

# De lichamelijke inspanning bij vellingswerk met motorzagen<sup>1)</sup>

PHYSIOLOGICAL STUDIES IN TREE FELLING WITH POWER SAWS  
[302]

J. H. VAN LOON en M. BOL

(Resp. Lab. Dierfysiologie, Landbouwhogeschool en Bosbouwproefstation, Wageningen)

## SUMMARY

*Tree felling with a hand saw, trimming with an axe and barking with a barking spade are heavy jobs. Measurements of the energy expenditure and the heart rate of twelve forest workers demonstrate, that the introduction of the one-man power saw has made the work heavier instead of lighter.*

*A frequent alternation of work operations and the use of light power saws seem to be profitable to diminish the physical strain to some extent, but it will not bring about a definite improvement of this heavy work.*

## Inleiding

Verschillende onderzoeken hebben aangetoond, dat het vellingswerk, uitgevoerd met handzaag, bijl en schilschop, zware lichamelijke arbeid is (1, 2). Bij de invoering van motorzagen rees de vraag, welke invloed dit zou hebben op de lichamelijke inspanning van de bosarbeiders. In het kader van de arbeidsrationalisatie wordt gestreefd naar een betere aanpassing van het werk aan de mens. Dit houdt in dat bij zware arbeid getracht dient te worden het werk lichter te maken. In veel gevallen kan men dit bereiken door een of andere vorm van mechanisatie (3). Het invoeren van machines en werktuigen betekent echter niet vanzelfsprekend een arbeidsverlichting.

Het gebruik van motorzagen bij het vellingswerk leek in dit opzicht geen onverdeeld gunstige ontwikkeling, omdat in tegenstelling tot de grote behoefte aan een verlichting van het handwerk, het dragen en hanteren van een — vrij zware — motorzaag in het terrein ongetwijfeld op zichzelf al een grote belasting moest vormen voor bosarbeiders. Enkele fysiologische metingen in het buitenland gaven ook reeds aanwijzingen in deze richting.

Aangezien het om verschillende redenen nuttig werd geacht een nader inzicht hierin te krijgen en de betreffende gegevens uit het buitenland onvoldoende antwoord konden geven op de specifieke vragen met betrekking tot de situatie in ons land, werd in het overleg van de Commissie Onderzoek Rationalisatie Bosbouw van het Bosbouwproefstation besloten een serie arbeidsfysiologische onderzoeken aan het werken met eenmansmotor-kettingzagen te wijden. Bij de uitvoering hiervan werkte de arbeidsfysiologische onderzoeksgroep van de Landbouwhogeschool nauw samen met medewerkers van het Bosbouwproefstation en het Staatsbosbeheer.

In het najaar van 1962 vond het eerste onderzoek plaats in de boswachterij

<sup>1)</sup> Verschijnt tevens, samen met de beide hiernavolgende artikelen, als Korte Mededeling nr 91 van het Bosbouwproefstation.

„Speulderbos” van het Staatsbosbeheer. In 1963 werd het onderzoek voortgezet in de boswachterij „Ulvenhoutse Bos”, eveneens van het Staatsbosbeheer. In 1964 werd de serie besloten met een onderzoek in de bossen van de Koninklijke Houtvesterijen „Het Loo”. Met grote erkentelijkheid zij de medewerking van het Staatsbosbeheer, de Koninklijke Houtvesterijen en de bosarbeiders, die als proefpersonen fungeerden, gememoreerd. In het hier volgende verslag zullen alleen enkele van de belangrijkste uitkomsten worden besproken.

#### *Onderzoekmethoden*

Om een inzicht te krijgen in de lichamelijke inspanning bij het werk werden het energieverbruik en de polsfrequentie van de bosarbeiders tijdens het werk gemeten. De hartslag werd vastgelegd met behulp van electrocardiografische afleiding en continue registratie. De bepaling van het energieverbruik geschiedde met behulp van een Dortmundse draagbare gasmeter en uitademingslicht-analyse volgens de methode van Haldane. Bij het bewerken van de uitkomsten werd gebruik gemaakt van de elektronische computer van de Landbouwhogeschool.

Bij elk onderzoek werkten vier vellingsarbeiders als proefpersonen mee, zodat in totaal metingen aan twaalf bosarbeiders werden uitgevoerd.

Een deel van de waarnemingen werd verricht tijdens kortdurende proeven



Fig. 1. Meting van energieverbruik en polsfrequentie bij vellingswerk met een motorzaag.  
 Fig. 1. Measurement of energy expenditure and heart rate during tree felling with a power saw.

van maximaal ongeveer een half uur, waarin de proefpersonen een bepaalde taak moesten uitvoeren. Op deze wijze konden betrekkelijk goed omschreven en gestandaardiseerde arbeidssituaties worden geschapen, gerangschikt in een voor een onderlinge vergelijking gunstig proevenrooster, dat telkens ongeveer een week in beslag nam. Daarnaast werd ook de hartslag continu geregistreerd gedurende een aantal volledige werkdagen, waarop de proefpersonen een bepaalde werkopdracht kregen. Hierbij waren zij vrij in de indeling van werk en pauzen.

#### *Vergelijking motorzaag-handzaag.*

De eerste vraag die voor onderzoek in aanmerking kwam was: welke invloed heeft de vervanging van een handzaag bij het vellen door een motorzaag op de lichamelijke inspanning? Het antwoord was van belang bijvoorbeeld voor het toekennen van rusttoeslagen bij het vaststellen van normtijden.

In het onderzoek werd geen vergelijking van motorzaag en handzaag gemaakt bij het zagen alleen, omdat het isoleren van één arbeidsonderdeel weinig inzicht zou kunnen verschaffen ten aanzien van de totale arbeidssituatie in het bos. De bosarbeiders kregen op drie opeenvolgende dagen verschillende taken (in wisselende volgorde), die zij op de voor hen gebruikelijke wijze moesten uitvoeren.

Figuur 2 toont het verloop van de hartslag (gemiddelden bij verschillende arbeidsonderdelen) bij een van de mannen op drie halve dagen:

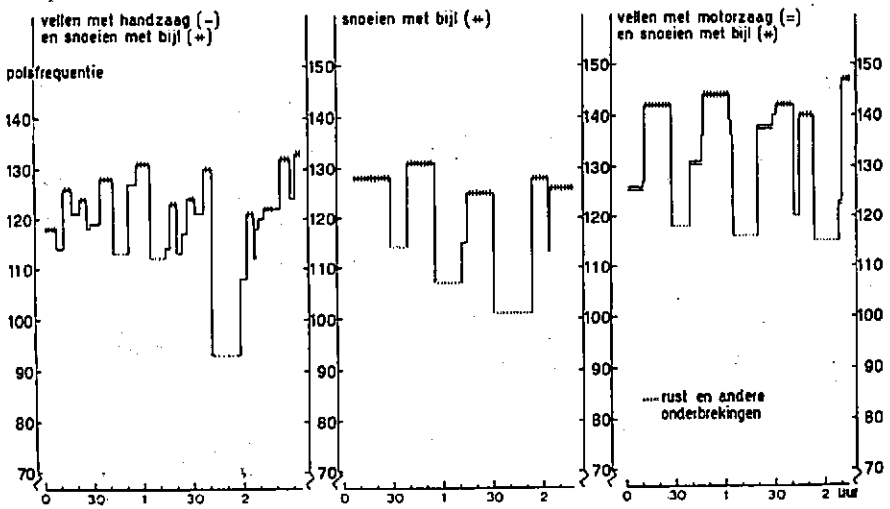


Fig. 2. Verloop van de polsfrequentie (gemiddelden per arbeidsonderdeel) bij vellingswerk (groveden dbh 22 cm) op drie halve dagen met een verschillende werkopdracht (arbeider AG).

Fig. 2. Heart rate (average values per work phase) of a forest worker during tree felling on three half days with different tasks i.e. felling with a hand saw and trimming with an axe (left), trimming with an axe (central) and felling with a power saw and trimming with an axe (right). (Scots Pine, diameter at breast height 22 cm.)

- (links) vellen met een handzaag (trekzaag), afgewisseld met snoeien (met een bijl) en de gebruikelijke pauzen; gemiddeld ongeveer 120 hartslagen/min d.w.z. zware arbeid;
- (midden) uitsluitend snoeien als helper in tweemansploeg bij vellingswerk met een motorzaag; gemiddeld hartslagniveau ongeveer gelijk aan het voorgaande;
- (rechts) vellen met een zware motorzaag (bedrijfsklaar 12,5 kg), eveneens afgewisseld met snoeien (met de bijl) en met de gebruikelijke rustpauzen. Hier is het beeld van de hartslag geheel anders: de niveaus gedurende het vellen met de motorzaag liggen hoger dan die van het vellen met de handzaag en bovendien blijken bij het snoeien hier hogere hartslagniveaus op te treden dan op de andere dagen. Het totale gemiddelde ligt bij de 135 slagen/min.

Dit beeld van motorzaagarbeid is als incidentele waarneming al betrekkelijk verontrustend. Het staat echter niet alleen, want ook andere bosarbeiders in dit onderzoek gaven een overeenkomstig verloop en niveau van de hartslag te zien.

De fysiologische metingen wijzen dus op een ongunstige invloed van het gebruik van een zware motorzaag in deze situatie (eenmanswerk in een opstand van groveden met een diameter op borsthoogte van gemiddeld 22 cm). Het vellen zelf is zwaarder dan het toch al zware werken met een handzaag en deze grote lichamelijke inspanning blijkt ook het telkens erna volgende snoeien (met de bijl) ongunstig te beïnvloeden. Het totale gemiddelde over de gehele werktijd van meer dan 130 hartslagen/min toont aan dat de opgenomen rusten volkomen ontoereikend zijn geweest. Zowel wat betreft de topbelasting als de gemiddelde inspanning moet dit werken met een motorzaag als te zware arbeid worden beschouwd. In dit opzicht kan men de overgang van handzaag op zware motorzaag een ongunstige ontwikkeling noemen.

De motorzaag heeft bij het vellingswerk om andere redenen echter een plaats veroverd die voorlopig moeilijk is aan te tasten en die in de naaste toekomst waarschijnlijk nog sterker zal worden. In verband hiermee leek het nuttig na te gaan in hoeverre de verhoudingen verbeterd zouden kunnen worden door bepaalde arbeidstechnische of organisatorische maatregelen.

#### *Arbeidstechnische verbeteringen*

Bij zware arbeid kan men de inspanning vaak enigszins verminderen door het werk veelvuldig te onderbreken en af te wisselen met andere, liefst lichtere bezigheden. Bij het vellingswerk zijn de mogelijkheden in deze richting beperkt, aangezien de belangrijkste onderdelen van dit werk (zagen en snoeien) niet veel verschillen in inspanning. Zou het een gunstige invloed hebben wanneer men bij het vellen niet langdurig achtereen met de motorzaag zou werken, maar het zagen veelvuldig zou afwisselen met snoeien en schillen?

Bij een onderzoek met vier bosarbeiders werd in een opstand van groveden met een diameter op borsthoogte van gemiddeld 24 cm het vellen met een motorzaag afgewisseld met snoeien met een bijl en schillen met een schil-schop. De ene dag werkte men met korte velseries, waarbij telkens slechts

arbeider	series van 6 bomen			series van 3 bomen		
	v	s	w	v	s	w
AU	122	128	120	117	115	110
BU	125	106	107	140	122	123
CU	126	121	116	120	119	112
DU	153	151	137	133	141	127
gemiddeld	132	126	120	128	124	118

Tabel 1. Polsfrequentiegemiddelden (hartslagen/min) van vier bosarbeiders bij vellen met motorzaag (v) en bij snoeien en schillen met bijl en schilshop (s) van groveden (dbh 24 cm). (w = gemiddelde over de gehele werktijd.)

Table 1. Average heart rate values (beats/min) of four forest workers (AU—DU) during tree felling i.e. felling with a power saw (v) and trimming and barking with an axe and a barking spade (s); w = overall average value rest pauses included; series of six trees (left) and series of three trees (right). (Scots Pine, diameter at breast height 24 cm).

drie stammen achtereen neergingen; de andere dag velde men telkens zes stammen achtereen.

In tabel 1 zijn de gemiddelde polsfrequentiewaarden weergegeven. Bij drie van de vier mannen is een verschil aanwezig ten gunste van de korte velseries, een verschil dat ook hier niet alleen bij het vellen zelf, maar ook bij het andere werk optreedt. Het verschil in het totale daggemiddelde bedraagt in twee gevallen 10 hartslagen/min.

Aangezien bij deze zware arbeid elke mogelijkheid om een verlichting te bereiken moet worden aangegrepen, verdient een werkwijze met korte velseries en veelvuldige afwisseling hier dus ernstige overweging. Dat brengt praktisch gesproken met zich mee het werken in een- of tweemansploegen, ten hoogste driemansploegen.

Een ander aangrijpingspunt voor een verbetering zou kunnen liggen in het gewicht van de motorzaag. Het grootste deel van het werk bestaat immers uit het dragen van en manoeuvreren met de zaag in verschillende standen.

Met vier bosarbeiders werd in een grovedennenopstand (diameter op borsthoogte gemiddeld 37 cm) een onderzoek uitgevoerd ter vergelijking van het werken met twee verschillende motorzagen (gewicht resp. 12,5 en 7,5 kg). In dit geval werd de motorzaag ook voor het snoeien gebruikt.

arbeider	vellen mz		snoeien mz		daggemiddelde	
	zz	lz	zz	lz	zz	lz
AL	142	142	142	144	133	132
BL	143	134	140	130	131	123
CL	124	122	128	121	114	109
DL	134	127	138	131	122	120
gemiddeld	136	131	137	132	125	121

Tabel 2. Polsfrequentiegemiddelden (hartslagen/min) van vier bosarbeiders bij vellingswerk in groveden (dbh 37 cm) met een zware (zz) en met een lichtere (lz) motorzaag (mz).

Table 2. Average heart rate values (beats/min) of four forest workers (AL—DL) during tree felling i.e. felling (vellen mz) and trimming (snoeien mz) with a heavy power saw (zz) and with a light one (lz); daggemiddelde = overall average value rest pauses included. (Scots Pine, diameter at breast height 37 cm).

De gemiddelde polsfrequentiewaarden in tabel 2 laten een verschil zien, dat weliswaar niet groot is, maar dat om bovengenoemde redenen toch moet worden beschouwd als een argument voor het gebruik van een lichte zaag. Daarmee wordt het werk evenwel niet lichter dan het overeenkomstige vellen met een handzaag.

### *Nabeschuwing*

Vergelijkt men de polsfrequentiewaarden van de twaalf bosarbeiders uit het onderzoek onderling, dan ziet men vrij grote individuele verschillen: daggemiddelden bijvoorbeeld, die uiteenlopen van 107 tot 137 hartslagen/min. Bij metingen van het energieverbruik tijdens het vellen met een motorzaag werd bij hen een overeenkomstige spreiding gevonden met waarden van 6 tot 10 kcal/min. Mag het dan niet voor iedere bosarbeider gelden, voor de meesten is dit vellingswerk zware tot zeer zware lichamelijke arbeid en het valt te betreuren dat het gebruik van de motorzaag hierbij zo ongunstig moet worden beoordeeld.

Men hoort van buitenstaanders soms het argument, dat er met een motorzaag veel sneller en efficiënter kan worden gewerkt dan met een handzaag en dat de bosarbeider daarvan profiteert in de vorm van een daling van zijn energieverbruik per m<sup>2</sup> zaagoppervlak of per m<sup>3</sup> geveld hout. Dit is echter een schijnvoordeel, waarmee de arbeider weinig gediend is. Bij zware arbeid is de „efficiency” meestal slechts een academisch criterium. Daarbij is de absolute zwaarte van het werk de voornaamste maatstaf en het voornaamste richtsnoer wanneer men naar verbeteringen zoekt.

Men vraagt zich af of men dit vellingswerk niet zou kunnen verlichten door meer of langere rustpauzen. De bij het onderzoek gevonden gemiddelde polsfrequenties wijzen erop, dat de opgenomen rusten hier in de meeste gevallen een onvoldoende compensatie vormen voor de grote lichamelijke inspanning. Het lijkt dus zeker aan te bevelen, voor dit werk een groot rustpercentage toe te kennen. Daarbij moeten dan tevens regelingen worden getroffen, die het opnemen van voldoende rust garanderen. Men dient echter te bedenken dat dit geen werkelijke oplossing van het probleem betekent, omdat hiermee het werk zelf niet wordt verlicht en de pieken van overbelasting onveranderd blijven bestaan.

Vormen de in het onderzoek bekeken „arbeidstechnische verbeteringen” een bevredigende oplossing? De uitkomsten hebben aangetoond, dat maatregelen, zoals „een veelvuldige afwisseling in het werk” en „het gebruik van een lichte motorzaag” inderdaad een gunstige invloed op de lichamelijke inspanning kunnen hebben. Zoals hiervóór reeds werd betoogd, is iedere bijdrage in deze richting welkom. De mate van deze verlichtingen is echter geringer dan wenselijk zou zijn en daarom betekenen ook deze mogelijkheden nog geen bevredigende oplossing.

Er is in deze beschouwing alleen gesproken over de lichamelijke arbeidsbelasting in termen van polsfrequentie en energieverbruik. Het is echter bekend dat bij het werken met motorzagen nog andere belastende invloeden op de bosarbeider inwerken.

Het lawaai en de trillingen van vrijwel alle in de handel verkrijgbare motorzagen liggen boven de grenzen van het toelaatbare, d.w.z. dat de bosarbeider bij langdurige inwerking hiervan lichamelijke schade kan ondervinden in de vorm van lawaaidoofheid en trillingsbeschadigingen aan handen en armen. Ook voor deze invloeden geldt, dat „voldoende rusten” en „veelvuldige afwisseling in het werk” gunstige maatregelen zijn, omdat daarmee een beperking van de inwerkingen wordt bereikt. Overigens zijn dit punten waarvan een nadere bespreking buiten het kader van deze beschouwing valt.

Zoals de situatie zich op het ogenblik op grond van de beschikbare gegevens laat aanzien, lijkt het moeilijk de genoemde motorzaagproblemen inderdaad afdoend op te lossen. Het is zeker van belang de ontwikkeling te bevorderen van motorzagen, die zowel lichter zijn als minder lawaai en trillingen produceren. Maar uiteindelijk zal ieder meer gebaat zijn met een vollediger vorm van mechanisering van het vellingswerk.

### *Samenvatting*

Bij twaalf bosarbeiders werden polsfrequentie en energieverbruik bepaald bij het gebruik van een motorzaag in het vellingswerk. Dit werk bleek zware lichamelijke arbeid te zijn, waarbij de vervanging van de handzaag door de motorzaag een verzwarende invloed heeft gehad. De opgenomen rust was in de meeste gevallen onvoldoende.

Als directe tegemoetkoming zou aanbevolen kunnen worden de arbeider een bij deze inspanning passend rustpercentage toe te kennen en daarbij regelingen te treffen, die het opnemen van de rust waarborgen. Nog belangrijker is het maatregelen in te voeren, die het werk zelf kunnen verlichten, zoals „een veelvuldige afwisseling in het werk” en „het gebruik van een lichte motorzaag”.

Aangezien echter met behulp van al deze middelen dit werk toch nog niet afdoend kan worden verlicht, zal men uiteindelijk het meest gebaat zijn met een vollediger vorm van mechanisering van het vellingswerk.

### *Literatuur:*

1. Streef, G. M., A. G. Gerritsen en M. Bol. Arbeidsfysiologisch onderzoek bij vellingswerk in de bosbouw. Meded. Landbouwhogeschool 59, 1959 (1-39).
2. Loon, J. H. van, en M. Bol. Vergelijkend arbeidsfysiologisch onderzoek bij vellingswerk. Ned. Bosb. Tijdschr. 34 (11) 1962 (405-411); Korte Med. Bosbouwproefstation (51) 1962.
3. Loon, J. H. van, en M. Bol. Arbeidsfysiologisch onderzoek bij het planten van dennen. Ned. Bosb. Tijdschr. 36 (2) 1964 (59-65); Korte Med. Bosbouwproefstation (63) 1964.