

Algeméne bijdragen

VERGELIJKEND ARBEIDSFYSIOLOGISCH ONDERZOEK BIJ VELLINGSWERK 1)

[302 : 323.1]

PHYSIOLOGICAL STUDIES ON TREE FELLING

door/by

J H. VAN LOON²⁾ en M. BOL³⁾

SUMMARY:

Two physiological investigations were carried out in order to get information about the physical strain of tree felling in handicraft. Energy expenditure was determined with the portable Dortmund gas-meter and Haldane analysis, pulse rate was measured by means of electro-cardiographic recording.

In the first investigation the heavy Dauner barking spud (ZS; weight 2.5—3 kg) was compared with normal barking spades (LS; weight 1.5 kg), from the physiological point of view (photo). A comparison was made with a group of 11 well-trained forest workers from 25 to 55 years old in two Scots pine stands with $\bar{d} = 7$ cm (LH) and $\bar{d} = 20$ cm (ZH) respectively. Each of the subjects worked in LH as well as in ZH and with both tools. Only lopping and barking were compared, excluding felling.

Table 1 shows the mean pulse rates. ZS causes higher pulse rates both in LH and in ZH; the difference is statistically significant ($P < 0.05$). *)

Further it can be concluded that lopping and barking in ZH is more strenuous than in LH; this difference is also significant.

In order to see if the latter conclusion also holds in the case where not only lopping and barking are compared but felling as well, a new investigation was carried out with 12 other forest workers from 27 to 63 years old. Each of them worked in a stand with $\bar{d} = 9$ cm (LH) and in a stand with $\bar{d} = 26$ cm (ZH). Felling in LH was carried out in one-man-work with bow saw, axe (axe weight 900—1000 g) and a normal barking spade; felling in ZH was done partly as two-man-work with cross cut saw, axe (axe weight 1200 g) and a normal barking spade.

Table 2 shows the mean pulse rates. From column 1 and 2 it becomes clear that also for felling, lopping and barking the work in ZH takes more physical strain than in LH. Columns 3 and 4 show the pulse rates for lopping and barking alone. In both cases the differences are significant.

1) Verschijnt ook als korte mededeling nr. 51 van het Bosbouwproefstation.

2) Arbeidsfysioloog aan de Landbouwhogeschool, Laboratorium voor Fysiologie der Dieren.

3) Medewerker van de Stichting Bosbouwproefstation „De Dorschkamp”.

*) In a former study⁴⁾ a group of 6 forest workers, who were lopping and barking with the heavy Dauner, was compared with a group of 6 other forest workers, using axe and normal barking spade. In that case a statistical difference between the two methods could not be proved.

Comparison of column 1 and 3 shows that it may not be concluded that felling, lopping and barking in LH is less or more strenuous than lopping and barking; comparison of column 2 and 4, however, shows a significant difference. From columns 5, 6 and 7 (ZH) can be concluded that lopping is physically the heavier part of the work, barking is a bit less heavy; as an average felling gives relatively the lowest pulse rates. It must be added, however, that felling in ZH is not a continuous activity, but that moments of very high effort (sawing, freeing of lodged trees) are alternated with light work (walking, waiting times caused by two-man-work).

Finally the results of energy expenditure measurements are shown in table 3. It can be stated that these figures are in accordance with the results of the pulse rate data.

Conclusion:

1. *Tree felling in handicraft is heavy work; making it heavier should be avoided, therefore the use of the heavy Dauner barking spud cannot be recommended.*
2. *As the worker needs a certain relaxation allowance dependent on the heaviness of his work, the relaxation allowance in tree felling should be progressive, dependent on the tree diameter⁶).*

Inleiding.

Verschillende buitenlandse onderzoekers — in Zweden de arts N. P. V. Lundgren, in Duitsland o.a. prof. dr H. Gläser en dr G. Kaminsky — hebben zich beziggehouden met de bepaling van energieverbruik en polsfrequentie bij bosarbeid om daarmee een inzicht te krijgen in de lichamelijke inspanning, die dit werk van de bosarbeiders vergt. In Nederland heeft prof. dr G. M. Streef zich op dit terrein bewogen. In dit verband kan worden verwezen naar een publikatie „Arbeidsfysiologisch onderzoek bij vellingswerk in de bosbouw”⁴), waarvan indertijd een bespreking in dit tijdschrift verscheen⁵).

In dit artikel zal iets worden medegedeeld over een tweetal onderzoekingen (Hoenderlo 1959 en Ommen 1960) bij vellingswerk onderzochte groepen; onderzoek dat door de arbeidsfysiologische onderzoekgroep van de Landbouwhogeschool is uitgevoerd in samenwerking met de Commissie Onderzoek Rationalisatie Bosbouw van de Stichting Bosbouwproefstation „De Dorschkamp” en met de afdeling Bosexploitatie en Boshuishoudkunde van de Landbouwhogeschool. Het Staatsbosbeheer maakte dit onderzoek mogelijk door het beschikbaar stellen van proefpersonen en opstanden.

HOENDERLO 1959

Doel

Aanleiding tot het eerste onderzoek vormde de vraag of het gebruik van de verzwaarde Dauner schilshop een verzwaring van het werk met zich meebrengt ten opzichte van het werk met „normale” schilshoppen, zoals bijvoorbeeld de onverzwaarde Dauner, Pio en Eia schilshop (foto).

⁴) G. M. Streef, A. G. Gerritsen en M. Bol. Arbeidsfysiologisch onderzoek bij vellingswerk in de bosbouw. Meded. Landbouwhogeschool 59 (14) 1959.

⁵) Ned. Bosb. Tijdschr. 32 (8) 1960 (304—305).

Met de normale schilshoppen (gewicht ongeveer 1,5 kg inclusief steel) worden bij het schillen ook takken afgestoten, maar dit blijft beperkt tot de dunne takken. Met de verzwaarde Dauner (gewicht 2,5 à 3 kg inclusief steel) kunnen ook dikkere takken worden afgestoten, zodat men de bijl nog slechts gebruikt voor de dikste takken. Er wordt wel verondersteld dat het opwerken hierdoor wordt versneld. Bovendien wordt soms aangevoerd dat het schillen met deze zware schilshop bij bomen met een dikke schors gemakkelijker zou gaan.

Nu is uit diverse arbeidsfysiologische onderzoeken gebleken, dat het vellingswerk tot de zware tot zeer zware lichamelijke arbeid gerekend moet worden. Het verdient arbeidsfysiologisch gezien aanbeveling bij deze categorie op te passen voor een verzwaring van het werk.

Uitvoering

Het onderzoek is uitgevoerd in november 1959 in de boswachterij Hoenderlo van het Staatsbosbeheer in een tweetal opstanden van groveden met een gemiddelde borsthoogte-diameter der gevelde bomen van 7 resp. 20 cm. Aan het onderzoek is deelgenomen door 11 geroutineerde en getrainde bosarbeiders uit de boswachterijen Hoenderlo en Ugchelen, in leeftijd variërend van 25 tot 55 jaar. Daar de vraagstelling alleen betrekking heeft op het opwerken, is het vellen buiten beschouwing gelaten; de proefbomen waren tevoren geveld. Iedere proefpersoon had een standaardtaak van ongeveer een half uur; deze taak bestond uit het boom voor boom opwerken (snoeien en schillen) van 5 stammen in het lichte hout (LH) en van 2 stammen in het zware hout (ZH). Elke proefpersoon verrichtte deze taak zowel met de lichte als met de verzwaarde schilshop en zowel in LH als in ZH. De proefpersonen werden vrij gelaten in de gevolgde werkmethode; sommigen gingen, ook in ZH, zeer ver met snoeien/schillen in één handeling, terwijl anderen consequent iedere boom met de bijl uitsnoeiden alvorens te gaan schillen. Tijdens elke proef werd met tijdstudies een nauwkeurige tijdsbeschrijving gemaakt.

De twee voornaamste onderzoeksmethoden om een inzicht in de lichamelijke arbeidsbelasting te krijgen zijn: de bepaling van het energieverbruik en de bepaling van de polsfrequentie tijdens de arbeid. Om technische redenen werd bij dit onderzoek alleen de polsfrequentie geregistreerd (electrocardiografische afleiding en continue registratie van elke hartslag met een penschrijver).



rechts: verzwaarde Dauner (ZS) en links: Pio schilshop (LS)

right: heavy Dauner (ZS) and left: Pio barking spade (LS)

Conclusies

De uitkomsten van het arbeidsfysiologisch onderzoek zijn weergegeven in tabel 1; de tabelwaarden zijn gemiddelde polsfrequenties (aantal hartslagen per minuut) over een periode van ongeveer een half uur.

Tabel 1. Gemiddelde polsfrequentie van 11 bosarbeiders (AH—LH) bij het opwerken met bijl en lichte schilshop (LS) en met bijl en verzwaarde schilshop (ZS), van groveden met een borsthoogtediameter van gemiddeld 7 cm (LH) en 20 cm (ZH).

bomen (<i>trees</i>)	LH		ZH	
	LS	ZS	LS	ZS
AH	117	126	126	131
BH	104	108	108	112
CH	114	119	124	128
DH	120	128	—	142
EH	110	120	123	129
FH	119	130	138	142
HH	134	136	151	152
IH	129	122	126	133
JH	138	140	141	146
KH	124	125	126	127
LH	136	143	144	146
gem. (<i>mean</i>)	122	127	131	135

Table 1. Mean pulse rates of 11 forest workers (AH—LH) on lopping and barking with axe and normal barking spud (LS) and with axe and heavy barking spud (ZS), of Scots pine with $\bar{d} = 7$ cm (LH) and $\bar{d} = 20$ cm (ZH).

Het blijkt dat zowel in LH als in ZH het gebruik van de verzwaarde Dauner een hogere polsfrequentie met zich meebrengt t.o.v. het werken met een lichte schilshop (kolommen 1 en 2; 3 en 4); deze verschillen zijn bij een betrouwbaarheidsdrempel van 95% significant. Het hier gevonden verschil bedraagt gemiddeld 4 tot 5 polsslagen per minuut *).

De conclusie moet luiden, dat de verzwaarde Dauner schilshop het vellingswerk verzwaart. Daar, zoals eerder opgemerkt, het vellingswerk tot de zware tot zeer zware arbeid behoort kan deze verzwaaring in het kader van een verantwoorde arbeidsrationalisatie niet worden aanbevolen. Daarbij kan nog worden opgemerkt, dat bij het onderzochte materiaal in LH geen betrouwbaar verschil kon worden aangetoond tussen de *arbeidstijden* (snoeien en schillen) bij gebruik van LS of ZS. Bij ZH was dit verschil wel betrouwbaar; de gemiddelde arbeidstijd was in dit geval bij ZS 0,7 minuten per boom lager dan bij LS of 7% t.o.v. de arbeidstijd met LS.

Een tweede conclusie, die uit tabel 1 kan worden getrokken, is dat het opwerken van ZH zowel bij gebruik van LS als van ZS een grotere lichamelijke inspanning vergt dan het opwerken van LH (kolommen 1 en 3; 2 en 4); de verschillen zijn statistisch betrouwbaar.

*) Bij het onder 4) vermelde onderzoek — waar een groep van 6 bosarbeiders snoeien en schillen uitsluitend uitvoerde met de verzwaarde Dauner en 6 andere bosarbeiders de bomen eerst geheel uitsnoeiden en pas daarna schilden met een normale schilshop — kon geen betrouwbaar verschil in polsfrequentie tussen de groepen worden aangetoond.

OMMEN 1960

Doel

De laatstgenoemde conclusie uit het onderzoek in Hoenderlo 1959 was aanleiding tot het onderzoek in Ommen. Bij de vaststelling van „minutentabellen voor vellingswerk”⁶⁾ voor tarifieringsdoeleinden is op de gemeten zuivere arbeidstijden een percentage „algemene tijden” gegeven. Deze „algemene tijden” omvatten o.a. ook rusttijd. Het percentage algemene tijden is in overleg met de Hoofdafdeling Sociale Zaken van het Boschap vastgesteld op *gemiddeld* 35% van de zuivere arbeidstijd. Als nu echter de lichamelijke inspanning duidelijk afhankelijk is van de boomdiameter, dan zou moeten worden overwogen om voor de algemene tijden een glijdende schaal in te voeren. Dit tweede onderzoek was nodig, omdat het onderzoek in Hoenderlo alleen betrekking had op het opwerken; de invloed van het vellen moest ook worden gezien, mede omdat dit in ZH in tweemanswerk gebeurt.

Uitvoering

Het tweede onderzoek is in november 1960 uitgevoerd in de boswachterij Ommen van het Staatsbosbeheer, evenals in Hoenderlo in een tweetal grovedennenopstanden; gemiddelde borsthoogtediameter resp. 9 cm (LH) en 26 cm (ZH). Aan het onderzoek namen 12 getrainde bosarbeiders deel, in leeftijd variërend tussen 27 en 63 jaar. De standaardtaak bestond in LH uit het boom voor boom vellen, snoeien en schillen van 8 bomen in eenmanswerk. In ZH werden achtereenvolgens 2 bomen in tweemanswerk geveld, waarvan elke proefpersoon er één opwerkte; vervolgens werden op dezelfde wijze nog 2 bomen geveld en opgewerkt. De standaardtaak werd in duplo uitgevoerd.

In overeenstemming met de resultaten van het eerste onderzoek was gebruik van een normale schilshop, in dit geval de onverzwaarde Dauner (gewicht 1600 g incl. steel) voorgeschreven. In LH werd daarbij een lichte snoeibijl gebruikt (bijgewicht excl. steel 900 en 1000 g), in ZH een zwaardere bijl (bijgewicht excl. steel 1200 g). In LH werd geveld met de beitelbetande Sandviken eenmansbeugelzaag, in ZH met de beitelbetande Sandviken trekzaag. De proefpersonen werden zoveel mogelijk vrijgelaten in de werkmethode; in LH kwamen alle varianten van snoeien en schillen in gescheiden handelingen en in één handeling voor, in ZH werden de takken eerst met de bijl uitgesnoeid.

Bij dit onderzoek werd weer de polsfrequentie geregistreerd. Bovendien werd hier een serie bepalingen van het energieverbruik uitgevoerd met behulp van de Dortmundse draagbare gasmeter en uitademingsluchtanalyse volgens Haldane.

Conclusies

De uitkomsten van de polsfrequentieregistratie zijn opgenomen in tabel 2.

⁶⁾ A. G. Gerritsen en M. Bol. Minutentabellen voor het vellingswerk van groveden en Japanse lariks. Ned. Bosb. Tijdschr. 32 (9) 1960 (306—327).
M. Bol. Minutentabellen voor het vellingswerk van douglas. Ned. Bosb. Tijdschr. 34 (5) 1962 (167—174).

Tabel 2. Gemiddelde polsfrequenties van 12 bosarbeiders (AO—LO) bij het vellen, snoeien en schillen van groveden met een borsthoogtediameter van gemiddeld 9 cm (LH) en 26 cm (ZH).

bomen (trees)	LH	ZH	LH	ZH	ZH		
	vellen & snoeien & schillen (felling & lopping & barking)		snoeien & schillen (lopping & barking)		vellen (felling)	snoeien (lopping)	schillen (barking)
arbeid (labour)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
AO	123	134	123	135	132	137	134
BO	119	122	120	124	112	124	123
CO	128	130	128	132	126	136	132
DO	136	135	138	138	128	140	138
EO	109	127	109	129	122	136	126
FO	118	146	120	146	146	150	146
GO	130	133	130	142	116	142	142
HO	147	151	147	154	146	154	154
IO	108	113	108	117	110	118	116
JO	134	142	135	148	130	150	148
KO	118	125	118	128	118	128	129
LO	119	120	119	125	111	129	124
gem. (mean)	124	132	125	135	125	137	134

Table 2. Mean pulse rates of 12 forest workers (AO—LO) on felling, lopping and barking of Scots pine with $\bar{d} = 9$ cm (LH) and $d = 26$ cm (ZH).

Geconcludeerd kan worden dat ook het totale vellingswerk in ZH een hogere polsfrequentie met zich meebrengt dan in LH (kolom 1 en 2), en dat ondanks het feit dat het eigenlijke vellen in ZH in tweemanswerk gebeurt. Het verschil is significant.

In kolom 3 en 4 zijn ook nog de polsfrequenties opgenomen voor snoeien en schillen alleen. Ook nu is het verschil tussen LH en ZH significant. Vergelijkend we de overeenkomstige waarden van vellen, snoeien en schillen enerzijds en vellen en schillen anderzijds, dan blijkt dat voor LH (kolom 1 en 3) het verschil niet significant is, d.w.z. er mag niet geconcludeerd worden dat bij LH het vellen, snoeien en schillen lichter of zwaarder is dan snoeien en schillen. In ZH daarentegen (kolom 2 en 4) is het verschil wel significant. In de kolommen 5, 6 en 7 zijn de berekende gemiddelden weergegeven voor vellen, snoeien en schillen afzonderlijk in ZH. De verschillen zijn significant. Het snoeien komt als het zwaarste onderdeel naar voren, dan volgt schillen. Het vellen (tweemanswerk) is *gemiddeld* het lichtst. Hierbij dient te worden aangetekend, dat het vellen in ZH geen doorlopende activiteit is, maar dat ogenblikken van zeer grote inspanning (valkerf hakken, zagen, ten val brengen van „hangers”) worden afgewisseld door licht werk (lopen, gedwongen arbeidsonderbrekingen inherent aan tweemanswerk).

De uitkomsten van de bepaling van het energieverbruik zijn weergegeven in tabel 3. In LH zijn deze bepalingen uitgevoerd bij het gehele werk, dus met inbegrip van het vellen; in ZH is alleen het opwerken in een volledige reeks gemeten. In de tabel zijn ook de cijfers van LH onder „snoeien en schillen” gerangschikt, daar zoals bij de polsfrequenties al bleek, dit vrijwel geen verschil maakt.

Tabel 3. Gemiddelde waarden voor het totale energieverbruik (in kcal/min) van 12 bosarbeiders (AO—LO) bij het vellen, snoeien en schillen van groveden met een borsthoogtediameter van gemiddeld 9 cm (LH) en 26 cm (ZH).

bomen (<i>trees</i>)	LH	ZH	ZH		
arbeid (<i>labour</i>)	snoeien en schillen (<i>lopping and barking</i>)		vellen (<i>felling</i>)	snoeien (<i>lopping</i>)	schillen (<i>barking</i>)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
AO	7,58	8,39			
BO	7,44	7,31			
CO	8,52	10,23			
DO	11,18	11,36			
EO	8,13	9,44			
FO	8,90	8,90			
GO	8,21	9,82		10,21	9,44
HO	10,74	11,52			
IO	11,00	11,07	12,39	11,73	10,40
JO	9,09	10,55	9,80	11,43	10,44
KO	6,91	8,06	8,40	8,50	8,39
LO	5,79	7,70	6,73	8,17	7,30
gem. (<i>mean</i>)	8,62	9,53			

Table 3. Mean energy consumption (kcal/min) of 12 forest workers (AO—LO) on felling, lopping and barking of Scots pine with $\bar{d} = 9$ cm (LH) and $\bar{d} = 26$ cm (ZH).

In overeenstemming met de uitkomsten van de polsfrequentieregistratie is het verschil tussen LH en ZH significant (kolom 1 en 2).

Bij 5 proefpersonen zijn in ZH afzonderlijke bepalingen verricht bij het vellen, snoeien en schillen. De snoeiwaarden liggen hoger dan de schilwaarden; bij het vellen zijn — bij metingen over enkele minuten — de waarden soms hoger, soms lager dan die bij het opwerken. Dit weerspiegelt de verschillen in lichamelijke inspanning bij de verschillende onderdelen van het vellen.

De uitkomsten van dit tweede onderzoek bevestigen dus volledig dat het werken in ZH een grotere lichamelijke inspanning vergt, dan in LH. Op grond hiervan zijn in de „minutentabellen voor het vellingswerk”⁶⁾ de „algemene tijden” verdisconteerd volgens een glijdende schaal, in die zin dat de algemene tijden hoger zijn bij grotere boomdiameters.

Bovendien bevestigen de bevindingen van het fysiologische onderzoek, dat het vellingswerk in handkracht zware arbeid is. Weliswaar hebben de hier gevonden cijfers van het energieverbruik en de polsfrequentie in principe alleen betrekking op de proefsituatie tijdens dit onderzoek, gezien echter de betrekkelijk grote overeenkomst van het werk met en zonder proefapparatuur (afgezien van de indeling van de werkdag), geven deze cijfers een aanvaardbare indicatie voor de lichamelijke inspanning.