

Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sector

Ergonomische beoordeling van snoeischaren voor de fruit- en boomteelt

Ergonomic evaluation of pruning shears for fruit farming and arboriculture

Huub H.E. Oude Vrielink
Anton A.J. Looije
Gondy Peppelman
Marc C.J. op 't Hof

Rapport 004



Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sector

Ergonomische beoordeling van snoeischaren voor de fruit- en boomteelt

*Ergonomic evaluation of pruning shears for
fruit farming and arboriculture*

Huub H.E. Oude Vrielink¹

Anton A.J. Looije¹

Gondy Peppelman²

Marc C.J. op 't Hof²

Rapport 004

¹ *Agrotechnology & Food Innovations – Agrisystems & Environment*

² *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) – fruit*

Colofon

Titel	Ergonomische beoordeling van snoeischaren voor de fruit- en boomteelt
Auteur(s)	Huub H.E. Oude Vrielink; Anton A.J. Looije; Gondy Peppelman; Marc C.J. op 't Hof
A&F nummer	Rapport nr. 004
ISBN-nummer	90-6754-725-5
Datum van publicatie	December 2003
Vertrouwelijkheid	-
Project code.	51.086.03
Prijs	-

Agrotechnology and Food Innovations B.V.
Postbus 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© 2003 Agrotechnology & Food Innovations B.V

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher.
The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.*

Voorwoord

Op 2 juli 2002 is door het tripartiete kader van overheid, werkgevers en werknemers een Arboconvenant voor de agrarische sector getekend. Één van de afspraken hierbinnen is dat via onderzoek actief gewerkt wordt aan kennisvergroting over goede arbo-praktijk op de werkvloer. Het huidige verslag is het resultaat van een dergelijk onderzoek: het presenteren van objectieve informatie waarmee de keuze “welke professionele snoeischaar in welke situatie te gebruiken” vergemakkelijkt wordt.

Het onderzoek is begeleid door de Klankbordgroep Fruit- en Boomteelt, waarvan de leden P. Tamsma, G. Pronk, H. Verheijen, J. van Oest, J. van Ingen en J. Huver bedankt worden voor hun inzet.

Het onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de vrijwillige medewerking van acht ervaren snoeiers, ondersteund door hun zes verschillende bedrijven: J. van den Berg, H. Bos, K. Kruize, H. Mauritz, E. Nagelhout, J. van Tuil, G. Veens, T. Vilier, hartelijk dank voor de getoonde enthousiaste instelling!

De geteste snoeischaars zijn ter beschikking gesteld door Van Beek & Heijermans B.V, Bahco Tools B.V. en Votex B.V., waarvoor hartelijk dank.

De kritische opmerkingen van P.F.M.M. Roelofs zijn hogelijk gewaardeerd.

Tot slot: het onderzoek is in financiële zin mogelijk gemaakt door een subsidie van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), via het onderzoeksprogramma 400-III “Systeeminnovatie geïntegreerde open teelten”.

Dr. Ir. C.E. van 't Klooster

Director Business Unit Agrisystems & Environment

Abstract

Physical load of seven pruning shears has been investigated in both laboratory setting and practice. The former consisted of cutting 4 and 11 mm wood by eight volunteers, using different types of manual, pneumatic, and electrical shears, while registering hand/arm vibration and forearm muscle activity. In practice, the shears were scored on subjective aspects, pruning speed and quality.

Pruning speed did not differ significantly between the shears. Manual pruning shears were preferred for hand fitting, freedom of movement, and safety experience, and showed better pruning quality. However, they demand for considerable force development in the forearm: 33-46% and 62-74% of maximal in case of 4 mm and 11 mm wood, respectively. In addition, exposure to shocks is higher than acceptable according to the EU vibrations directive if pruning is performed exclusively manually. Ergonomically designed manual shears are an improvement compared to the classic model; still, health damage cannot be excluded. Use of both pneumatic and electrical shears strongly reduces the load on the forearm muscles (17-32% of maximum) and shock exposure. In the case of pneumatic shears and when cutting thick branches predominantly, health damage may occur.

It is concluded that electrical shears should be used preferentially when pruning trees in the professional setting. Pneumatic pruning can be seen as a reasonable alternative, except if predominantly the thicker branches are cut. The use of only manual shears by professional workers must be rejected because of the serious risk for developing damage to hands and arms.

Keywords: ergonomics, vibration, shock, forearm muscle load, musculoskeletal, health, agriculture, secateurs

Inhoud

Voorwoord	3	
Abstract	5	
1	Introductie	9
2	Materialen en methoden	11
2.1	Personen	11
2.2	Scharen	11
2.3	Labmetingen	13
2.4	Praktijkmetingen	16
2.5	Dataverwerking	16
2.6	Statistische toetsing	18
3	Resultaten	19
3.1	Labmetingen	19
3.1.1	Activiteit van FCR en FDS	20
3.1.2	Kniphogte	20
3.1.3	Schaartype en stokdikte	21
3.1.3.1	Spieractiviteit	21
3.1.3.2	Trillingen	22
3.1.3.3	Subjectief belastingoordeel	25
3.2	Praktijkmetingen	26
3.2.1	Snoeiprestatie en snoeikwaliteit	26
3.2.2	Lokaal ervaren ongemak, krachtgebruik en polshouding	26
3.2.3	Subjectieve beoordeling van de scharen in praktijk	28
3.3	Samenvatting van de resultaten	29
4	Discussie	31
5	Conclusies	35
	Referenties	37
	Samenvatting	39
	Bijlagen	41
	Bijlage 1: Scoreformulier lokaal ervaren ongemak en krachtgebruik	41
	Bijlage 2. Observatieformulier polshouding	43
	Bijlage 3. Beoordelingsformulier kracht en ervaren ongemak	45

1 Introductie

In de fruit- en boomteelt is snoeien een jaarlijks terugkerend fenomeen waarmee niet alleen een aanzienlijke arbeidstijd gemoeid is, maar wat tevens de bovenste lichaamsdelen sterk belast. Als verzwarende omstandigheid geldt dat een deel van de snoei in het (koude) winterseizoen plaatsvindt. In 2001 hebben in het kader van de zogenaamde “Nul-meting” van het arboconvenant (Roelofs et al. 2001) 119 fruit- en boomtelers (95% van hen waren ondernemer) meegewerkt aan een enquête over hun werk en gezondheid. Indien deze groep als representatief beschouwd wordt voor de gehele fruit- en boomteelt, dan blijkt 12% van het totale arbeidsvolume ingenomen te worden door het snoeien. In de fruitteelt wordt ongeveer 17 weken per jaar gesnoeid, in de boomteelt ongeveer 8 weken. Gemiddeld over beide teelten vergt de snoei ongeveer 22 uren per week. In de fruitteelt – het betreft hoofdzakelijk appels en peren – is de snoei verspreid over de winter (november – maart) en de zomerperiode (juli – augustus). In de boomteelt wordt gesnoeid bij de teelt van laanbomen, onderstammen en heesters; de snoei vindt meer verspreid over het jaar plaats, maar ook in de winter- en zomerperiode (Vink and Kroeze 1999).

Wat betreft de gezondheid was een opvallend punt uit de genoemde enquête de aanzienlijk hogere 12-maands prevalentie van klachten van de armen en de handen t.o.v. het agrarisch gemiddelde: resp. 25% en 15%. De fruit- en boomteelt als geheel was hiermee koploper. Deze cijfers bevestigen de uitkomsten van een eerdere grote inventarisatie in de agrarische sector (Hildebrandt et al. 1989), waarin de fruit- en boomteelt met klachtenprevalenties van polsen en handen tussen 13% en 30% de hoogste scores noteerden. Tevens geeft de Nulmeting aan dat er sindsdien geen duidelijke verbetering van de situatie is opgetreden. Snoeien bleek, met een gemiddelde subjectieve belastingscore van 4,27 (op een 0-10 schaal volgens (Borg 1982), te neigen naar “zwaar belastend” voor armen en handen. Uit het onderzoek bleek tevens dat het snoeien met een pneumatische snoeischaar zwaarder werd beoordeeld dan snoeien met de hand (scores resp. 4,71 en 4,09). Daarentegen werd elektrisch snoeien als minder belastend beoordeeld, met een gemiddelde score van 2,92.

Snoeien draagt, gezien het aandeel in het totale arbeidsvolume en de ervaren arbeidsbelasting, waarschijnlijk fors bij aan het relatief veel vóórkomen van klachten aan de handen en armen. Sluiter en anderen (Sluiter et al. 2000) geven in hun rapport een overzicht van de risicofactoren voor het ontstaan van arbeidsgerelateerde aandoeningen van de elleboog, onderarm, pols en hand. De volgende risicofactoren zijn van toepassing op het snoeien:

- hoge herhaling van bewegingen van elleboog, pols en hand, d.w.z. meer dan 2 – 4 acties per minuut;
- hoge krachtsinspanning (> 40 N) met de handen gedurende meer dan 2 uren per dag;
- blootstellingcombinatie van herhaalde beweging en krachtgebruik;
- blootstelling aan vibrerend handgereedschap gedurende meer dan 1 uur per dag;
- koude werkomgeving gedurende meer dan 4 uren per dag.

Met name in de druiventeelt is enige kennis opgedaan omtrent gezondheidseffecten van snoeien. Matray en co-onderzoekers (Matray et al. 2001) vonden bij 20% van de werkers in de druiventeelt de aanwezigheid van het carpaal tunnel syndroom (CTS), welke binnen een maand na het snoeiseizoen weer verdween. Het optreden van CTS bleek significant samen te hangen met de

snelheid van snoeien (i.e. de snoeiprestatie). Roquelaure en anderen (Roquelaure et al. 2001) vonden onder snoeiers in de druiventeelt een prevalentie van 37% voor handklachten, welke startten in het snoeiseizoen en in 90% van de gevallen erna weer verdwenen. Met een knipfrequentie van 12-16 keer per minuut en een krachtsinspanning van 20-28% van de maximale knijpkracht³ moet dit werk op drie door Sluiter en collega's (2000) beschreven risicofactoren (kracht, herhaling en combinatie) als risicovol beschouwd worden.

In een epidemiologische studie waarin verschillende industriële beroepsgroepen betrokken waren lieten Silverstein en collega's (Silverstein et al. 1987) zien dat het risico op het ontstaan van een polsaandoening door hoge herhaling van bewegingen of hoog krachtgebruik (volgens bovenstaande criteria) respectievelijk 3 en 2 keer verhoogd is ten opzichte van lage herhaling of laag krachtgebruik. De combinatie van beide risicofactoren leverde zelfs een 15 keer hoger risico op.

Voor snoeien betekent dit dat een forse gezondheidswinst mag worden verwacht indien frequentie van knippen of krachtgebruik tijdens het snoeien wordt beperkt. Met betrekking tot de haalbaarheid in praktijk mag van maatregelen rond het krachtgebruik de grootste succeskans worden verwacht. Matray en anderen (2001) en Roquelaure en collega's (2001) adviseren gebruik te maken van elektrisch snoeigereedschap. Dezelfde onderzoekers raden af pneumatisch snoeien als alternatief te gebruiken vanwege de ermee gepaard gaande trillingen en schokken, hoewel de omvang van schokken niet door de onderzoekers werd vastgesteld. Echter, indien de schokbelasting door pneumatisch snoeien zou toenemen, is op grond van de criteria van Sluiter en collega's (2000) wellicht de gezondheidswinst beperkt.

Bovenstaand geeft al aan dat de kennis van de drie belangrijkste primaire risicofactoren (herhaling, kracht en schokken) tijdens het gebruik van verschillend snoeigereedschap te beperkt is om de sector een gericht gezondheidsadvies te kunnen verstrekken. Bovendien is het effect van ergonomische verbeteringen – handscharen, waarbij de snijvlakken zowel in verticale als horizontale richting gekanteld zijn om met een meer neutrale polshouding te kunnen snoeien – onduidelijk. In algemeen moet snoeien met een handschaar beschouwd worden als risicovol werk, gezien de duur op jaarbasis, frequentie van knippen, krachtgebruik en polshouding. Het betreft vooral risico's voor de hand/pols regio. In hoeverre ergonomische scharen erin slagen deze risicofactoren te beperken is vooralsnog onbekend. Vermindering van krachtgebruik door de toepassing van pneumatisch snoeigereedschap wordt doorgaans afgeraden vanwege de verwachting van dan optredende schokken, ook een risicofactor. Vanuit de literatuur verdient elektrisch gereedschap de voorkeur. Doel van het huidige onderzoek is verschillend snoeigereedschap te vergelijken op de bekende risicofactoren voor hand/arm klachten, dit met het oog op een sectorgericht gezondheidsadvies. Echter, met het oog op een te bereiken gezondheidseffect – d.w.z. dat het advies uiteindelijk door een zo groot mogelijke groep moet worden opgevolgd – worden in het onderzoek tevens parameters meegenomen die de acceptatie van een advies beïnvloeden: snoeiprestatie, snoeikwaliteit en subjectieve beoordeling van het gereedschap.

³ Vanuit enkele onderzoeken, o.a.: Wallström & Nordenskiöld, 2001; Mogk & Keir, 2003)) kan worden afgeleid dat de maximale knijpkracht van volwassen mannen gemiddeld 300-500N bedraagt.

2 Materialen en methoden

Onderzoek is uitgevoerd met proefpersonen in een laboratoriumsituatie en in de praktijk met nieuwe snoeischaren. Zowel de proefpersonen als leveranciers van de snoeischaren zijn van tevoren telefonisch en schriftelijk ingelicht over de doelstelling en inhoud van het onderzoek. Alle proefpersonen hebben vóór deelname schriftelijk verklaard op de hoogte te zijn van de doelen van het onderzoek en op vrijwillige basis hieraan te hebben meegewerkt.

2.1 Personen

In totaal acht proefpersonen (allen mannelijk) hebben meegedaan aan het onderzoek in de periode april-mei 2003. De belangrijkste persoonskenmerken zijn weergegeven in tabel 1. Vijf van de personen waren afkomstig uit de fruitteelt; de overige uit de boomteelt. Verder waren vijf van hen zelfstandig ondernemer, twee van hen afkomstig uit de fruitteelt. De ondernemers hadden allen minimaal een middelbare beroepsopleiding terwijl alle werknemers een lagere beroepsopleiding hadden genoten. Van de proefpersonen noteerde 50% klachten van de lage rug in de 12 maanden voorafgaand aan het onderzoek. Een zelfde percentage gold voor de benen of voeten. Klachtenpercentages voor armen/handen en nek/schouders waren resp. 25% en 38%. Uitsluitend voor nek/schouderklachten werd als oorzaak (mede) het werk opgegeven in twee van de drie gevallen. Geen van de proefpersonen gaf aan ten tijde van de experimenten in hun werkzaamheden gehinderd te zijn vanwege fysieke klachten of beperkingen. De belangrijkste periode van snoeien was november/december - april/mei. Drie proefpersonen gaven aan ook nog in de maanden augustus/september te snoeien.

Tabel 1 Persoonskenmerken en werkervaring van de onderzochte groep proefpersonen. Weergegeven zijn de mediane waarde, minimum en maximum van de betreffende variabele over de groep personen.

	Leeftijd (jaren)	Lengte (cm)	Gewicht (kg)	Snoei-ervaring (jaren)	Snoeiarbeid (weken / jaar)	Snoeiarbeid (uren / week)
Mediaan:	41.5	181	81.5	18	15	20
Minimum:	35	175	72	10	3	10
Maximum:	56	193	100	40	30	36

2.2 Scharen

Een korte (telefonische) inventarisatie is gehouden onder meerdere leveranciers in de Betuwe over de verkoop van verschillende merken en typen professionele snoeischaren. Bij de handscharen bleek de Felco 2 bij verre de meest verkochte schaar. Handscharen die tevens genoemd werden zijn Felco 8, Felco 9 en Bahco PX. Van de pneumatische scharen werden diverse merken verkocht: Campagnola, Felco, Maibo, Paterlini en Scattair. Verschillende leveranciers bleken een beperkt aantal merken in hun assortiment te hebben. Om deze reden is de totale verkoop in de praktijk lastig in te schatten. Campagnola, Felco en Paterlini leken de

belangrijkste merken, waarbij Campagnola en Paterlini afkomstig zijn van dezelfde fabrikant. Van de elektrisch aangedreven scharen was de meest gebruikte de Pellenc P 2000.

De volgende handscharen zijn geselecteerd voor het onderzoek:

- Felco 2, de meest populaire handschaar,
- Bahco PX, een ergonomische schaar verkrijgbaar in drie handmaten (S,M, L, waarvan de laatste twee gebruikt zijn) en met gekantelde messtand om een neutrale polshouding tijdens het knippen te bevorderen,
- Felco 8, de ergonomische variant van de Felco 2, eveneens met gekantelde messtand.

Hoewel door beide bovenstaande merken ook scharen geleverd worden met rolhandgreep (om de druk op de vingers tijdens het knippen te verdelen) zijn deze scharen niet meegenomen in het onderzoek: het werken hiermee lijkt niet wijdverbreid in de sector en vergt bij aanvang enige gewenning. In het onderzoek was om praktische redenen echter niet voorzien in een gewenningsperiode.

Naast bovengenoemde handscharen zijn de volgende aangedreven scharen meegenomen in het onderzoek:

- Campagnola Star 35, pneumatisch
- Felco 70, pneumatisch,
- Pellenc P 2000, elektrisch,
- Felco 82, elektrisch.

Alle geteste scharen waren bij aanvang van het project nieuw (n.b.: de Pellenc 2000 was een demonstratieschaar). In tabel 2 zijn de algemene karakteristieken van de geteste scharen samengevat.

De proefpersonen hadden beperkt praktijkervaring met de geteste scharen: drie personen hadden ervaring met de Felco 2, twee met de Felco 8 en de Bahco PX, en één met respectievelijk de Felco 70 en de Campagnola. Geen van de personen had ervaring met het werken met een elektrische snoeischaar.

Tabel 2 Algemene kenmerken van de geteste scharen.

Kenmerk	Felco 2	Felco 8	Bahco PX	Felco 70	Campagnola Star 35	Felco 82	Pellenc P 2000
Codeletter	A	B	C	D	F	G	H
Lengte (mm)	215	210	200 ⁴ 210 ⁵	260	250	280	280
Diameter handvat (mm)	-	-	-	42	49	40	43
Gewicht (g)	250	250	230 ² 250 ³	700	620	1000	920
Maximale snijopening (mm)	-	-	-	30	35	30	30
Werkdruk (bar)	-	-	-	7-15	10	-	-
Werkduur batterij (uren)	-	-	-	-	-	4	9
Gewicht batterij (g)	-	-	-	-	-	2600	3100
Aanschafprijs ⁶ (€)	40	40	60	410	161	1610	1525

2.3 Labmetingen

De fysieke inspanning van het knippen is bepaald door middel van electromyografie (EMG). Hiertoe werden voorafgaand aan het experiment twee paar Ag-AgCl elektroden (Disposable Neurology Electrodes 725-01-K, Medicotest, Ølstykke, DK) boven de spierbuiken van de onderarmspiers Flexor Carpi Radialis (FCR) en Flexor Digitorum Superficialis (FDS) geplaatst. De exacte positionering was op 1/3 van de lijn mediale epicondylus – distale kop van de radius. De inter-elektrode afstand was ongeveer 1 cm. De neutrale elektrode werd geplaatst boven de mediale epicondylus. De huid op de bovengenoemde plaatsen werd goed schoon en vetvrij gemaakt; na plaatsing van de elektroden werden elektroden en afleidkabels op het lichaam gefixeerd m.b.v. kleefpleister (Méfrix, Mölnlycke Clinical Products, Mölnlycke, S) om bewegingsartefacten in het signaal te voorkomen. Voor het bemonsteren van de EMG signalen werd telemetrische apparatuur gebruikt (Medenik AB, Örbyhus, S). Na versterking zijn de ruwe signalen met een frequentie van 2048 Hz via een A/D kaart op een computer opgeslagen (Pyslab, Contact Precision Instruments, London, UK).

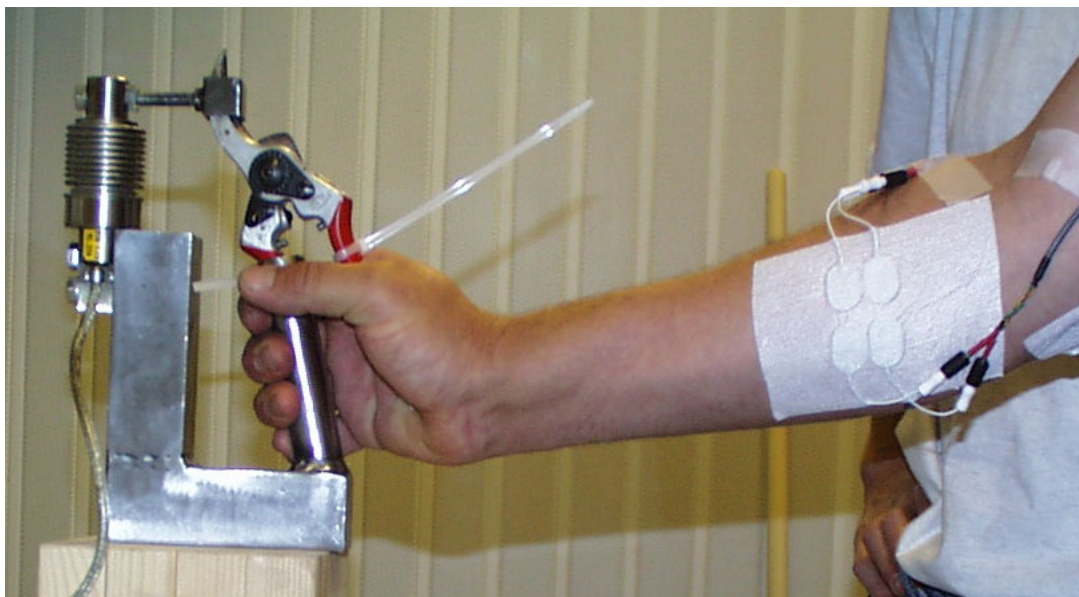
Voor het vastleggen van versnellingen tijdens het knippen is de procedure gehanteerd zoals beschreven in de ISO-5349-1 en -2 (2001) richtlijn. Er is gebruikt gemaakt van het instrumentarium van Bruel & Kjaer (Naerum, DK), bestaande uit drie versnellingsopnemers type 4374 / 4374L en een houder type UA 0891 voor de fixatie van de trillingsopnemers in de drie as-richtingen van het coördinatensysteem voor de hand. De houder en opnemers werden steeds zó

⁴ Model PX-M

⁵ Model PX-L

⁶ Voor pneumatische scharen excl. compressor en hoge-drukslang

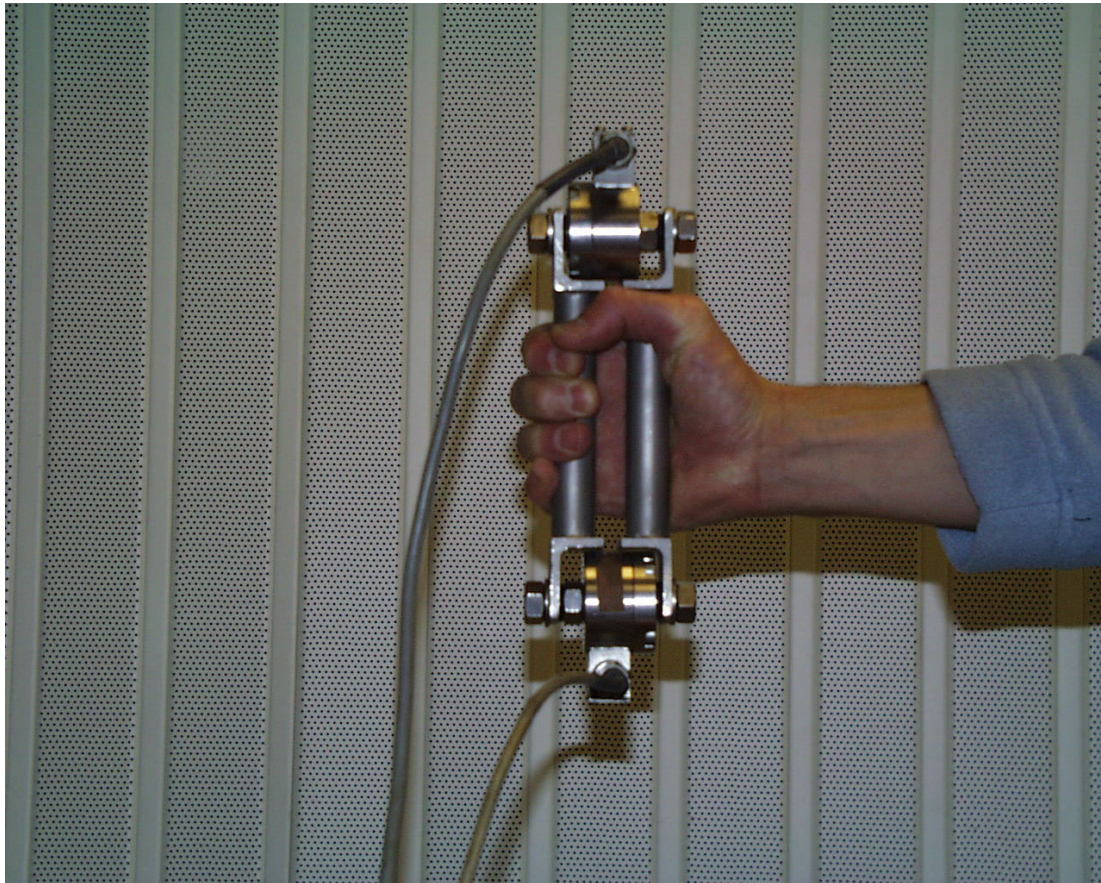
gepositioneerd dat de opnemer-richting overeen kwam met de voorgeschreven coördinaten-indeling: de x-coördinaat als zijnde de as door de hand van handrug naar handpalm, de y-coördinaat als zijnde de as door de hand gaande van pinkzijde naar duimzijde en loodrecht op de z-coördinaat, de as in de lengte door het derde middenhandsbeen (ossa metacarpalis III) in de richting van de vingertop. In geval van de handscharen werd de houder in de beschreven positie met tape op de schaar vastgezet. Omdat de relatieve positie van de handvatten t.o.v. de vingers verandert tijdens de knipbeweging, was dit noodzakelijk om een goed contact tussen opnemerhouder en schaar op moment van knippen te verzekeren. Vanwege de vaste handpositie bij de aangedreven scharen was vasttappen in die situaties niet noodzakelijk en werd de opnemerhouder door de hand op de schaar gedrukt. De signalen van de versnellingsopnemers werden toegevoerd aan de Human Vibration Unit 2522, gekoppeld aan de Modular Precision Sound Level Meter 2231 (beide: Bruel & Kjaer). Een ingebouwd filter, lineair in het gebied 8-1000 Hz is toegepast. Tijdens enkele metingen is tevens het hardware hand-arm filter (volgens ISO 5349-1, 2001; zie ook verderop) gebruikt. Na versterking zijn alle versnellingssignalen parallel met de EMG signalen bemonsterd bij 2048 Hz.



Figuur 1 Opnemer voor de bepaling van het maximaal EMG tijdens de snoeihandeling. De opnemer bestaat uit een gemodificeerde snoeischaar waaraan een krachtopnemer is bevestigd. Boven de armspieren FCR en FDS zijn elektrodeparen bevestigd voor het meten van het EMG.

Bij iedere proefpersoon werd bij aanvang van de meetsessie het maximale EMG signaal bemeten, dat bij een snoeihandeling kon worden ontwikkeld. Hiertoe werd de persoon gevraagd in staande positie twee keer de maximale kracht op te bouwen in ca. drie seconden en deze vervolgens ca. twee seconden vast te houden. De pauze tussen beide pogingen was tenminste één minuut. Als instrumentarium werd een gefixeerde en gemodificeerde snoeischaar gebruikt, waaraan een krachtopnemer was bevestigd (zie figuur 1). De snoeischaar was geïmplementeerd op ongeveer ellebooghoogte. Een digitale uitlezing zorgde voor feedback aan de proefpersoon over de

geleverde kracht. Kracht en EMG werden simultaan bemonsterd bij 2048 Hz. Ditzelfde gebeurde nogmaals bij een volledig ontspannen gehouden arm. Omdat de maximale knijpkracht tijdens bovenstaande meetmethode afhankelijk is van de precieze handpositie, is de maximale knijpkracht separaat gemeten middels een handknijpkrachtmeter (zie figuur 2).



Figuur 2 Opnemer voor het bepalen van de maximale knijpkracht. De opnemer bestaat uit twee identieke parallelle staven (staafdiameter: 21.3 mm; hart-hart afstand: 36.3 mm) waartussen aan de uiteinden twee krachtopnemers zijn gemonteerd. Handknijpkracht wordt berekend uit de som van de signalen van beide krachtopnemers.

Ieder van de proefpersonen heeft elk van de zeven snoeischaren gehanteerd in een gestandaardiseerde snoeisituatie. Voor de Bahco-PX werd steeds de schaar passend bij de handmaat gebruikt⁷. De omgevingstemperatuur werd constant op 20°C gehouden. Werkdruk van de compressor bij de pneumatische scharen was 10 bar (conform de gebruikelijke werkdruk). De volgorde van de scharen per persoon werd random toegewezen. Vanaf een horizontaal gefixeerd rondhout werden lengtes van 1-3 cm weggeknipt. Dit gebeurde op twee hoogten: ellebooghoogte en ooghoogte. Tevens werden 2 verschillende soorten rondhout aangeboden: beuken 4 mm en grenen 11 mm doorsnede. Steeds werd eerst het dunne rondhout geknipt. De stoklengte was

⁷ Hiervoor zijn de criteria van Babco gebruikt, gebaseerd op handlengte en -breedte.

voldoende voor 10-15 knipbewegingen. EMG en trillingen werden simultaan bemonsterd bij 2048 Hz. Tevens is bij iedere schaar en na iedere stokdikte een subjectief oordeel van de mate van krachtgebruik gevraagd. Hiertoe is het krachtgebruik gescoord op een schaal 0 – 10, volgens Borg (1982): zie bijlage 3.

2.4 Praktijkmetingen

Dezelfde snoeischaren werden door dezelfde personen in een wederom random volgorde gebruikt in praktijk. Voor de Bahco-PX werd wederom steeds de schaar passend bij de handmaat gebruikt. Per persoon gold dat de omstandigheden voor de verschillende scharen vergelijkbaar waren: dezelfde boomsoort, snoeihoogte etc. Steeds werd een half uur met een schaar geknipt, waarna meteen gevraagd is naar lokaal ervaren ongemak in nek, actieve arm en hand en naar het krachtgebruik tijdens het hanteren van de schaar. Het scoreformulier is bijgevoegd in de bijlage 1. De toegepaste schaal 0 – 10 is die volgens Borg (1982). Lokaal ervaren ongemak per lichaamsdeel werd tevens voorafgaand aan de metingen bepaald.

Bij 3 personen is tevens de polshouding (mate van abductie in radiale en ulnaire richting) tijdens het snoeien waargenomen. Hiertoe werd een recht plastic staafje in de lengte op de huid boven de ossa metacarpalis III geplakt en werd gedurende meerdere minuten geobserveerd. De polshouding van meerdere knipbewegingen werd in 4 kwadranten (neutraal tot 15° abductie in beide richtingen; meer dan 15° abductie in beide richtingen) gescoord. Het scoreformulier is opgenomen als bijlage 2.

De snoeiprestatie werd gescoord door het aantal gesnoeide bomen te tellen en te delen door de tijdsduur tijdens welke de schaar gehanteerd werd. Na iedere schaar werd tevens de proefpersoon gevraagd de gehanteerde schaar te beoordelen op de volgende subjectieve punten: handligging, drukpunten, pijn in de hand / pols, kracht, schokken, bedienbaarheid, geluid, bewegingsvrijheid, en veiligheid. Steeds werd een 4-punts schaal gebruikt: 1 = “totaal ongeschikt”, 2 = “liever een ander”, 3 = “wel aardig”, 4 = “ideaal!”. Na afloop van het testen van alle scharen werd met een deskundig persoon van het betreffende bedrijf het snoeiwerk van de verschillende scharen beoordeeld. Tijdens het snoeien werd hiertoe gemarkeerd, bij welke boom werd overgegaan naar een andere schaar. Snoeikwaliteit werd beoordeeld m.b.v. een 4-puntsschaal, zowel voor het hout (1 = “zeer ruw”, 2 = “enigszins ruw”, 3 = “vrij glad”, 4 = “zeer glad”) als voor de bast (1 = “zeer rafelig”, 2 = “enigszins rafelig”, 3 = “vrij scherp”, 4 = “zeer scherp”).

2.5 Dataverwerking

Signalen van EMG, kracht en versnellingen zijn verwerkt met het programma Matlab (v.5.3, The MathWorks Inc, Natick, MA, USA). Maximaal EMG is berekend per spier als het gelijkgerichte, gemiddelde signaal van een segment van 1 s rond het maximum. Maximale kracht is berekend uit het instantane maximum van de beide krachtopnemers. Van iedere experimentele situatie (schaar in combinatie met stokdikte en kniphooft) zijn tenminste 5 knipcycli geanalyseerd. Hiertoe werd het startpunt van een knipcyclus gedefinieerd als het begin van de EMG activiteit in één van beide spieren en het eindpunt als het moment onmiddellijk na een sterke afname in spieractiviteit

in beide spieren nadat de knipbeweging voltooid is (dit laatste werd beoordeeld aan de hand van de geregistreeerde versnellingen). Het EMG is per spier en per cyclus berekend als gelijkgericht en gemiddeld signaal over het geselecteerde tijdsegment. EMG is uitgedrukt als percentage van het maximale EMG, waarbij beide signalen zijn gecorrigeerd voor het EMG tijdens rust.

Instantane lineair gefilterde versnellingsignalen zijn na bemonstering softwarematig gefilterd (Matlab) volgens de ISO-karakteristieken (ISO-5349-1 2001). Bij de signalen verkregen na toepassing van het hardware hand-arm filter is deze stap overgeslagen. Van elk van de drie trillingssignalen x, y en z is vervolgens de RMS waarde a_{hw} berekend over hetzelfde tijdinterval als boven beschreven voor de EMG signalen (hier als voorbeeld voor de x-richting):

$$a_{hw,x} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T a_{hw,x}^2(t) \cdot dt} \quad (1)$$

waarin T = de tijdsduur van het tijdinterval en $a_{hw,x}(t)$ de instantane versnellingswaarde in de x-richting van het frequentiegewogen trillingssignaal op tijdstip t .

Vervolgens is de A_{hw} de totale trillingswaarde, berekend, als zijnde de wortel van de som van de kwadraten van elk van de drie RMS trillingswaarden:

$$A_{hw} = \sqrt{a_{hw,x}^2 + a_{hw,y}^2 + a_{hw,z}^2} \quad (2)$$

Tevens is de piekversnelling A_{piek} berekend, als zijnde het maximum van de wortel uit de som van de kwadraten van elk van de drie instantane, hand-arm gefilterde versnellingsignalen

$$A_{piek} = \text{MAX}_0^T \left[\sqrt{a_{hw,x}^2(t) + a_{hw,y}^2(t) + a_{hw,z}^2(t)} \right] \quad (3)$$

Tot slot is de “daily vibration exposure” $A(8)$ berekend. $A(8)$ is een maat voor de totale dagelijkse trillingsblootstelling. $A(8)$ wordt berekend uit de totale trillingswaarde A_{hw} en de dagelijkse expositieduur:

$$A(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (4)$$

waarin T = de totale dagelijkse expositieduur (in s) aan trillingswaarde A_{hw} en T_0 = de duur van de referentieperiode van 8 uren (28.800 s).

Als de trillingsblootstelling niet iedere dag van het jaar voorkomt, zoals het geval bij snoeien, wordt aanbevolen toch bovenstaande maat te bepalen onder vermelding van het aantal dagen per

jaar voor welke deze blootstelling geldt (ISO-5349-2 2001). In geval van dag-tot-dag variërende blootstelling wordt aanbevolen een soort gemiddelde dagblootstelling $A_{\text{typisch}}(8)$ te berekenen:

$$A_{\text{typisch}}(8) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{d=1}^N A_d^2(8)} \quad (5)$$

waarin $A_d(8)$ = dagelijkse trillingsblootstelling op dag d en N = het aantal werkdagen waarover de schatting wordt verkregen.

2.6 Statistische toetsing

Voor alle variabelen zijn mediane waarde, interkwartielen en range berekend over de proefpersonen (Tukey 1977).

Verschillen in activiteit tussen de beide spieren zijn parameter vrij getoetst d.m.v. Wilcoxon's signed ranks test (voor verschillen in kniphoopte en stokdikte) en Friedman's test voor meerdere afhankelijke waarnemingen (schaar-effect). Verschillen tussen proefpersonen zijn getest d.m.v. Kruskal-Wallis test voor meerdere onafhankelijke waarnemingen. Gecombineerde gegevens van de twee spiergroepen alsmede de versnellingsparameters zijn getest d.m.v. Wilcoxon's signed ranks test (stokdikte-effect) en Friedman's test voor meerdere afhankelijke waarnemingen (schaar-effect). Gecombineerde gegevens van spiergroepen en kniphoopte voor de verschillende scharen alsmede de versnellingsparameters zijn getest d.m.v. Wilcoxon's signed ranks test.

Verschillen in subjectief beoordelingen, snoeiprestatie en snoeikwaliteit zijn getoetst middels Wilcoxon's signed ranks test. Beoordeling van verschillen in polshouding tijdens het snoeiwerk is vanwege het beperkte aantal personen ($n=3$) beperkt tot een kwalitatief oordeel en niet verder getoetst. Eventuele verschillen tussen lichaamsregio's die optreden in het lokaal ervaren ongemak zijn tevens op een kwalitatieve manier beschreven.

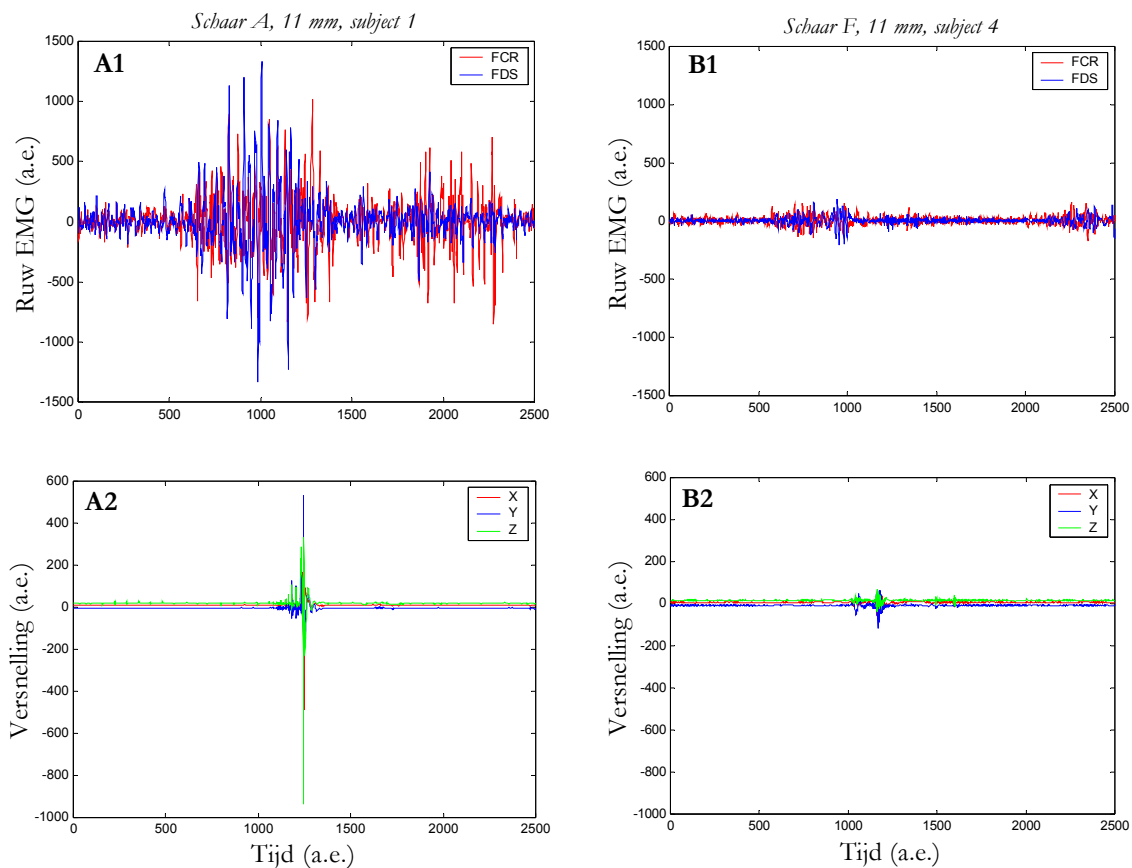
Voor significante verschillen is een p-waarde van 5% gehanteerd; in de beschrijvingen zijn tevens voor p-waarden tussen 5% en 10% de termen "tenderen" en "neigen" gebruikt.

3 Resultaten

3.1 Labmetingen

De maximale knijpkracht van de geteste groep proefpersonen bedroeg 497 N (mediane waarde; range: 348 - 605 N).

In figuur 3 zijn typische voorbeelden gegeven van EMG- en versnellingssignalen voor een handschaar en een pneumatische schaar bij het knippen van 11 mm grenen rondhout. De voorbeelden illustreren de aanzienlijk hogere spierkracht alsmede de langere tijdsduur die benodigd zijn voor het knippen met de hand. Daarnaast vallen de hogere pieken in de schokbelasting op. Niet getoond is een voorbeeld van elektrisch knippen. Het patroon voor elektrisch knippen wijkt weliswaar af van beide getoonde, echter qua niveau is het vergelijkbaar met dat van pneumatisch knippen.



Figuur 3 Typische voorbeelden, betrokken van twee verschillende proefpersonen ("subject"), van de spieractiviteit van de FCR en FDS (bovenste figuren; activiteit weergegeven in arbitraire eenheden, a.e.) en de versnellingen in de 3 as-richtingen X, Y en Z (onderste figuren; versnelling weergegeven in arbitraire eenheden) bij het knippen van 11 mm grenen rondhout met een handschaar (linker figuren) en met een pneumatische schaar (rechter figuren). Horizontaal is de tijdas, gemeten in bemonsteringspunten, d.w.z. 2048 punten komen overeen met één seconde.

3.1.1 Activiteit van FCR en FDS

Beide spieren bleken ongeveer gelijkelijk actief indien over alle waarnemingen heen (scharen, hoogte en stokdikte) werd gekeken: het mediane verschil in activiteit tussen beide spieren, uitgedrukt als percentage van de maximaal vrijwillige contractie (MVC), was 0.2% (interkwartielen: -14.2% en 18.2%; een negatieve waarde betekent een relatief grotere activiteit van de FDS t.o.v. de FCR). Voor zowel de hoogte van knippen als stokdikte werd geen significant verschil in activiteit tussen beide spieren gevonden, gemeten over alle scharen en proefpersonen. Wél is een significant ($p=0.007$) schaar-effect geconstateerd: de pneumatische scharen D en F lieten relatief meer activiteit zien in de FCR t.o.v. de FDS, terwijl voor elektrische schaar G het omgekeerde gold. Hoewel significant, was de grootte van het verschil in termen van mediane spieractiviteit gering: 0.6%, -0.3% en -4.2% MVC voor respectievelijk de scharen D, F en G. Veel sterker bleek het persoonseffect: het verschil in activiteit tussen beide spieren hing sterk en zeer significant ($p<0.001$) samen met de persoon, mediane waarden variërend van +35% tot -120% bij de twee uiterste proefpersonen. Dit betekent dat de ene proefpersoon consequent bij alle knipacties relatief meer gebruik maakt van de FCR, terwijl een ander juist de FDS meer aanspant.

Vanwege het laatstgenoemde (te verwachten) effect is het experiment uitgevoerd met een relatief groot aantal proefpersonen ($n=8$). Het effect van scharen kan samenhangen met de handgreep en de wijze van vasthouden van de schaar. Echter, dit effect is, mediaan gezien, gering. Om deze reden is in de verdere resultaten niet meer naar de beide spieren apart gekeken, maar is steeds gerekend met het gemiddelde van de spieractiviteit over beide meetplaatsen. Wel is vanwege bovenbeschreven significante effecten bekeken in welke mate een bepaalde proefpersoon of een zekere schaar de uitkomsten kan hebben bepaald.

3.1.2 Kniphogte

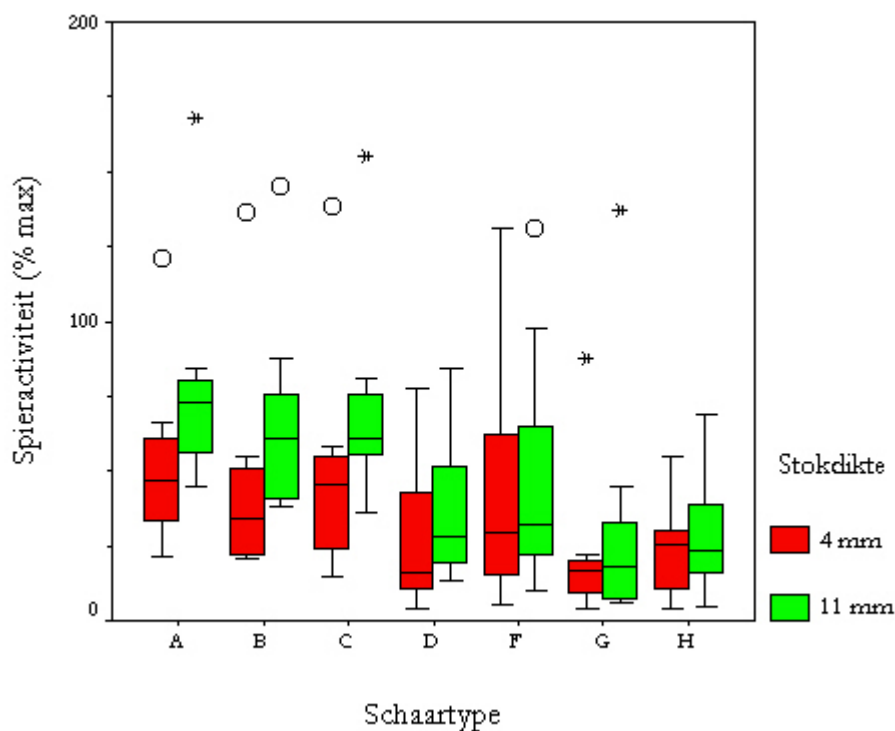
Analyse van eventuele effecten van kniphogte is verricht op basis van de middeling van activiteit van beide voornoemde spiergroepen. Over alle metingen heen is gebleken dat het knippen op ellebooghogte gepaard gaat met een iets (mediaan=3.9%; $p<0.0001$) grotere spieractiviteit vergeleken met knippen op ooghoogte. Dit bleek bij alle proefpersonen het geval, waarbij bij drie proefpersonen het mediane verschil aanzienlijk groter bleek (19.0%, 7.6%, 6.5%) dan bij de overige. Het verschil in spieractiviteit tussen hoog en laag knippen bleek niet significant beïnvloed door de stokdikte ($p=0.19$) of schaarstype ($p=0.77$). Vanwege het relatief beperkte effect van kniphogte is in de verdere analyse hiermee geen rekening meer gehouden en is steeds gerekend met de gemiddelde activiteit over beide hoogten.

Voor beide versnellingsparameters A_{hv} en A_{piek} werden geen verschillen gevonden indien paarsgewijs de hoog en laag knippen werd vergeleken. Om deze reden zijn in de verdere analyse ook de trillingswaarden gemiddeld over beide kniphogten.

3.1.3 Schaartype en stokdikte

3.1.3.1 Spieractiviteit

Figuur 4 illustreert de genormeerde spieractiviteit, gemiddeld over beide spieren en kniphooften, over de acht proefpersonen. Per schaartype is de spieractiviteit onderverdeeld naar stokdikte. Mediane genormeerde spieractiviteiten zijn weergegeven in tabel 3.



Figuur 4 Boxplots van de spieractiviteit (verticale as), gemiddeld over FCR en FDS en over de kniphooften, en genormeerd naar maximaal EMG van ieder betrokken persoon. Iedere box is gebaseerd op de meetwaarden van 8 personen. Iedere box geeft mediaan, interkwartielen en range weer. Separaat zijn “outliers” (o) en “stray values” (*) weergegeven⁸. Op de horizontale as zijn de geteste schaartypen (A-H) uitgezet. Per schaartype is de spieractiviteit zowel bij de dunne als dikke stok weergegeven.

Van de handscharen lijkt schaar A een grotere spieractiviteit te vragen, uitsluitend bij het knippen van de dikke stok. Het verschil tussen schaar A en B bleek significant ($p=0.036$); tussen A en C bleek het verschil net niet significant ($p=0.093$). Geen verschillen werden gezien tussen de handscharen B en C. Bij de pneumatische scharen bleek schaar D bij het knippen van de dunne stok significant ($p=0.012$) minder spieractiviteit te vragen dan schaar F. Bij de dikke stok bleken geen significante verschillen. Tussen beide elektrische scharen werden geen significante verschillen gevonden.

⁸ Outliers zijn waarden die buiten 1.5 keer maar binnen 3 keer de interkwartielafstand boven of onder de box vallen; stray values zijn waarden die buiten 3 keer de interkwartielafstand boven of onder de box vallen

Bij het vergelijken over de scharen heen valt op dat pneumatisch knippen met schaar D in alle gevallen significant minder spieractiviteit vraagt dan knippen met de handscharen. Voor schaar F blijkt in alle gevallen het niveau van significantie niet gehaald te worden. Echter, geconstateerd moet worden dat voor zowel de scharen D als F bij 7 van de 8 proefpersonen pneumatisch knippen minder spieractiviteit vraagt dan knippen met de hand. Het aanzienlijke verschil op groepsniveau tussen de scharen D en F wordt met name bepaald door één proefpersoon (welke meetwaarde tevens de grote spreiding verklaart).

Elektrisch knippen blijkt in alle gevallen lichter dan knippen met de hand: $p=0.012$. Elektrisch knippen tendert ook naar minder spieractiviteit ten opzichte van pneumatisch knippen. Op groepsniveau geldt dit onderscheid met name voor schaar H. Voor de elektrische schaar G blijft dit bij een tendens, waarbij het onderscheid met pneumatische schaar D gering is. Evenals in de vorige paragraaf moet wederom geconstateerd worden dat de conclusie op groepsniveau wordt gedomineerd door één proefpersoon. Schaar G blijkt voor 6 van de 8 proefpersonen minder spieractiviteit te vragen dan elektrische schaar H, bij knippen van de dikke stok; voor 7 van de acht personen blijkt schaar G lichter dan de pneumatische scharen D of F.

Tabel 3 Mediane genormeerde spieractiviteit per schaar over de groep van 8 proefpersonen bij het knippen van een stok van 4 mm en van 11 mm. Normering is gebeurd naar spieractiviteit tijdens maximale vrijwillige contractie. Per proefpersoon is de spieractiviteit het resultaat van een middeling over 4 waarden, namelijk die van de spieren FCR en FDS, gemeten tijdens de twee kniphoogten.

Schaartype	Schaar	Stokdikte 4 mm	Stokdikte 11 mm
		(% maximaal)	(% maximaal)
Hand	A	46.1	73.9
	B	32.6	61.5
	C	43.4	61.7
Pneumatisch	D	19.2	28.8
	F	28.2	32.0
Elektrisch	G	17.0	19.2
	H	25.3	24.8

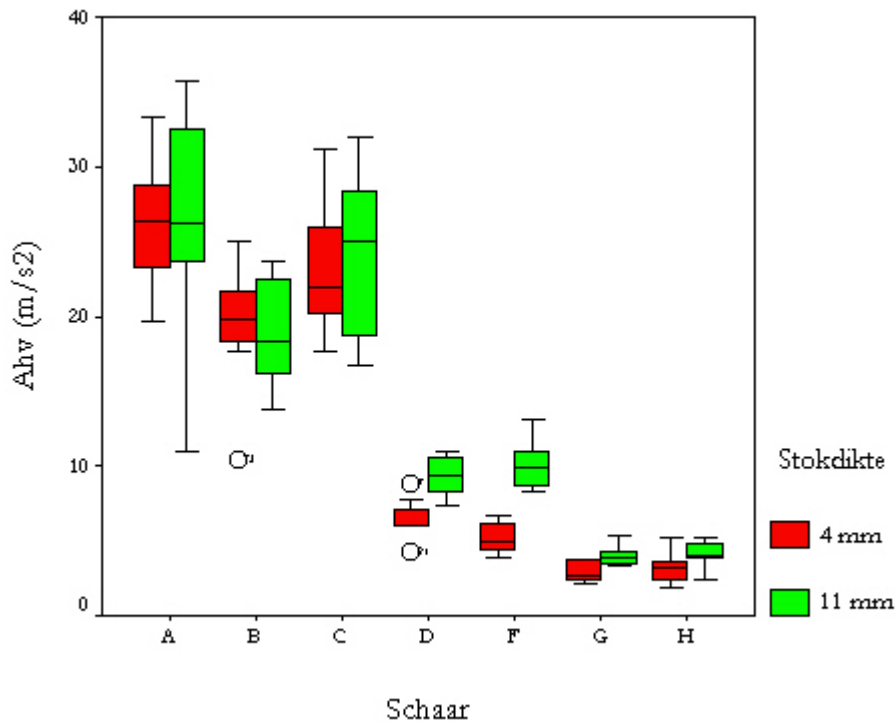
3.1.3.2 Trillingen

Figuur 5 toont de totale trillingswaarde A_{hv} , gemiddeld over de beide kniphoogten, voor elk van de geteste scharen. Elke box omvat de meetwaarden van de acht proefpersonen. Per schaar is onderscheid gemaakt naar het knippen van de dunne en de dikke stok. Mediane waarden voor zowel A_{hv} als piekversnelling A_{piek} zijn weergegeven in tabel 4.

In het algemeen blijkt het knippen van de dikke stok gepaard te gaan met een grotere A_{hv} ($p=0.001$) en A_{piek} ($p<0.001$) ten opzichte van de dunne stok. Geen significante verschillen werden gevonden tussen de proefpersonen.

Voor zowel A_{hv} als A_{piek} bleken de handscharen significant ($p=0.012$) hogere trillingswaarden op te leveren dan de pneumatische scharen; deze laatsten bleken op hun beurt weer meer te schokken dan de elektrische scharen ($p=0.012$). Geen verschil werd gevonden tussen beide pneumatische, noch tussen beide elektrische scharen. De totale trillingswaarde A_{hv} van

handschaar B bleek significant minder te zijn dan die van schaar A ($p=0.025$ voor de dikke stok) en schaar C ($p=0.025$ voor de dikke stok). Geen verschillen werden gevonden tussen de scharen A en C. Wat betreft de piekversnelling A_{piek} waren er geen verschillen tussen de drie handscharen.



Figuur 5 Boxplots van de totale trillingswaarde A_{hv} (verticale as; in m/s^2), gemiddeld over de beide kniphooften. Iedere box is gebaseerd op de meetwaarden van 8 personen. De box geeft mediaan, interkwartielen en range weer. Separaat zijn “outliers” (o) weergegeven. Op de horizontale as zijn de geteste scharen (A-H) uitgezet. Per schaar is de trillingswaarde bij zowel de dunne als dikke stok weergegeven.

Tabel 4 Mediane totale trillingswaarde A_{hv} en piekversnelling A_{piek} (beide in m/s^2) per schaar over de groep van 8 proefpersonen bij het knippen van een stok van 4 mm en van 11 mm. Per proefpersoon is de trillingswaarde het resultaat van een middeling over vijf knipcycli en twee kniphooften.

Schaartype	Schaar	Stokdikte 4 mm		Stokdikte 11 mm	
		A_{hv} (m/s^2)	A_{piek} (m/s^2)	A_{hv} (m/s^2)	A_{piek} (m/s^2)
Hand	A	26.3	162.1	26.2	241.3
	B	19.8	140.7	18.3	208.9
	C	21.9	150.3	25.0	247.5
Pneumatisch	D	6.0	38.3	9.4	54.2
	F	4.9	32.6	9.8	50.2
Elektrisch	G	2.7	12.4	3.9	18.3
	H	3.2	16.1	4.1	19.6

De gezondheidkundige implicaties van trillingen en schokken kunnen volgens ISO 5349-1 en -2 (2001) worden benaderd middels $A(8)$. Tabel 5 toont voor zowel de dunne als dikke stok de mediane $A(8)$ en $A_{\text{typisch}}(8)$ voor elk van de gemeten scharen. De volgende aannames zijn gemaakt bij de berekening:

- Snoeien vindt plaats met een gemiddelde cyclusduur van 3 s, d.w.z. op een snoeidag wordt gemiddeld 20 keer per minuut een snoeibeweging gemaakt, dus een totaal van 9600 snoeibewegingen gemiddeld per dag;
- Bij de cyclusduur van 3 s is geen onderscheid gemaakt naar verschillende schaarotypen;
- Snoei vindt plaats gedurende 16 weken en per week wordt 22 uur gesnoeid; in het overige gedeelte van het jaar vindt geen blootstelling aan hand-/armtrillingen plaats;
- In de 16 weken snoei wordt steeds dezelfde schaar gehanteerd.

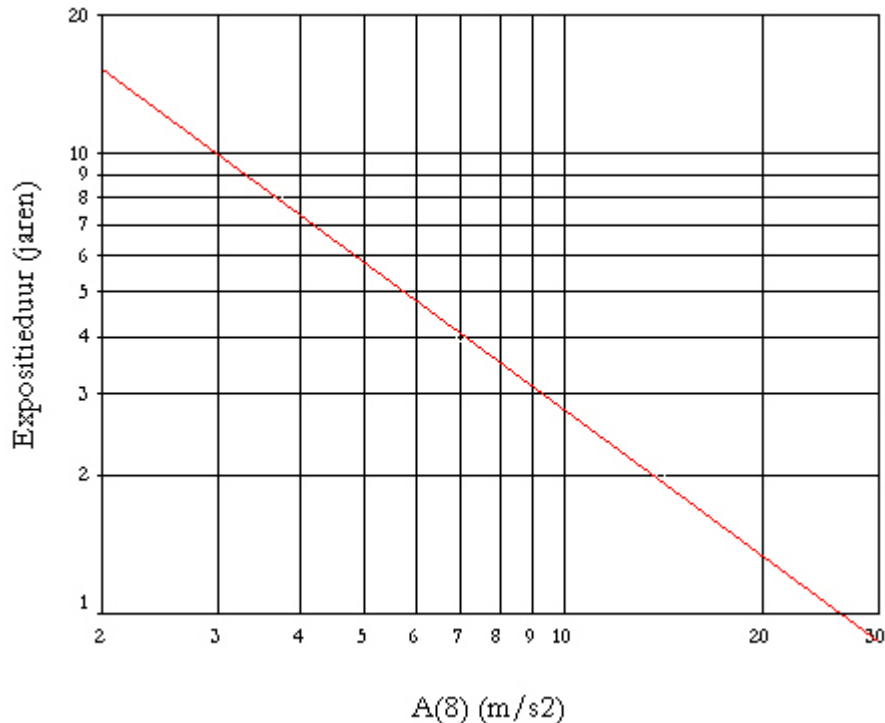
Tabel 5 Mediane totale dagelijkse trillingsblootstelling $A(8)$ en gemiddelde dagblootstelling $A_{\text{typisch}}(8)$ (beide in m/s^2) per schaar over de groep van 8 proefpersonen bij het knippen van een stok van 4 mm en van 11 mm. Per proefpersoon is de trillingswaarde het resultaat van een middeling over de twee kniphooften.

Schaartype	Schaar	Stokdikte 4 mm		Stokdikte 11 mm	
		$A(8)$ (m/s^2)	$A_{\text{typisch}}(8)$ (m/s^2)	$A(8)$ (m/s^2)	$A_{\text{typisch}}(8)$ (m/s^2)
Hand	A	10.2	4.2	13.7	5.6
	B	8.2	3.4	10.1	4.2
	C	9.5	3.9	12.6	5.2
Pneumatisch	D	2.7	1.1	4.3	1.8
	F	2.1	0.9	4.3	1.8
Elektrisch	G	1.4	0.6	2.0	0.8
	H	1.4	0.6	2.0	0.8

Omdat met bovengenoemde aannames de conversie van A_{hv} naar $A(8)$ en $A_{\text{typisch}}(8)$ voor ieder schaarstype dezelfde is, zijn de verschillen ook niet anders dan beschreven onder A_{hv} (zie boven).

ISO 5349-1 (2001) geeft op basis van gerapporteerde dosis-respons relaties tussen langjarige, bijna-dagelijkse blootstelling aan hand-arm trillingen en gezondheidseffecten (ziekte van Raynaud ofwel Witte Vinger Syndroom) een hulpmiddel ter evaluatie van de dagelijkse trillingsblootstelling $A(8)$. In het geval van snoeien moet worden aangetekend, gezien het seizoenmatig karakter ervan, dat er geen sprake is van bijna-dagelijkse blootstelling. Om deze reden is waarschijnlijk de $A_{\text{typisch}}(8)$ een betere schatter van de gemiddelde dagblootstelling. ISO 5349-1 (2001) stelt dat dagelijkse blootstellingwaarden beneden 2 m/s^2 zelden leiden tot gezondheidsschade. Met dit gegeven kan worden geconcludeerd dat elektrische scharen zonder problemen gehanteerd kunnen worden, zelfs al zouden deze het gehele jaar door gebruikt worden. Pneumatische scharen overschrijden bij de gekozen stokdikten deze ondergrens ook niet. Onderstaande figuur 6, gereproduceerd vanuit ISO 5349-1 (2001), laat zien dat gezondheidseffecten bij 10% van de mensen op grond hiervan niet binnen 10 jaar gebruik te verwachten zijn. Bij handscharen daarentegen zijn de waarden van $A_{\text{typisch}}(8)$ zódanig, dat binnen 5 tot 7 jaar seizoenmatig gebruik

het ontstaan van gezondheidsschade aannemelijk is bij 10% van de betrokkenen. Zelfs bij het seizoenmatig snoeien van uitsluitend dun hout is gezondheidsschade bij 10% van de mensen in een periode van 7-8 jaar te verwachten.



Figuur 6 Reproductie van de in ISO 5349-1 (2001) geschetste relatie tussen totale dagelijkse trillingsblootstelling $A(8)$ (in m/s^2) en de totale expositieduur aan deze trillingshoeveelheid (in jaren) waarbij bij 10% van de blootgestelde personen gezondheidsschade (in de vorm van het zgn. Witte Vinger Syndroom) is voorspeld.

3.1.3.3 Subjectief belastingoordeel

In tabel 6 is het mediane oordeel van de subjectieve krachtgebruik bij knippen van de dunne en de dikke stok weergegeven per schaar. Bij beide stokdikten scoorden de handscharen significant zwaarder dan zowel pneumatisch als elektrisch knippen. Het knippen met de hand van een 11 mm grenen stok wordt beoordeeld als vragend “veel” tot “zeer veel” kracht; pneumatisch en elektrisch knippen als “uitermate weinig” tot “zeer weinig” kracht. Tussen pneumatisch en elektrisch knippen werden geen significante verschillen aangetoond, hoewel de elektrische scharen naar lichter tenderden. Binnen de groepen (hand, pneumatisch, elektrisch) bleken geen verschillen in oordeel.

Tabel 6 Mediane oordeel van het subjectieve krachtgebruik per schaar over de groep van 8 proefpersonen bij het knippen van een stok van 4 mm en van 11 mm.

Schaartype	Schaar	Stokdikte 4 mm	Stokdikte 11 mm
		(score 0-10) ⁹	(score 0-10)
Hand	A	2.0	7.0
	B	1.0	4.5
	C	1.0	5.5
Pneumatisch	D	0.3	0.5
	F	0.5	0.8
Elektrisch	G	0.5	0.5
	H	0.5	0.5

3.2 Praktijkmetingen

3.2.1 *Snoeiprestatie en snoeikwaliteit*

Tabel 7 geeft de gemiddelde waarden weer van de snoeiprestatie (in bomen per minuut) en van de snoeikwaliteit (arbitraire eenheden), beoordeeld zowel aan bast als aan hout. Met betrekking tot de snoeiprestatie zijn geen significante verschillen gevonden tussen de scharen. De snoeiprestatie wisselde sterk tussen de personen, maar dit hing samen met de boomsoort en het boomtype.

Snoeikwaliteit is beoordeeld aan zowel bast als hout. Tussen de handscharen onderling zijn geen significante verschillen geconstateerd. De handschaar met de hoogste waarderingen (schaar C) bleek significant beter (p -waarden variërend tussen 0.034 en 0.043) te scoren dan beide pneumatische scharen op zowel bast als hout. Tussen de pneumatische scharen werd geen verschil gevonden, hoewel schaar F neigt naar lagere kwaliteit. De verschillen tussen handmatig en pneumatisch snoeien waren echter klein; dit wordt weerspiegeld in de waarneming dat de beide andere handscharen niet significant beter scoorden dan de pneumatische scharen. De verschillen tussen de handscharen en de elektrische scharen waren nog kleiner: alleen m.b.t. de bast scoorde schaar C significant ($p=0.034$) beter dan beide elektrische scharen. De laatste vertoonden onderling geen verschillen. Ook tussen pneumatisch en elektrisch knippen werd geen verschil in snoeikwaliteit gevonden.

3.2.2 *Lokaal ervaren ongemak, krachtgebruik en polshouding*

Gevraagd is naar het krachtgebruik tijdens het snoeien, beoordeeld m.b.v. een 10-punts beoordelingsschaal. Conform de verwachting scoorden de handscharen hierbij significant hoger (gemiddelde score schaar A: 3.5; schaar B: 2.8; schaar C: 2.5; d.w.z. een zwaarte variërend van “enige kracht” tot “nogal wat kracht”) dan de aangedreven scharen. De onderlinge verschillen tussen de handscharen bleken niet significant. Ook tussen de aangedreven scharen waren de

⁹ Zie Borg (1982) en bijlage 3 voor betekenis van de score.

Tabel 7 Gemiddelde snoeiprestatie (in bomen/uur) en mediane snoeikwaliteit, beoordeeld aan hout en bast, per schaar over de groep van 8 proefpersonen bij snoeien in de praktijk.

Schaartype	Schaar	Snoeiprestatie (bomen/uur)	Snoeikwaliteit ¹⁰	
			Hout (score 1-4)	Bast (score 1-4)
Hand	A	146	3.0	2.5
	B	140	3.0	2.5
	C	152	3.3	3.0
Pneumatisch	D	136	3.0	2.0
	F	160	2.0	2.0
Elektrisch	G	140	3.0	2.0
	H	127	2.5	2.0

verschillen niet significant. Gemiddelde scores van de scharen D, F, G en H waren resp. 0.9, 0.3, 0.8 en 0.8 (“uitermate weinig kracht” tot “zeer weinig kracht”).

De beoordeling van lokaal ervaren ongemak leverde een zeer heterogeen beeld. Niet alleen bleek de mate van ongemak voor iedere schaar sterk te variëren tussen de personen, bovendien bleek het lichaamsdeel waarin het ongemak vooral werd ervaren sterk verschillend. Geen van de scharen bleek in positieve of negatieve zin onderscheidend wat betreft lokaal ervaren ongemak. Tabel 8 geeft de resultaten van de polshouding-observaties voor drie proefpersonen. De tabel illustreert dat weliswaar het grootste deel van de waarnemingen in het neutrale gebied valt (-15° tot $+15^\circ$), maar gebleken is dat de onderlinge variatie (per persoon) erg groot is. Uit de gemiddelde waarnemingen over de proefpersonen komen geen in het oog springende verschillen tussen de scharen naar voren. I.v.m. het geringe aantal proefpersonen waaraan de waarnemingen zijn gedaan is geen toetsing van de resultaten uitgevoerd.

Tabel 8 Gemiddeld procentueel aandeel van geobserveerde polshoudingen tijdens de knipbeweging zelf over vier waarnemingssegmenten ($<-15^\circ$, $-15^\circ - 0^\circ$, $0^\circ - 15^\circ$, $>15^\circ$) per schaar. De getallen zijn het resultaat van waarnemingen bij 3 proefpersonen tijdens snoeien in de praktijk.

Schaartype	Schaar	Polshouding			
		$<-15^\circ$ (%)	$-15^\circ - 0^\circ$ (%)	$0^\circ - 15^\circ$ (%)	$>15^\circ$ (%)
Hand	A	3	13	64	21
	B	4	27	33	35
	C	0	36	42	22
Pneumatisch	D	5	28	64	4
	F	6	26	55	14
Elektrisch	G	0	9	61	30
	H	3	15	68	14

¹⁰ Voor een toelichting op de score: zie Methode-sectie.

3.2.3 *Subjectieve beoordeling van de scharen in praktijk*

De negen beoordeelde items en de gemiddelde resultaten over de 8 proefpersonen zijn weergegeven in tabel 9. Een item-gewijze bespreking hiervan:

- Ergonomische scharen scoren qua handligging gemiddeld hoger dan alle andere. Significant bleek alleen het verschil tussen schaar C enerzijds en A en H anderzijds (p-waarden resp. 0.025 en 0.034).
- Wat drukpunten betreft tendert handschaar C naar een betere score t.o.v. beide andere handscharen; tevens neigt pneumatische schaar F naar een gunstiger beoordeling in vergelijking met schaar D. Over alle scharen bezien scoort pneumatische schaar F het meest gunstig, waarbij alleen het verschil met handschaar A significant bleek ($p=0.024$).
- Schaar D lijkt het meest gunstig wat betreft de beoordeling op het ontstaan van pijn in handen en / of polsen. Significante verschillen zijn gevonden t.o.v. scharen A ($p=0.041$) en B ($p=0.025$) en een sterke tendens voor schaar C ($p=0.063$). De verschillen tussen de pneumatische scharen onderling en met de elektrische scharen bleken niet significant.
- Bij de beoordeling op kracht scoorden de handscharen significant ongunstiger t.o.v. de aangedreven scharen. Binnen de handscharen scoorde schaar A weer ongunstiger t.o.v. schaar C ($p=0.020$) en neigde naar ongunstiger t.o.v. schaar B ($p=0.066$). Binnen de aangedreven scharen waren de verschillen beperkt; wél bleek schaar D ongunstiger te scoren dan schaar F ($p=0.039$).
- Bij de beoordeling van schokken kregen beide elektrische scharen G en H samen met handschaar C de voorkeur. Deze scharen bleken significant (p-waarden tussen 0.010 en 0.046) hoger te scoren dan beide pneumatische scharen en de beide andere handscharen. Van de pneumatische scharen scoorde schaar D hoger dan F ($p=0.026$). De handscharen A en B bleken niet significant verschillend te worden beoordeeld.
- Qua bedienbaarheid blijken de verschillen minimaal. Een significant verschil werd gevonden tussen de scharen C en D ($p=0.046$), maar de waarde van deze uitkomst is beperkt gezien de gelijkwaardige beoordeling van de handscharen en die van de pneumatische en elektrische scharen.
- Qua geluid sprong schaar F er in negatieve zin uit: als enige schaar produceerde deze een forse hoeveelheid lawaai tijdens het knippen. De handscharen werden qua rust bij verre geprefereerd. De overige scharen vielen tussen deze uitersten in. De verschillen tussen de handscharen en de scharen D, F en H bleken significant (p-waarden tussen 0.010 en 0.020); voor schaar G bleek sprake van een tendens ($p=0.059$).
- Op het terrein van bewegingsvrijheid scoorden de handscharen zoals verwacht het hoogst en significant hoger ($p=0.010$) dan de aangedreven scharen. Binnen de laatste groep werden geen verschillen gevonden.
- Ook op het gebied van veiligheid werden de handscharen het beste beoordeeld, significant ($p=0.020$) beter dan de aangedreven scharen (met een tendens voor schaar F: $p=0.068$). Tussen de aangedreven scharen onderling werden geen verschillen gevonden.

Tabel 9 Gemiddelde subjectieve score (1-4: zie Methode-sectie) per schaar op negen te beoordelen items. De getallen zijn het resultaat van 8 proefpersonen, welke scoorden onmiddellijk na het snoeien met de betreffende schaar in de praktijk.

Type	Schaar	Item ¹¹								
		Hand- ligging	Druk- punten	Pijn hand	Kracht	Schok- ken	Bedien- baar- heid	Geluid	Bewe- gings- vrij- heid	Veilig- heid
Hand	A	2.8	2.8	2.8	2.3	2.9	3.4	4.0	4.0	3.8
	B	3.3	2.8	3.1	2.8	3.4	3.4	4.0	4.0	3.6
	C	3.4	3.1	3.3	2.9	3.8	3.4	4.0	4.0	3.8
Pneu	D	3.1	3.3	3.7	3.4	3.3	2.9	3.1	3.2	2.6
	F	2.9	3.6	3.5	3.9	2.4	2.6	2.1	2.8	2.9
Elek	G	2.8	3.1	3.1	3.6	3.9	2.8	3.4	3.0	2.9
	H	2.9	3.3	3.6	3.9	3.9	3.0	3.1	2.8	3.1

3.3 Samenvatting van de resultaten

Knippen met de hand in een grenen stok van 11 mm blijkt een inspannende bezigheid die globaal 60 - 70% van de maximale kracht vraagt. Tevens blijkt hierbij een aanzienlijke schokbelasting op te treden. Pneumatisch of elektrisch knippen vergt aanzienlijk minder kracht (20 - 30% van maximaal), waarbij elektrisch knippen bij de meeste personen de minste inspanning vergt. Dit laatste werd bevestigd als tendens in het subjectieve oordeel. Ergonomische handscharen lijken minder inspanning te vragen dan een niet-ergonomisch design. Onderling zijn de verschillen in ergonomische handscharen gering, hoewel schaar B de minste schokbelasting veroorzaakt. Ook binnen de groepen van pneumatische en elektrische scharen zijn de onderlinge verschillen beperkt. Vanuit het oogpunt van arbeidsomstandigheden zijn de elektrische scharen te prefereren omdat de optredende geringe trillingen geen bekend gezondheidsrisico met zich mee brengen.

Uit de praktijkmetingen blijkt de gemiddelde snoeiprestatie niet verschillend tussen de scharen. Ook verschillen in snoeikwaliteit waren miniem: handschaar C tendeert naar hogere kwaliteit terwijl pneumatische schaar F tendeert naar iets minder kwaliteit. Snoeien in de praktijk blijkt qua zwaarte beduidend minder inspannend dan het knippen van de 11 mm grenen stok in het laboratorium. Echter, ten opzichte van het knippen van de 4 mm beuken stok blijkt de praktijk meer inspannend. Vanuit die praktijk scores de handscharen ongunstiger op kracht. Ergonomische ontwerpen scoren gunstiger vanwege minder krachtgebruik en betere handligging. Dit betere ontwerp kan niet verhinderen dat m.b.t. het ontstaan van pijn in de hand de voorkeur wordt gegeven aan een aangedreven schaar. In tegenstelling tot het resultaat van de laboratoriummetingen scoren de handscharen wat betreft ervaren schokken gunstiger dan de pneumatische scharen. Tot slot wordt qua bewegingsvrijheid en veiligheid de voorkeur gegeven aan handscharen.

¹¹ Voor een toelichting op de score: zie Methode-sectie.

4 Discussie

Het huidige onderzoek, waarin verschillende veel in de Nederlandse fruit- en boomteelt gebruikte snoeischaars zijn getest op fysiek belastende factoren en gebruikaspecten, laat zien dat aangedreven scharen de voorkeur hebben boven handscharen met het oog op het voorkómen van gezondheidsschade. Binnen de groep aangedreven scharen vragen de elektrische scharen de minste inspanning en brengen de minste schokbelasting met zich mee. Opvallend zijn de sterke schokbelasting in het geval van de handscharen en de relatief beperkte schokbelasting in geval van pneumatische scharen. Ergonomische handscharen presteren beter dan de conventionele handschaar.

Tijdens de experimenten in het laboratorium is gewerkt met droog hout van zo uniform mogelijke kwaliteit. Het hout is op het oog geselecteerd op vergelijkbare nerfdichtheid. Met deze uniformering werd het mogelijk de scharen op grond van een beperkt aantal knipbewegingen te vergelijken. Inderdaad is gebleken dat zowel de schokbelasting als de spierinspanning tijdens het knippen met dezelfde schaar door één proefpersoon zeer vergelijkbaar waren. Stokdikte (4 en 11 mm) en materiaal (beuken en grenen) zijn zódanig gekozen dat de inspanningen die in de praktijk zouden imiteren. Subjectieve krachtsinspanning van het handmatig knippen van 4 mm beukenhout werd beoordeeld met een Borg-score 1-2, d.w.z. zeer weinig tot enige kracht vergend. Dat van 11 mm grenenhout werd beoordeeld tussen 4.5 en 7, d.w.z. veel tot zeer veel kracht vragend. In de Nulmeting (Roelofs et al., 2001) kreeg handmatig snoeien op de schaal van Borg iets meer dan 4, d.w.z. tussen nogal wat kracht en veel kracht vragend. Uit de gegeven subjectieve scores zou kunnen worden afgeleid dat knippen van het dunne rondhout lichter is dan de gemiddelde praktijksituatie, maar dat de 11 mm stok behoorlijk meer kracht vraagt. Niet zozeer de dikte als wel de droogte van het grenenhout moet dit laatste worden aangerekend. Water in vers hout fungeert namelijk als smeermiddel en brengt de weerstand tijdens het knippen aanzienlijk omlaag (Päivinen and Heinimaa 2003). Dit punt werd tijdens de experimenten ook herhaaldelijk door de proefpersonen aangegeven. De zware inspanning werd bevestigd door de EMG metingen. Of het snoeien van de 4 mm stokken werkelijk veel lichter is dan de praktijksituatie valt nog te bezien. Uit de EMG metingen volgen inspanningen tussen 30% en 45% van maximaal, daarmee vergelijkbaar of zelfs enigszins groter dan gemeten in de druiventeelt (Roquelaure et al. 2002). Additioneel punt is dat in de laboratoriumsituatie slechts enkele keren geknipt werd, terwijl in de praktijk dit werk uren aaneengesloten gebeurt. Dit tijdsaspect is niet meegenomen in de beoordeling van de inspanning in het lab. Het is aannemelijk dat de beoordeling hoger zou komen te liggen indien dit hout voor langere tijd aaneengesloten zou worden geknipt.

Indien het knippen in de laboratoriumsituatie van het 4 mm beuken rondhout representatief zou zijn voor de gemiddelde praktijksituatie voor handmatig knippen, dan moet uit tabel 5 worden afgeleid dat de gemiddelde dagblootstelling voor trillingen, $A_{\text{typisch}}(8)$, boven de EU-actiewaarde van 2.5 m/s^2 uitkomt. Dit betekent dat maatregelen moeten worden genomen om gezondheidsschade, m.n. in de vorm van doorbloedingsstoornissen, te voorkomen (zie EU, 2002). Bovendien moet uit de criteria van Sluiter en co-onderzoekers (2000) worden afgeleid dat de overschrijding van grenswaarden voor vijf risicofactoren voor het ontstaan van hand- en armluchten (t.w. herhaling, krachtsinspanning, combinatie van beide, schokken, koude

omgeving) betekent dat het risico voor het ontstaan van deze klachten aanzienlijk is. Ergonomische scharen, hoewel belastingverminderend, lijken het risico bij geen van de vijf factoren op te heffen. Om deze reden kan uitsluitend de toepassing van een ergonomische snoeischaar niet als zelfstandige oplossing voor het probleem van het ontstaan van hand - / armlachten tijdens snoeien gezien worden.

De 11 mm grenen stokken dienden ter representatie van de dikkere takken in de praktijk. Of deze stokdikte werkelijk de gemiddelde praktijksituatie imiteert, en dan m.n. voor de aangedreven scharen, is niet goed na te gaan. In ieder geval bleek dit een situatie waarbij met de handscharen zeer veel kracht gezet moest worden. Uitgaande van een representatieve meting moet worden geconcludeerd dat de gemiddelde dagblootstelling $A_{\text{typisch}}(8)$ bij aangedreven scharen onder de EU-actiewaarde van 2.5 m/s^2 blijft (EU 2002). Zelfs al zou de snoeiprestatie in de praktijk hoger liggen dan in dit onderzoek aangenomen – dit zou met name kunnen gelden voor pneumatisch snoeien, waarvan een 20% hogere prestatie is gerapporteerd ten opzichte van handmatig snoeien – dan nog is de invloed ervan op de gemiddelde dagblootstelling beperkt. Een 20% hogere prestatie resulteert in minder dan 10% stijging van de gemiddelde dagblootstelling. Ook in dat geval blijft $A_{\text{typisch}}(8)$ onder de EU-actiewaarde.

Een duidelijk stijgende trillingsblootstelling werd waargenomen bij toenemende stokdikte. Dit gegeven is in overeenstemming met eerder gepubliceerd materiaal (Fabbri 1999). Gezien de sterke blootstelling – stokdikte relatie moet het trekken van de conclusie dat pneumatisch knippen mogelijk niet leidt tot gezondheidsproblemen t.g.v. trillingen met voorzichtigheid worden omgeven. Twee argumenten moeten in dit kader worden genoemd: (1) de representativiteit van huidige metingen zou in een praktijkproef met pneumatische scharen moeten worden geverifieerd; (2) de normen voor $A(8)$ en $A_{\text{typisch}}(8)$ zijn gebaseerd op epidemiologische studies waarin langdurig trillende hulpmiddelen als kettingzagen, boorhamers e.d. waren betrokken. Het frequentiespectrum van deze trillingen wijkt nogal af van apparaten waarbij schokblootstelling (impulsie) optreedt, zoals in het geval van pneumatische snoescharen. ISO 5349 (2001) geeft aan in die situaties voorzichtig te zijn met conclusies. Het kan zijn dat schokken op een andere manier en volgens een andere frequentieweging moeten worden beoordeeld. Bijvoorbeeld zouden piekversnellingen een betere beoordelingsmaat kunnen zijn. Piekversnellingen, gefilterd volgens ISO 5349-1 (2001), zijn weergegeven in tabel 4. Bij screening van de huidige originele data blijken de ongefilterde versnellingen een factor 10 hoger te liggen en in overeenstemming te zijn met metingen van Fabbri (1999). Griffin en co-onderzoekers (Griffin et al. 2003) komen op basis van een epidemiologische studie tot de conclusie dat ongefilterde versnellingsdata een betere voorspelling geven voor het ontstaan van het Witte Vinger Syndroom dan de huidige ISO filter standaard. Of de hoge ongefilterde blootstelling aan schokken bij het hanteren van pneumatische scharen (mediaan rond 500 m/s^2) i.g.v. professioneel gebruik aanleiding geeft tot gezondheidsschade is bij gebrek aan vergelijkingsmateriaal niet bekend.

Bij gebruik van elektrische scharen blijkt de blootstelling aan trillingen veel minder afhankelijk van de stokdikte (zie tabel 4). Bovendien zijn piekversnellingen in geval van ongefilterde data drie tot vier keer hoger dan de gefilterde waarden gegeven in tabel 4. De conclusie hieruit is dat de frequentie-inhoud van trillingen bij het hanteren van een elektrische schaar lager is dan die bij pneumatische scharen. Om de in de vorige paragraaf genoemde redenen zal daarom de gemiddelde dagblootstelling $A_{\text{typisch}}(8)$ voor elektrische scharen waarschijnlijk een betrouwbaarder

gezondheidsvoorspelling geven dan die van de pneumatische scharen. Tezamen met de geringe stokdikte-afhankelijkheid mag de conclusie worden getrokken dat het in professionele zin hanteren van een elektrische snoeischaar geen risico's inhoudt voor het ontstaan van het Witte Vinger Syndroom.

In hoeverre de kracht benodigd voor het vasthouden van de aangedreven scharen een risico vormt additioneel aan bovenstaande is niet eenduidig vast te stellen. De huidige experimenten vragen uitsluitend tijdens de knipmomenten een knijpkracht van rond 30% van MVC voor de pneumatische scharen en 20-25% van MVC voor de elektrische scharen. Omgerekend naar de maximale knijpkracht van de proefpersonen betekent dit dat tussen 100 N en 150 N ontwikkeld werd tijdens het knippen (mediaan gesproken). Sluiter en collega's (2000) hanteren als grenswaarde 40 N waarboven risico zou optreden. Tevens wordt door deze onderzoekers een grens van 20% van MVC geïndiceerd, op grond van klassieke arbeidsfysiologische studies. Roquelaure en co-onderzoekers (2002) refereren aan de norm prEN 1005-3, welke een grens van 50 N aanbeveelt. Malchaire en anderen (Malchaire et al. 2001) hanteren als grens 15% van MVC, wat op basis van normale handknijpkrachtwaarden neerkomt op ongeveer 45-75N. In het huidige onderzoek blijkt handmatig knippen steeds ruim boven deze grenswaarden te komen, wat betekent dat dit werk een risico op het ontstaan van hand- / armklachten inhoudt. Voor elektrisch, maar met name voor pneumatisch knippen is weliswaar meer handkracht gemeten dan bovenstaande grenzen wenselijk achten. Echter de activiteitenpatronen (figuur 3, rechtsboven) laten een beperkte duur van de spieractiviteit zien, gevolgd door een relatief lange periode van nauwelijks activiteit. Deze inactiviteit betekent dat de spieren gelegenheid krijgen zich te herstellen. Om deze reden wordt het risico voor het ontstaan van gezondheidsklachten door krachtoefening bij met name elektrisch knippen niet groot geacht. Bij pneumatisch knippen is het risico groter, zeker indien relatief veel dikke takken gesnoeid worden: bij dikke takken wordt meer kracht gevraagd om de schaar onder controle te houden.

De huidige schattingen van gezondheidsschade zijn gebaseerd op de ISO 5349 (2001) richtlijn. Hierin is de gemiddelde dagblootstelling $A(8)$ gedefinieerd als maat en zijn de consequenties van trillingsblootstelling voor gezondheid geschetst. Hierbij wordt uitgegaan van dagelijks optredende blootstelling. Bij seizoenswerk, wat snoeien ook is, is dit niet het geval. De richtlijn is niet geheel duidelijk in de dan toe te passen maat. In geval van over werkdagen wisselende trillingsblootstelling wordt geadviseerd $A_{\text{typisch}}(8)$ te berekenen, als zijnde een soort gemiddelde dagdosis. Het kan worden verdedigd deze methode ook toe te passen op seizoenswerk, waarbij perioden met blootstelling zich afwisselen met perioden van geen blootstelling. Aan de andere kant geeft de ISO richtlijn 5349 aan dat voor periodieke blootstelling (dus gedurende een deel van de werkdagen en op andere dagen geen blootstelling) de $A(8)$ berekend moet worden, waarbij tevens informatie wordt verstrekt over het aantal dagen gedurende welke de blootstelling plaatsvindt. Voor onderlinge vergelijking van de scharen zijn beide maten bruikbaar, omdat er bij de conversie van $A(8)$ naar $A_{\text{typisch}}(8)$ van dezelfde uitgangspunten wordt uitgegaan. Voor een inschatting van de effecten op de gezondheid lijkt $A(8)$ een overschatting op te leveren, gezien het aanzienlijke deel van het jaar waarop geen blootstelling optreedt. Om deze reden is in dit rapport aan de maat $A_{\text{typisch}}(8)$ de voorkeur gegeven.

De resultaten geven een veel groter verschil aan tussen de groepen scharen (hand, pneumatisch, elektrisch) dan binnen elk van de groepen. Sterker: de verschillen binnen de beide groepen

aangedreven scharen zijn minimaal. Binnen de handscharen wijzen de metingen zowel als de subjectieve ervaringen op een duidelijke voorkeur voor ergonomische schaar­typen. Bij pneumatische schaar F mag de forse geluidsproductie gezien worden als nadeel t.o.v. schaar D. Opvallend is verder dat er, hoewel niet significant, bij elektrische scharen een iets groter gevoel van veiligheid bestaat in vergelijking met pneumatische scharen. Dit kan te maken hebben met het gegeven dat bij een pneumatische schaar de bek steeds volledig en zeer snel sluit indien de schakelaar wordt bediend, terwijl bij elektrische scharen de stand van de bek wordt bepaald door de mate waarin de “trekker wordt overgehaald” en de sluitsnelheid bovendien lager is.

5 Conclusies

Een samenvattend eindoordeel van de testen is gegeven in de hiernavolgende tabel 10. De conclusie hieruit is dat vanuit het oogpunt van preventie van gezondheidsklachten (hand- en armlachten, zowel als Witte Vinger Syndroom) de voorkeur gegeven moet worden aan elektrisch aangedreven scharen. Het verschil onderling tussen de geteste exemplaren (G, H) is minimaal. Een eventueel lagere snoeiprestatie bij gebruik van dit type scharen is in dit onderzoek niet geconstateerd. Een eventuele belemmering voor brede toepassing kan gelegen zijn in de relatief hoge aanschafprijs.

Op vele fronten een goed alternatief is de pneumatische snoeischaar. Echter, op het gebied van schokbelasting bij het knippen van de dikkere takken moet hier een gezondheidswaarschuwing worden gegeven (Witte Vinger Syndroom). Voor de A(8) wordt de EU-actiewaarde van $2,5 \text{ m/s}^2$ en mogelijk ook de grenswaarde van 5 m/s^2 voor dagelijkse blootstelling aan trillingen overschreden i.g.v. het knippen van stokken die dikker zijn dan het hier geteste 11 mm hout. Voor $A_{\text{typisch}}(8)$ geldt dat in die gevallen mogelijk de actiewaarde wordt overschreden. Het gebruik ervan kost iets meer spierkracht dan bij toepassing van elektrische scharen. Belangrijk nadeel van schaar F t.o.v. D is het geluid dat tijdens het knippen wordt geproduceerd.

Af te raden is voor het dagelijkse snoeiwerk uitsluitend een handschaar te gebruiken: de schokbelasting is zódanig dat de EU-actiewaarde van $2,5 \text{ m/s}^2$ in alle gevallen wordt overschreden (Witte Vinger Syndroom), en in meerdere gevallen ook de grenswaarde van 5 m/s^2 . Bovendien is de gevraagde spierkracht bij dikkere stokken zó hoog dat het ontstaan van hand- en armlachten niet kan worden uitgesloten. Gezien de grote mate van bewegingsvrijheid en ontbreken van gevoelens van onveiligheid zou de handschaar uitsluitend in incidenteel snoeiwerk moeten worden toegepast. In die gevallen moet de voorkeur worden gegeven aan ergonomisch gevormde snoeischaren (B, C) boven het meer conventionele type A, zeker omdat de prijzen ervan in absolute zin weinig verschillen. Bij onderlinge vergelijking van de geteste ergonomische handscharen bleek schaar B een kleinere schokbelasting op te leveren; aan de andere kant bleek schaar C een gering voordeel te hebben in de beoordeling van de geleverde snoeikwaliteit.

Tabel 10 Eindoordeel van de geteste scharen op 11 factoren. De volgende symbolen zijn gebruikt: -- : slecht; - : onvoldoende; 0 : neutraal; + : voldoende; ++ : goed. Het eindoordeel is gebaseerd op de interpretatie van de meetresultaten. Nuancering voor individuele scharen is met noten onder de tabel verduidelijkt.

Type	Schaar	Factor										
		Spier-activiteit lab	Schokbelasting lab	Ervaren kracht lab	Ervaren kracht praktijk	Snoei-prestatie	Snoei-kwaliteit	Handligging en bedienbaarheid	Druk-punten en pijn in de hand	Geluid	Bewe-gingsvrijheid	Ervaren veiligheid
Hand	A	--	--	--	--	+	0	0	-	++	++	++
	B	-	-	--	-	+	0	+	0	++	++	++
	C	-	--	--	-	+	+%	+	0	++	++	++
Pneu	D	0	0#	+	+\$	+	0	0	+	+	0	0
	F	0	0#	+	++	+	-%	0	+	-	0	0
Elek	G	+	++	++	++	+	0	0	+	+	0	0
	H	+	++	++	++	+	0	0	+	+	0	0

"0" i.v.m. overschrijding van de actiewaarde van EU-2.5 m/s² voor A(8) en mogelijke overschrijding van A_{typisch} (8) bij het knippen van dikke takken in de praktijk.

\$ nuance binnen pneumatische scharen: zie tabel 9.

% licht voor- en nadeel: zie paragraaf 3.2.1

Referenties

- Borg G A V 1982 Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14, 377-381.
- EU 2002 Richtlijn 2002/44/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysieke agentia (trillingen) (zestiende bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) - Gezamenlijke verklaring van het Europees Parlement en de Raad. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen. L 177 (6.7.2002), 13-19.
- Fabbri A 1999 Measurement of the dynamic stress transmitted to operator's hands by a pneumatic shear for pruning. *Riv. di Ing. Agr.* 2, 77-81.
- Griffin M J, Bovenzi M and Nelson C M 2003 Dose-response patterns for vibration-induced white finger. *Occup. Environ. Med.* 60, 16-26.
- Hildebrandt V H, Van Baars M, Arnold T, De Groot G, Piena F L and Timmer-Anneveldt A 1989 Preventie aandoeningen bewegingsapparaat in de land- en tuinbouw. Gezondheidsproblematiek van het bewegingsapparaat bij mannelijke ondernemers en werknemers werkzaam in veertien agrarische sectoren. Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO, Leiden. Rapport 89104, 125 pp.
- ISO-5349-1 2001 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, 24 pp.
- ISO-5349-2 2001 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, 39 pp.
- Malchaire J B, Roquelaure Y, Cock N, Piette A, Vergracht S and Chiron H 2001 Musculoskeletal complaints, functional capacity, personality and psychosocial factors. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 74, 549-557.
- Matray D, Larbre J P, Teisseire C, Thibaudier J M, Dupupet J L, Bergeret A and C. V 2001 Carpal tunnel syndromes triggered by pruning of vines. *Arch. Mal. Prof.* 62, 92-95.
- Mogk J P M and P.J. K 2003 Crosstalk in surface electromyography of the proximal forearm during gripping tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 13, 63-71.
- Päivinen M and Heinimaa T 2003 The effects of different hand tool blade coatings on force demands when cutting wood. *Int. J. Ind. Ergon.* 32, 139-146.
- Roelofs P F M M, Looije A A J, Hendrix A T M and Oude Vrielink H H E 2001 Eindrapportage Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sectoren. Onderzoek naar "Stand der Techniek" met betrekking tot de fysieke belasting in de agrarische sector. IMAG, Wageningen, 81 pp.
- Roquelaure Y, Dano C, Dusolier G, Fanello S and Penneau Fontbonne D 2002 Biomechanical strains on the hand-wrist system during grapevine pruning. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 75, 591-595.
- Roquelaure Y, Gabignon Y, Gillant J, Delalieux P, Ferrari C, Mea M, Fanello S and Penneau-Fontbonne D 2001 Transient hand paresthesias in Champagne vineyard workers. *Am. J. Ind. Med.* 40, 639-645.
- Silverstein B A, Fine L J and Armstrong T J 1987 Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *Am. J. Ind. Med.* 11, 343-358.

- Sluiter J K, Rest K M and Frings-Dresen M H W 2000 Criteria document for evaluation of the work-relatedness of upper extremity musculoskeletal disorders. Coronel Institute for Occupational and Environmental Health, Academic Medical Center, University of Amsterdam, 194 pp.
- Tukey J W 1977 Exploratory data analysis. Addison-Wesley Publishing Company, Reading Massachusetts, Menlo Park California, USA
- Vink A and Kroeze G 1999 PUBAS, een vernieuwd systeem voor arbeidsbegroting. *Agro Informatica*. 12, 25-28.
- Wallstrom A and Nordenskiold U 2001 Assessing hand grip endurance with repetitive maximal isometric contractions. *J. Hand Ther.* 14, 279-285.

Samenvatting

Een onderzoek is uitgevoerd naar fysiek belastende factoren en gebruikaspecten van zeven veel in de Nederlandse fruit- en boomteelt gebruikte snoeischaars. Dit onderzoek gebeurde in het kader van het Arboconvenant voor de agrarische sector. Doel van dit onderzoek is de professionele gebruiker te voorzien van informatie waarop een beslissing omtrent de aankoop van een snoeischaar (mede) kan worden gebaseerd. De volgende snoeischaars zijn getest: Felco 2 handschaar (A), Felco 8 handschaar (B), Bahco PX handschaar (C), Felco 70 pneumatische schaar (D), Campagnola Star 35 pneumatische schaar (E), Felco 82 elektrische schaar (G), Pellenc P2000 elektrische schaar (H). Metingen werden gedaan zowel in laboratoriumsetting als in de praktijk. In het laboratorium werden benodigde spierkracht en schokblootstelling beoordeeld tijdens het knippen van droog rondhout: 4 mm beuken en 11 mm grenen. In de praktijk werden snoeiprestatie, snoeikwaliteit en subjectieve gebruikaspecten als handligging, drukpunten, krachtvraag, bedienbaarheid en veiligheid bevraagd. Het onderzoek is uitgevoerd met acht ervaren snoeiers.

Geen van de schaarotypen of scharen bleek onderscheidend wat betreft snoeiprestatie. Binnen de groepen scharen (hand, pneumatisch, elektrisch) bleek het onderscheid tussen de geteste scharen beperkt, behoudens ergonomisch design (scharen B, C) en geproduceerd lawaai (schaar F).

Handschaars, met name de ergonomische typen, scoren relatief gunstig op de terreinen van snoeikwaliteit, handligging, bewegingsvrijheid en gevoel van veiligheid. Echter, knippen met een handschaar blijkt een aanzienlijke krachtsinspanning te vragen (33%-46% van maximaal bij de 4 mm stok; 62%-74% bij 11 mm) en levert zódanige schokbelasting op dat actie moet worden ondernomen teneinde gezondheidsschade te beperken, indien uitsluitend met de handschaar zou worden gesnoeid. Ergonomische scharen verbeteren de situatie, maar niet zoveel dat ze als zelfstandige oplossing ter voorkoming van hand- en armklachten kunnen worden gezien.

Het hanteren van aangedreven scharen blijkt gepaard te gaan met een verlaagde krachtsinspanning (17%-32% van maximaal) en ook te resulteren in een aanmerkelijk lagere schokbelasting. Elektrisch snoeien scoort op beide punten het meest gunstig. De metingen geven aan dat elektrisch snoeien geen risico vormt voor het ontstaan van gezondheidsschade t.g.v. trillingen of schokken. Voor pneumatisch snoeien kan dit laatste niet worden uitgesloten, m.n. indien hiermee voornamelijk dikkere takken worden gesnoeid. Schaar F onderscheidt zich verder in ongunstige zin vanwege het geproduceerde geluid.

De conclusie is dat vanuit het oogpunt van preventie van gezondheidsklachten aan armen en handen bij snoeien de voorkeur moet worden gegeven aan elektrische scharen. Een eventuele belemmering zou de hoge aanschafprijs kunnen zijn. Pneumatisch snoeien vormt op vele punten een goed alternatief, echter op het gebied van schokbelasting bij vooral het knippen van dikkere takken moet hier een gezondheidswaarschuwing worden geplaatst. Bezien in het licht van de huidige internationale richtlijnen moet het volledig handmatig snoeien tijdens het snoeiseizoen als een ernstig risico voor het ontstaan van hand- en armklachten worden beschouwd.

Bijlagen

Bijlage 1: Scoreformulier lokaal ervaren ongemak en krachtgebruik

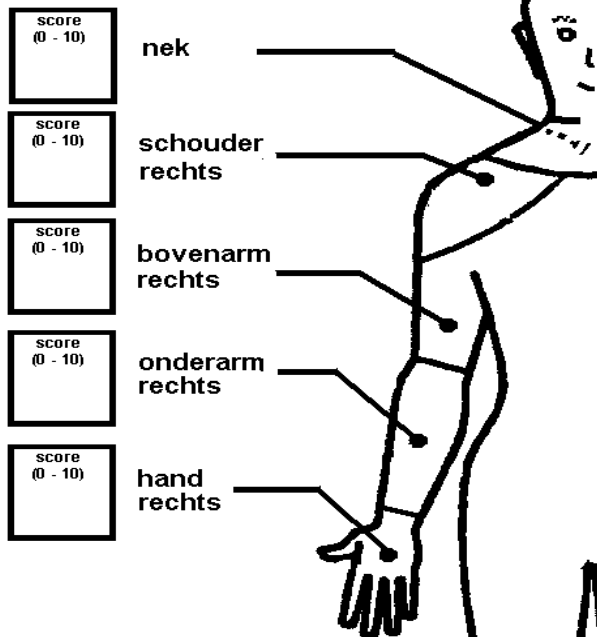
Naam bedrijf / persoon: Handmaat Bahco:

Schaar:

Vooraf	Felco 2	Felco 8	Bahco PX	Felco 70	Paterlini	Campagnola	Felco 82	Pellenc
--------	---------	---------	----------	----------	-----------	------------	----------	---------

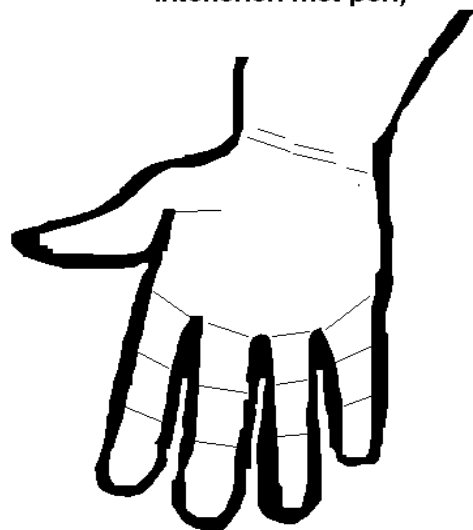
Datum: / 0..... / 2003 Tijdstip: : Uur

Wilt u s.v.p. voor alle lichaamsdelen een score invullen volgens bijgaande schaal?



In welke mate hebt u last van de ?

In geval van de hand: hebt u last op specifieke plekken? (s.v.p. de plaats(en) intekenen met pen)



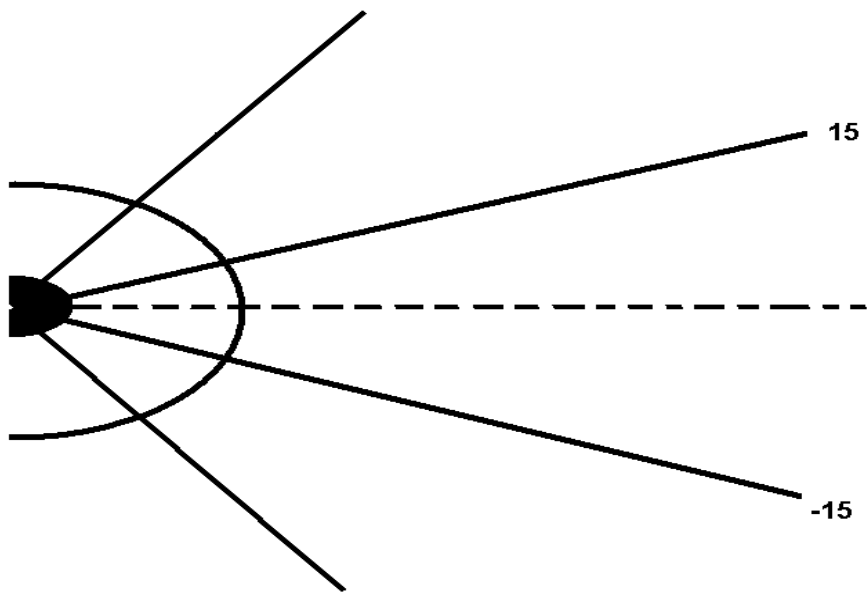
Bijlage 2. Observatieformulier polshouding

Naam bedrijf / persoon:

Schaar:

Felco 2	Felco 8	Bahco	Felco 70	Paterlini	Campagnola	Felco 82	Pellenc
---------	---------	-------	----------	-----------	------------	----------	---------

Datum: / 0..... / 2003 Tijdstip: : uur



Bijlage 3. Beoordelingsformulier kracht en ervaren ongemak

Schaal ter beoordeling lokaal ervaren ongemak en krachttuioefening		
Waardering	Ervaren ongemak	Krachttuioefening
0	Geen enkele last	Geen enkele kracht
0,5	Uitermate weinig last (net waarneembaar)	Uitermate weinig kracht (net waarneembaar)
1	Zeer weinig last	Zeer weinig kracht
2	Enige last	Enige kracht
3	Nogal wat last	Nogal wat kracht
4		
5	Veel last	Veel kracht
6		
7	Zeer veel last	Zeer veel kracht
8		
9		
10	Uitermate veel last (bijna maximaal)	Uitermate veel kracht (bijna maximaal)