5.2.2. Belastingonderzoek

Ook hier is onderscheid gemaakt tussen processtudie
en experimenten.

5.2.2.1. Vellingsprocesstudies

Tijdens de processtudies bleek dat er geen oplopende
tendens in de arbeidspols te bemerken viel. Er is dus geen
verplichte rust ingevoerd. De resultaten zijn weergegeven
in de tabellen 7 en 8. Een schatting van de verantwoorde
dagprestaties op basis van dezelfde normen als in hoofdstuk
5.1.2.1 (dunningsprocesstudies) is weergegeven in tabel 9.

Uit tabel 8 blijkt dat vellingsarbeid 4-6 kcal/min op-
eist en volgens HETTINGEN (1965) middelzware arbeid genoemd
moet worden.

Tabel 7. Overzicht van de tijdstudieresultaten uit de proces-
studies met de eenmansmotorzaag

code veller	aantal m ³ per studie (aantal bomen)	tijd per arbeidselement in min/m ³ (voor verklaring codes zie tekst)									totaal tijd (min/m ³)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	7,7 (3)	0,43	0,24	0,43	0,05	1,07	0,53	0,63	0	0	3,38
A	10,9 (4)	0,78	0,17	0,42	0,06	0,72	0,49	0,39	0	0,05	3,08
A	4,5 (3)	1,08	0,31	1,18	0,07	2,12	0,96	1,67	0	0	7,39
A	13,6 (5)	0,35	0,12	0,26	0,04	0,33	0,26	0,12	0	0,14	1,62
J	7,3 (3)	0,41	0,05	0,78	0,03	0,31	1,02	0,57	0	0,13	3,30
J	7,0 (3)	0,29	0,18	0,98	0,05	1,04	0,44	1,29	0	0,29	4,56
J	7,0 (3)	0,70	0,17	0,62	0,03	0,51	0,35	0,84	0	0	3,22

Tabel 8. Overzicht van de arbeidsfysiologische en weerkundige resultaten uit de processtudies met de eenmansmotorzaag

code veller	O ₂ -opname in l/min.	energiever- bruik in kcal/min. bruto	arbeidspols bruto in sl/min.			temp. (°C)	rel. lucht- vocht. (%)
			gem.	min.	max.		
A	0,83	4,2	108	86	142	gem.	gem.
A	0,96	4,8	112	88	143		
A	0,92	4,6	111	90	138	27	75
A	0,82	4,2	102	79	122		
J	1,20	6,1	-	-	-		
J	1,05	5,5	128	111	151		
J	1,12	5,7	131	122	142		

x) bruto minus basis metabolisme

Tabel 9. Een voorbeeld voor schatting van de verantwoorde dagprestatie aan de hand van het waargenomen energiegebruik tijdens processtudies met de eenmansmotorzaag (vgl. tabellen 7 en 8)

code veller	aantal m ³ /boom	energie (netto) per m ³ (kcal)	aantal m ³ /dag norm 2000 kcal netto
A	2,6	10,4	190
A	2,7	11,4	175
A	1,5	26,2	75
A	2,7	5,0	400
J	2,4	16,4	120
J	2,3	19,7	100
J	2,3	14,7	135

5.2.2.2. Vellingsexperimenten

Tabel 10 geeft een overzicht van de waarnemingen tijdens loop- en zaagexperimenten bij vellingswerk met de eenmansmotorzaag. Het zwaarste arbeidselement "vluchten" (met motorzaag) was moeilijk in een experiment te bestuderen; gelukkig is dit element van korte duur nl. gemiddeld 0,05 min/m³ (zie tabel 7).

Tabel 10. Overzicht van waarnemingen verricht tijdens vellingsexperimenten met de eenmansmotorzaag

element	code veller	prestatie	energie verbruik (kcal/min. (bruto)	arbeidspols (bruto) sl/min. gem. max.		temp. (°C)	rel. lucht- vocht. (%)
vellen met motorzaag	A	-	6,7	143	148	26,0	91
	A	-	6,3	151	158	26,0	91
	J	-	5,5	127	137	28,8	76
	J	-	5,4	135	143	28,8	76
korten met motorzaag	A	-	5,0	116	124	25,4	94
	J	-	3,7	112	113	28,8	68
	J	-	4,2	118	130	28,8	68
lopen met motorzaag berg op 35%	A	2,0 km/uur	8,5	112	126	30,0	90
	J	2,0 "	7,9	145	156	25,4	97
idem hor.	J	3,1 "	5,2	109	111	30,0	95
idem berg af 35%	A	1,9 "	3,8	111	112	25,4	94
	J	1,6 "	3,8	102	109	29,5	93

5.3. ARBEIDSCAPACITEITSTESTS

De betrokken bosarbeiders zijn alle zes aan een arbeidscapaciteitstest en een eenvoudig bloedonderzoek onderworpen om informatie omtrent hun geschiktheid tot het verrichten van zware lichamelijke arbeid na te gaan. Aangezien voor dit onderzoek goede arbeiders geselecteerd zijn verwachten we dit ook terug te vinden in deze tests. Over de uitvoering van de steptests wordt verwezen naar hoofdstuk 3 (methodiek). De resultaten zijn vermeld in tabel 11.

Tabel 11. Overzicht van enkele antropometrische gegevens en resultaten van bloed- en arbeidscapaciteitstests van de betrokken arbeiders

code bosar- beider	leeft- tijd (jaar)	lengte (cm)	gewicht (kg)	Basis meta- bolisme (kcal/ min.	Sahli	haema- toeriet %	belas- ting (kcal- sec.)	hart slagen p. min.	O ₂ -o (l/m
H	22	164	72,5	1,2	92	48	160	84	0,91
							278	110	1,08
							480	132	1,56
P	22	169	69,5	1,2	93	43	160	86	0,59
							480	116	0,67
L	29	167	64,5	1,1	67	32	160	92	0,73
							270	124	1,11
							480	138	1,31
M ²⁾	29	154	53,5	1,0			341	117	0,90
A	34	168	62,2	1,1	88	38	160	84	0,80
							480	120	1,59
J	32	173	66,0	1,1	86	38	160	98	0,70
							480	110	1,37

1) aan deze waarnemingen wordt getwijfeld;

2) zowel masker als mondstuk met neusklem pasten deze proefpersoon slecht, zodat slechts één test doorgang vond.

Fig. 1. Berekening van de maximale zuurstofopname-capaciteit uit de relatie hartslag-O₂-opname en de bij de leeftijd behorende maximale hartslag, voor de proefpersonen H, L en A. (volgens Lange Anderson et al., 1971).

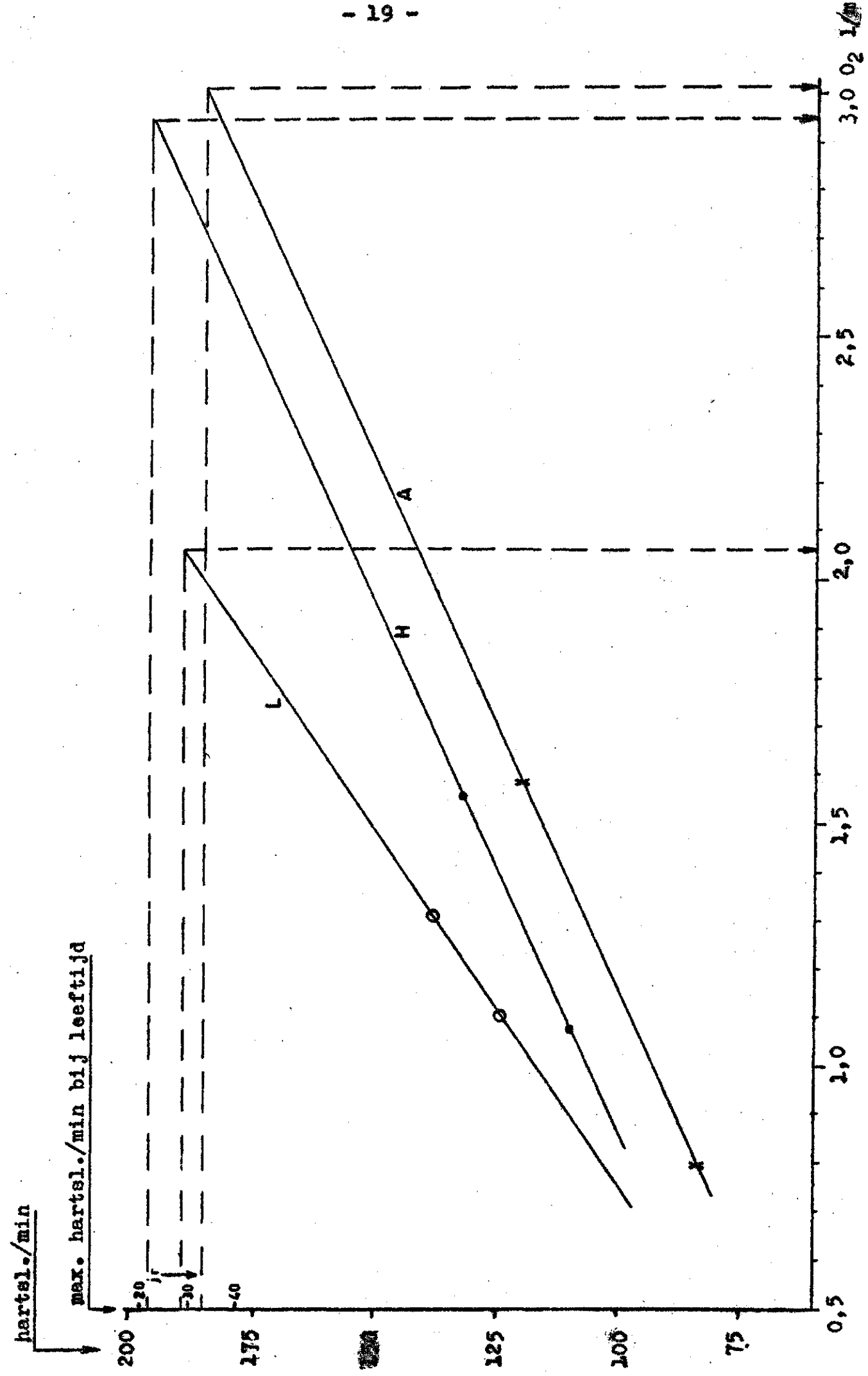
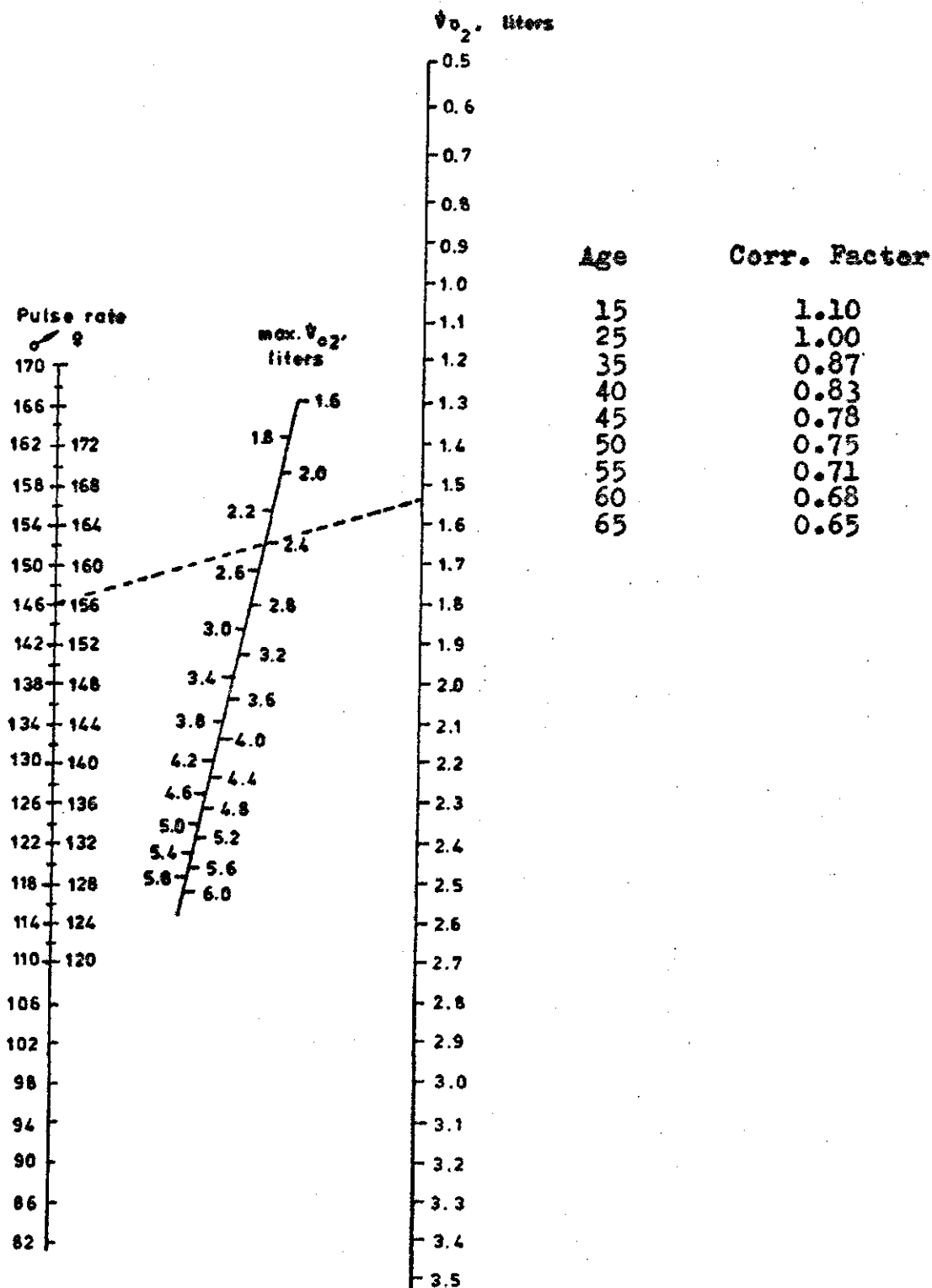


Fig. 2. NOMOGRAM FOR CALCULATION OF MAXIMAL OXYGEN UPTAKE FROM SU
MAXIMAL PULSE RATE AND $\dot{V}O_2$ -UPTAKE VALUES (ASTRAND, 1960)



Example: A pulse rate of 146 beats/min for a male or 156 for a female and a $\dot{V}O_2$ of 1.54 l/min results in a max. $\dot{V}O_2$ of 2.4 l/min. When the subject's age is 40 years his $\dot{V}O_2$ is 0.83×2.4 l/min is 2.0 l/min.

In hoofdstuk 3 (methodiek) zijn twee indexen aangegeven, om de arbeidscapaciteit in uit te drukken. Voor drie van de zes proefpersonen was het mogelijk een index te berekenen volgens figuur 1, beschreven door LANGE ANDERSEN et al., (1971). De index-berekening volgens figuur 2, het nomogram van ÅSTRAND, (1960) met daarna vereffening voor de leeftijd, is voor allen toegepast en per persoon gemiddeld. Zie hier-voor figuur 1 en 2, tabel 12.

Tabel 12. Berekening van de maximum zuurstofopname-capaciteit volgens figuur 1 en het nomogram van ÅSTRAND, als index voor de arbeidscapaciteit

code bosarbeider	max. O ₂ -opn.-cap. volgens:			
	fig. 1 (l/min.) (ml/kg/min.)		fig. 2 (l/min.) (ml/kg/min.)	
H	3,0	41	3,0	41
P	-	-	3,1	45
L	2,1	33	2,5	39
M	-	-	2,1	39
A	3,0	48	3,7	59
J	-	-	3,0	45

Helaas zijn de belastingen tijdens de tests wat te laag uitgevallen. In diverse gevallen komt de hartslag niet boven de 120 uit, waardoor de daaruit berekende index minder betrouwbaar is.

6. DISCUSSIE

6.1. DUNNINGSONDERZOEK

Tijdens het vooronderzoek was het tempo dusdanig hoog, dat de hartfrequentie een stijgende tendens vertoonde. Dit is zowel voor de arbeider, uit ergonomisch oogpunt, als voor de methode der partiële belastingmeting zeer ongunstig. Tempoverlaging en verplichte zittende rustpauze na een of twee bomen bewerkstelligden inderdaad een steady state in de polsfrequentie. Uitgaande van 2000 kcal beschikbare arbeidskalorieën per dag komt men op een dagprestatie van 105 resp. 110 bomen voor resp. de bijl en de beugelzaag. Voedingsonderzoek zal moeten uitmaken hoeveel arbeidskalorieën dagelijks beschikbaar zijn. Het lijkt evenwel zeer twijfelachtig of een arbeider dag in dag uit in staat is de 200 boompjes,

waarover in hoofdstuk 5.1.1 (arbeidsstudie) gesproken wordt, dagelijks te vellen. Daarvoor zouden, uitgaande van tabel 4a niet minder dan 4000 kcal per dag nodig zijn. Dit is zelfs voor seizoenarbeid veel te veel. Hiermee lijkt ons het door de praktijk opgegeven aantal van 200 veel te hoog.

Vergelijken we de bijl met de beugelzaag, aan lijkt vanuit energetisch standpunt bekeken. de beugelzaag iets minder ongunstig uit te vallen (vgl. tabellen 3a en 3b), hoewel de polsfrequentie, mogelijk door meer statische arbeid bij het zagen (bukken en knielen), ongeveer even hoog oploopt. Vergelijken we de benodigde tijden per boom, dan blijkt de beugelzaag meer tijd nodig te hebben, waardoor de berekende verantwoorde dagprestatie (tabellen 4a en 4b) voor de beugelzaag lager uitvalt. De bijl biedt vanuit prestatieoogpunt bekeken vooralsnog betere perspectieven. Ook de dunningsexperimenten wijzen in deze richting. Het energieverbruik bij de beugelzaag is lager, maar de prestaties liggen dan ook veel lager. Als niet de polsfrequenties ook hier weer tamelijk hoog uitvielen, zou er ergonomisch nog iets in het voordeel van de beugelzaag te zeggen zijn. Nu evenwel niet.

6.2. VELLINGSONDERZOEK

Het vellingswerk in zwaar hout met de motorzaag te Patamakka komt er ergonomisch als volgt af.

Op basis van het berekende gemiddelde energieverbruik per m^3 komt men op gemiddelde dagprestaties van $135 m^3$ (bij norm 2000 kcal). Per nutbare boom werd gemiddeld $2,7 m^3$ hout met bast opgewerkt. De berekende dagtaak komt onder de bovengenoemde voorwaarde neer op 50 bomen per dag. Aangezien niet alle bomen benutbaar zijn, doch sommige als hulpboom geveld worden, of pas na het vellen afgekeurd worden, komt men op een geringer aantal benutbare bomen en dus kubieke meters. In deze studie betrof die reductie 12% van het totaal aantal bomen, waarmee de berekende aantallen benutbare bomen resp. kubieke meters komen op: 120 m^3 resp. 45 bomen. Aan deze getallen mag men geen normatieve waarde hechten: het zijn rekenvoorbeelden op basis van enkele praktijkwaarnemingen. Bovendien is geen rekening gehouden met eventuele loopafstanden voor en na het werk, waardoor men deze aantallen nog weer met enkele bomen zou moeten reduceren.

Wat te verwachten was blijkt inderdaad uit de tabel: het lopen bergopwaarts met de motorzaag is het zwaarst in heuvelachtig terrein. In vlak terrein lijkt het vellen zelf het zwaarst, althans voor deze proefpersonen, daarna het korten.

6.3. ARBEIDSCAPACITEITSTESTS

Vergelijken we de in Suriname gevonden en volgens ÅSTRAND (1960) berekende maximale O_2 -opname-capaciteit met elders in en buiten de tropen gevonden en eveneens volgens ÅSTRAND (1960) berekende waarden, dan blijken die van de zes Surinaamse bosarbeiders wat betreft hun max. Vo_2 overeen te komen met die welke HANSSON et al. (1966) in India vonden en ~~lager~~ te zijn dan de waarden welke in Zweden (HANSSON et al., 1966) en Venezuela (HARTUNG Y RAETS, 1968) gevonden werden. Zie tabel 13.

Tabel 13. Vergelijking van de in Suriname gevonden zuurstofopnamecapaciteit met die uit enkele andere landen, waarbij tevens de bijbehorende gemiddelden voor lichaamsgewicht en lengte vermeld zijn (berekend volgens ÅSTRAND, 1960)

Land	n ^x)	max. Vo_2 in l/min	max. Vo_2 in ml/kg/min	gewicht in kg	lengte in m
Suriname (dit onderzoek)	6	2,9	45	64,9	1,66
Venezuela (Hartung & Raets)	8	2,9	49	58,4	1,62
India (Hansson et al.)	58	2,2	44	47,5	1,61
Zweden (Hansson et al.)	50	3,5	49	72,5	1,74

x) aantal proefpersonen

De Surinaamse arbeider komt er dus nog niet zo slecht af. Opgemerkt dient te worden dat in deze studie bewust met een selectie van betere Surinaamse arbeiders gewerkt is.

7. SAMENVATTING

Een oriënterend onderzoek is verricht naar de optredende arbeidsbelasting tijdens het vellen van: (1) dunningsbomen in een Pinus caribaea-opstand met een gemiddelde diameter op borsthoogte van ca. 18 cm, waarbij gebruik werd gemaakt van een bijl of een beugelzaag, en (2) zwaar hout uit het tropische regenbos met diameters op borsthoogte van ca. 35 tot 100 cm, waarbij een motorzaag werd gebruikt.

Onderzoek (1) betrof 4, onderzoek (2) 2 proefpersonen. Tevens werden de proefpersonen aan een arbeidscapaciteitstest onderworpen. Het gemeten energieverbruik varieerde bij de dunningsarbeid van 4,7 tot 8,3 kcal/min (incl. basis metabolisme (BM) en voor de vellingsarbeid in zwaar hout van 4,2 tot 6,1 kcal/min. (incl. BM). De gemiddelde polsfrequenties varieerden respectievelijk van 119 tot 137 en van 102 tot 131 slagen/min. De arbeidscapaciteit van de personen op basis van een staptest uitgedrukt in de zuurstofopnamecapaciteit varieerde van 2,1 tot 3,7 l/min of van 39 tot 59 ml/kg/min.

8. LITERATUUR

- ÅSTRAND, I., 1960. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. Acta Physiol. Scand., 49 (suppl. 169).
- CONSOLAZIO, C.F. et al., 1963. Physiological measurements of metabolic functions in man. McGraw-Hill, New York.
- HANSSON, J.E. et al., 1966. Men and tools in Indian logging operations. Research Notes nr. 29. Royal College of Forestry, Stockholm.
- HARTUNG, M. & G.H. RAETS., 1968. Capacidad fisica y rendimiento de obreros forestales en diferentes condiciones climaticas del tropico. Boletin No. 26, Instituto Forestal Latino-Americano.
- JONGBLOED, J., 1967. Overzicht van de fysiologie van de mens. 10de dr. Oosthoek, Utrecht.
- LANGE ANDERSEN, K. et al., 1971. Fundamentals of exercise testing. World Health Organization, Genève.
- LEHMANN, G., 1953. Praktische Arbeitsphysiologie. George Thieme, Stuttgart.
- HETTINGER, T., 1965. Arbeitsphysiologische Messmethoden; 2de dr. Beuth-Vertrieb, Köln.