



Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sector

Vergelijking van de fysieke belasting bij het laten zakken van tomatenplanten bij gebruik van verschillende hoge draad haken

Effect of different high wire hooks on the physical load during lowering of tomato plants

Huub H.E. Oude Vrielink
Anton A.J. Looije

Rapport 2649



Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sector

**Vergelijking van de fysieke belasting
bij het laten zakken van tomaten-
planten bij gebruik van verschillende
hoge draad haken**

*Effect of different high wire hooks on the
physical load during lowering of tomato
plants*

Huub H.E. Oude Vrielink¹

Anton A.J. Looije¹

Rapport 2649

¹ *Agrotechnology & Food Innovations – Agrisystems & Environment*

Colofon

Titel	Vergelijking van de fysieke belasting bij het laten zakken van tomatenplanten bij gebruik van verschillende hoge draad haken
Auteur(s)	Huub H.E. Oude Vrielink; Anton A.J. Looije
A&F nummer	Rapport nr. 2649
ISBN-nummer	90-6754-834-0
Datum van publicatie	December 2004
Vertrouwelijkheid	-
Project code.	630.51.087.04
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

© 2004 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 bekijken in hoeverre een nieuw in de markt zijnde hoge draad haak voor de tomatenteelt, de Tomahaôk, beantwoordt aan de verwachting van een verminderde fysieke belasting tijdens het laten zakken van tomatenplanten.

Het onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de vrijwillige medewerking van de tomatenbedrijven van T. Varekamp, J. Verkade, VOF Varekamp-De Zeeuw, Gebr. Stijger en Trio Maas. De proefpersonen Marco, Marcel, Abbas, Ron, Ivo en Alex worden hartelijk bedankt voor de getoonde enthousiaste instelling! Tevens wordt de heer A. Prins van Corsa Beheer b.v. bedankt voor de waardevolle tips en suggesties voor het gebruik van de Tomahaôk.

De kritische opmerkingen van P.F.M.M. Roelofs (A&F) en A.A.C.J. de Rooij (Stigas) als voorzitter van de Klankbordgroep Glastuinbouw van het Arboconvenant 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 de onderzoeksprogramma's 400-II en 400-IV, Systeminnovaties in respectievelijk de biologische en geïntegreerde bedekte teelten.

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

Director Business Unit Agrisystems & Environment

Abstract

The modern way of producing tomatoes involves a high wire system with metal hooks, holding a rope that guides the growing tomato plant. Each rope is to be lowered periodically. The standard working technique requires one-handed lifting of the hook. This is generally experienced to be physically very heavy. An alternative hook, the Tomahaôk, claims a strong reduction of the physical load, because lifting is eliminated. The present research aimed to investigate the load reduction claim in practice, and to eventually indicate further improvements of this new hook.

The research involved six experienced persons. The following parameters were investigated: work performance (i.e. working speed), subjectively experienced load (10-point ratio-scale), and discomfort, scored for various body regions. In two persons, physical load was measured applying electromyography (EMG): six shoulder muscles were sampled. Hooks were compared with respect to such factors as working speed, training period, and (un)safety feelings. In addition, suggestions for improvement of the Tomahaôk were inventoried.

The labour demand for working with the Tomahaôk was increased by 18%, compared to the conventional hook. Working with the Tomahaôk was experienced to reduce the physical load, and was also found to reduce feelings of discomfort in the back region. Whether a reduction of muscular effort occurred, as measured using EMG, was found to depend on the working technique. A periodically repeated instruction in the proper working technique is advisable in order to obtain a long-lasting load reduction. The volunteers judged that the probability of plant damage was reduced, while the harvesting of tomatoes possibly could be performed better and faster. The limited scale of the present research and of the application of Tomahaôk hooks in practice hampers definitive conclusions.

Keywords: ergonomics, shoulder muscle load, musculoskeletal health, agriculture, horticulture

Inhoud

Voorwoord	3
Abstract	5
1 Introductie	9
2 Materialen en methoden	11
2.1 Personen	11
2.2 Haken	12
2.3 Metingen van spierinspanningen	12
2.4 Werkprestatie, subjectieve beoordeling en ervaringen	13
2.5 Dataverwerking EMG	13
2.6 Statistische toetsing	14
3 Resultaten	15
3.1 Meting van spierinspanning	15
3.2 Werkprestatie, subjectieve beoordeling en ervaringen	18
3.2.1 Werkprestatie	18
3.2.2 Krachtgebruik en lokaal ervaren ongemak	18
3.2.3 Ervaringen	19
3.3 Samenvatting van de resultaten	20
4 Discussie	21
5 Conclusies en aanbevelingen	25
Referenties	27
Samenvatting	29
Bijlagen	31
Bijlage 1: Invulformulier lokaal ervaren ongemak en krachtgebruik	31
Bijlage 2. Beoordelingsformulier kracht en ervaren ongemak	33
Bijlage 3. Interviewformulier tomatenhaak	35

1 Introductie

Tomaten worden tegenwoordig vrijwel uitsluitend geteeld aan een hoge draad systeem. Het betekent dat de groeiende tomatenplant in een verticaal hangend touw ingedraaid wordt en hierlangs omhoog groeit. Aangezien tomatenplanten lengtes krijgen die de kashoogte vele malen overstijgen (± 12 meter), dient het touw regelmatig gevierd en horizontaal verplaatst te worden. Dit laatste om te voorkomen dat de stengel gaat knikken. Dit vieren en verplaatsen wordt doorgaans “het laten zakken van tomatenplanten” genoemd. In de normale moderne productiewijze is het touw gewonden om een metalen haak, welke op zijn beurt weer hangt aan een hoog in de kas gespannen staaldraad: de hoge draad. Om de stengel te laten zakken wordt de haak van de hoge draad genomen, het touw één of twee slagen afgewikkeld en de haak, een stukje verschoven, weer aan de hoge draad opgehangen (zie figuur 1 ter illustratie).

Voor ervaren werkers kost dit laten zakken slechts enkele seconden per stengel. Echter, de inspanning is behoorlijk. Bij het laten zakken wordt namelijk de plant éénhandig opgetild. Een plant weegt, afhankelijk van de fase in het seizoen, ongeveer 4-6 kg. Een modern tomatenbedrijf heeft een omvang van ongeveer 3 ha en een plantdichtheid van ongeveer 3-4 stengels / m². Aangezien het laten zakken twee-wekelijks gebeurt, betekent dit dat twee-wekelijks 500.000 kg éénhandig getild moet worden, normaal gesproken door twee tot vier personen. Het zal duidelijk zijn dat het laten zakken van de planten een grote inspanning vergt van het gehele bovenlichaam, en dan met name van de schouder-, arm- en nekspieren (de bovenste extremiteiten). Welke lichaamsdelen hoofdzakelijk belast worden is afhankelijk van de gebruikte werktechniek. Van oudsher is bekend dat dit type werk gepaard gaat met veel klachten in deze lichaamsregio. Verder moet worden geconstateerd dat het laten zakken geen uitzonderlijk werk is: het laten zakken bepaalt 5-6% van de totale arbeidsbehoefte in een tomatenbedrijf (bron: AgroWerk). Het laten zakken vindt vooral plaats in de periode maart-oktober (ongeveer 36 weken) en kost jaarlijks ongeveer 500 uur per ha tomaten, d.w.z. twee-wekelijks ongeveer 80 uur voor 3 ha. Er worden in Nederland ruim 1.200 ha tomaten geteeld (Landbouw-Economisch Instituut 2004), dus wordt er in totaal ongeveer 600.000 uren per jaar besteed aan het laten zakken van de planten.



Figuur 1 Het laten zakken van tomatenplanten in een kas, staande op een buisrailwagen. In deze kas is de standaard metalen haak toegepast.

Omdat de kasmedewerkers bij het laten zakken van tomatenplanten repeterend telkens zo'n 5 kg moet tillen, wordt deze bewerking als zeer belastend voor de uitvoerders beoordeeld (A.T.M. Hendrix, persoonlijke mededeling). In het verleden hebben diverse personen en bedrijven gezocht naar hulpmiddelen om deze bewerking te verlichten (A.T.M. Hendrix, persoonlijke mededeling). Geen enkel hulpmiddel voldeed evenwel aan de gestelde eisen. Door Corsa Beheer b.v. is een nieuwe haak ontwikkeld, de Tomaha². Deze wordt door een aantal bedrijven beproefd. Corsa Beheer gaf aan dat bij toepassing van deze haak de fysieke inspanning tijdens het laten zakken van de tomatenplanten enorm vermindert, omdat men de stengels met een geringe inspanning kan laten zakken. De motivatie luidt dat er geen tilwerk meer vereist is. Een kwantitatieve onderbouwing van de verandering in de belasting ontbrak. Tevens was onbekend of de huidige vormgeving van de haak een brede toepassing in de praktijk zonder meer toe zou laten. Om deze reden heeft de Branche Begeleidingscommissie van het Arbo-convenant gevraagd om een –beperkt–onderzoek, waarin de belasting van en de ervaringen met het werken met de nieuwe haak worden geëvalueerd ten opzichte van de bestaande hoge draad haak.

Het doel van het project is tweeledig: ten eerste het indicatief beoordelen van de mate waarin het laten zakken van hoge draad planten met een Tomaha² de fysieke inspanning verandert ten opzichte van het laten zakken van dezelfde planten bij gebruik van een standaard hoge draad haak. Ten tweede het inventariseren van de gebruikerservaringen met de nieuwe haak, dit met het oog op eventueel gewenste verdere verbetering van het huidige product en/of van het werken ermee.

² *Priva Hortimotion heeft in de loop van 2004 de wereldwijde verkooprechten van de Tomaha² van Corsa Beheer b.v. overgenomen*

2 Materialen en methoden

Onderzoek is uitgevoerd met proefpersonen in de praktijk. De deelnemende tomatenbedrijven zijn van tevoren telefonisch en schriftelijk ingelicht over de doelstelling en inhoud van het onderzoek. De proefpersonen werden voor aanvang het onderzoek mondeling en schriftelijk op de hoogte gebracht. Alle proefpersonen hebben vóór deelname schriftelijk verklaard bekend te zijn met de doelen van het onderzoek en op vrijwillige basis hieraan te hebben meegewerkt.

2.1 Personen

In totaal zes proefpersonen (allen mannelijk) hebben meegedaan aan het onderzoek in de periode augustus-september 2003. Deze personen is gevraagd de vragenlijst “Persoon en bedrijf” in te vullen, waarin naast enkele persoonskenmerken gevraagd is naar klachten van het bewegingsapparaat en naar ervaring (in arbeidsjaren) met de te onderzoeken werkzaamheden. De belangrijkste persoonskenmerken zijn weergegeven in tabel 1. Vier van de proefpersonen gaven aan in de 12 maanden voorafgaand aan het onderzoek last (pijn, ongemak) te hebben gehad van de nek/schouderregio. Alle vier gaven op het werken in de kas te zien als de oorzaak ervan. De klachten speelden evenwel niet meer ten tijde van het onderzoek. Een vijfde persoon klaagde, óók ten tijde van het onderzoek, over pijn in de armen en handen, wederom met als oorzaak het werken in de kas. Slechts één persoon was volledig klachtenvrij. Van de bovengenoemde vijf personen met klachten rapporteerden twee personen tevens rugklachten. Één ervan had rugklachten ten tijde van het onderzoek. Twee personen hadden een middelbare beroepsopleiding genoten; de overigen hadden uitsluitend basisonderwijs of een algemeen vormend vervolg doorlopen. De belangrijkste periode van het laten zakken van tomatenplanten was maart/april tot september/oktober. Alle proefpersonen gaven aan ervaring te hebben met zowel de standaardhaak als de Tomahaôk; deze ervaring was evenwel beperkt tot het lopende teeltseizoen. Vóór gebruik van de Tomahaôk is aan alle betrokken kasmedewerkers een instructie gegeven door de ontwerpers over hoe met de nieuwe haak te werken.

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

	Leeftijd (jaren)	Lengte (cm)	Gewicht (kg)	Laten zakken- ervaring (jaren)	Laten zakken arbeid (weken / jaar)	Laten zakken arbeid (uren / week)
Mediaan:	29	179	83.5	2	30	22
Minimum:	24	168	70	1	10	8
Maximum:	42	192	92	15	40	50

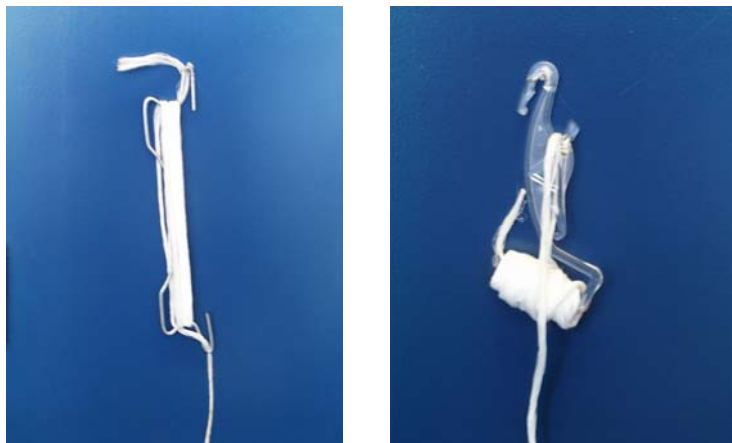
2.2 Haken

De volgende haken zijn getest in het onderzoek:

- Standaard hoge draad haak: zie figuur 2, linker deel.
- Tomahaok: zie figuur 2, rechter deel.

De standaardhaak is volledig van metaal en is ongeveer 26 cm lang; de Tomahaok is gemaakt van transparant kunststof en heeft een totale lengte van 14 cm.

Alle proefpersonen hadden ruime ervaring met het werken met de standaardhaak en beperkte ervaring (binnen één teeltseizoen) met het werken met de Tomahaok. De belangrijkste oorzaak van de beperkte ervaring met de Tomahaok was het gegeven dat ten tijde van het onderzoek ieder bedrijf maar een beperkt deel (maximaal 5%) van de standaard haken had vervangen door de Tomahaok.



Figuur 2 Standaard metalen hoge draad haak (linker beeld) en kunststof Tomahaok (rechter beeld).

2.3 Metingen van spierinspanningen

De fysieke inspanning van het laten zakken is bij twee proefpersonen binnen hetzelfde bedrijf gemeten door middel van electromyografie (EMG). Beide personen waren klachtenvrij op moment van onderzoek. Beide proefpersonen waren rechtshandig. De twee personen werd gevraagd het werk uit te voeren met de standaardhaak en met de Tomahaok, in gelote volgorde. Hiertoe werden voorafgaand aan het experiment zes paar Ag-AgCl elektroden (Disposable Neurology Electrodes 725-01-K, Medicotest, Ølstykke, DK) geplaatst boven de spierbuiken van de volgende schouderpijnen van de rechter lichaamshand: Trapezius pars descendens (TRAPR), Infraspinatus (INFRA) Deltoideus, pars clavicularis (DELCL), Deltoideus, pars acromialis (DELAC), Deltoideus, pars spinalis (DELSP). Tevens werden elektroden geplakt op de Trapezius pars descendens van de linker schouder (TRAPL). Voor de positionering werd steeds het midden van de spierbuik gekozen. 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 werden de EMG signalen hardware-matig gelijkgericht en low-pass gefilterd (tijdsconstante 100 ms; Contact Precision Instruments, London, UK). Het resulterende SR-EMG signaal is met een frequentie van 30 Hz via een A/D kaart op een labcomputer opgeslagen (Psylab, Contact Precision Instruments, London, UK). Van iedere persoon zijn voor iedere haak 2-3 tijdseries van 2-5 minuten bemonsterd. In deze tijd werden steeds 50-150 cycli gemeten. Van iedere proefpersoon werd bij aanvang van de meetsessie het EMG signaal bij een volledig ontspannen gehouden arm bemeten. Deze test werd zittend gedaan, terwijl de arm ontspannen rustte op een tafel. Het ruwe EMG signaal werd gedurende ongeveer 10 s bemeten en bemonsterd bij 1024 Hz. Ditzelfde werd gedaan bij een maximale inspanning van elk van de zes spieren. Bij dit laatste werd, na een startteken, de kracht in ongeveer 3 seconden opgebouwd tot maximaal, en op het maximum ongeveer twee seconden vastgehouden totdat een stopteken werd gegeven. De kracht werd geleverd tegen een weerstand; er is geen krachtmeting gedaan. Voor de verschillende spieren werd de volgende wijze van krachtlevering toegepast: TRAPR en TRAPL: schouderelatie; INFR: exorotatie van de bovenarm bij anteflexie 45° en elleboog gebogen (weerstand tegen elleboog); DELC: anteflexie met gestrekte arm vanuit afhangende positie; DELA: abductie van de gestrekte arm vanuit afhangende positie; DELS: zie INFR. Steeds werd de persoon gevraagd de test van het maximale EMG twee keer uit te voeren. De pauze tussen beide pogingen was tenminste één minuut. EMG werd bemonsterd bij 1024 Hz.

2.4 Werkprestatie, subjectieve beoordeling en ervaringen

Ervaringen met het werken met de Tomahaôk in vergelijking met de standaardhaak zijn onderzocht bij zes personen op vijf bedrijven. Per type haak is door iedere proefpersoon steeds ongeveer een half uur gewerkt, tijdens welke de werkprestatie (het aantal planten per tijdseenheid) werd gescoord. Na afloop van het werk met iedere haak werd de persoon gevraagd de ervaren inspanning en het lokaal ervaren ongemak voor diverse regio's van het lichaam te scoren (voor de regio's: zie bijlage 1; voor de beoordelingschaal: zie bijlage 2). De toegepaste schaal 0 – 10 is die volgens Borg (1982). Dezelfde schaal werd ook voorafgaand aan de werkzaamheden gescoord, dit met het oog op een eventuele correctie voor reeds aanwezig ongemak. Na afloop van het werk met beide haken werden de werkzaamheden vergeleken aan de hand van een aantal standaardvragen (zie bijlage 3). Gevraagd is naar de manier en snelheid van werken, inleertijd, zwaarte en gevoel van veiligheid. Tevens werd gevraagd naar eventuele suggesties voor aanpassing of verbetering van de nieuwe haak.

2.5 Dataverwerking EMG

Signalen van het EMG zijn verwerkt met het programma Matlab (v.5.3 R11, 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. Hierbij is de hoogste waarde van beide pogingen genomen. Rust EMG is op dezelfde wijze per spier berekend over een segment van tenminste vijf seconden. Van de EMG signalen, bemonsterd tijdens de maximaal poging en het laten zakken, is voor iedere proefpersoon de rustwaarde afgetrokken. Vervolgens is het tijdserie EMG per spier omgerekend en weergegeven als het percentage van het maximum signaal: het genormaliseerde EMG.

Van iedere tijdserie werd per spier de amplitude probability distribution function (APDF) berekend: zie (Jonsson 1978; Jonsson 1982). Met de APDF wordt het mogelijk het in tijd variërende EMG signaal te karakteriseren aan de hand van drie relatief eenvoudige maten:

p_{50} : het mediane niveau, dit is de mediane spieractiviteit, als percentage van MVC, over de waargenomen periode.

p_{10} : het statische niveau, dit is de spieractiviteit, als percentage van MVC, waarbij slechts 10% van de tijd het signaal onder dit niveau zit. Dit is, bij benadering, het niveau van activiteit waarop de spier constant (=statisch) actief is.

p_{90} : het piek niveau, dit is de spieractiviteit, als percentage van MVC, waarbij slechts 10% van de tijd het signaal boven dit niveau zit. Dit is, bij benadering, het niveau van activiteit waarop de spier maximaal (=piek) actief is.

De omzetting van een genormaliseerd EMG naar APDF en de genoemde drie parameters zijn elders geïllustreerd (Jonsson 1978).

2.6 Statistische toetsing

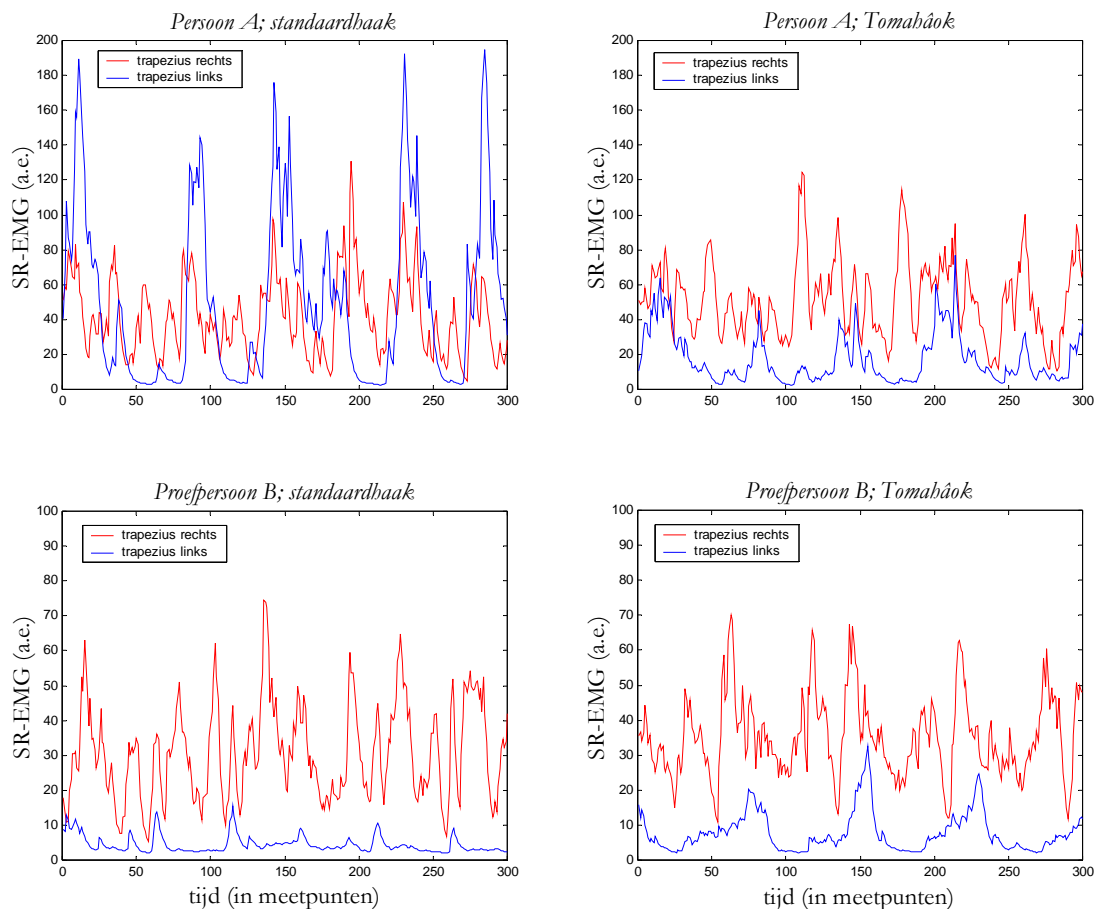
De variabelen van de subjectieve beoordeling (kracht, ervaren ongemak) zijn uitgedrukt als mediane waarden over de proefpersonen (Tukey 1977). Verschillen in subjectieve beoordelingen en arbeidsprestatie tussen de beide haken zijn parameter-vrij getoetst d.m.v. Wilcoxon's signed ranks test, met de proefpersoon als experimentele eenheid. Voor significante verschillen is een p-waarde van 5% gehanteerd; in de beschrijvingen zijn tevens voor p-waarden tussen 5% en 10% de term "tenderen" gebruikt.

Beoordeling van verschillen in EMG tijdens het werk is vanwege het beperkte aantal personen ($n=2$) beperkt tot een kwalitatief oordeel en niet verder getoetst.

3 Resultaten

3.1 Meting van spierinspanning

In figuur 4 zijn typische voorbeelden gegeven van EMG signalen van beide proefpersonen voor de standaardhaak en de Tomahaok, voor de beide trapezius spieren (dit zijn de schouderheffers). De voorbeelden illustreren de aanzienlijke verschillen in spiergebruik tussen beide personen (n.b.: voor de proefpersonen zijn verschillende schalen gebruikt) alsmede het verschil in effect van de toepassing van de twee haken.



Figuur 4 Typische voorbeelden, betrokken van de twee verschillende proefpersonen, van de spieractiviteit (SR-EMG; zie paragraaf 2.3) in de tijd van de linker en rechter schouderheffer (Trapezius descendens) tijdens het laten zakken van tomatenplanten bij gebruik van de standaardhaak (linker figuren) en de Tomahaok (rechter figuren). Horizontaal is de tijd-as, gemeten in bemonsteringspunten, d.w.z. 30 punten komen overeen met één seconde.

Bovenstaand voorbeeld is illustratief voor de metingen gedaan aan alle spieren, dat wil zeggen dat zowel de verschillen tussen de beide personen en tussen de spieren groot bleken, als ook dat de effecten van de haken sterk kon verschillen. Tabel 2 geeft de gemeten p_{10} , p_{50} en p_{90} , alle uitgedrukt als percentage van de maximale spieraanspanning, aan per spier en per haak voor de

twee proefpersonen. De getallen zijn de gemiddelden over twee tot drie tijdseries per persoon en per haak.

Tabel 2 Statisch niveau (p10), mediaan niveau (p50) en piekniveau (p90) van de spieractiviteit in de zes gemeten schouderpijnen tijdens het laten zakken van tomatenplanten bij gebruik van een standaardhaak (bovengedeelte tabel) en de Tomahaok (ondergedeelte). Van de weergegeven getallen per cel is het eerste getal steeds de meetwaarde van proefpersoon A, het tweede van proefpersoon B.

	Trapezius descendens d [#]	Infraspinatus	Deltoideus clavicularis	Deltoideus acromialis	Deltoideus spinalis	Trapezius descendens s [#]
Standaardhaak						
p10:	2-4	3-10	1-5	1-11	1-2	1-1
p50:	5-8	9-25	4-13	2-18	2-3	4-2
p90:	10-14	17-45	11-22	10-33	9-8	13-4
Tomahaok[@]						
p10:	5-7	4-9	7-3	2-4	1-1	1-1
p50:	10-11	8-16	12-7	4-7	1-2	3-2
p90:	15-16	22-32	19-11	8-16	5-12	9-4

[#] : d = dexter, i.e. rechter zijde, s = sinister, i.e. linkerzijde.

[@] : uitgevoerd op een wijze zoals men gewoon was te doen, d.w.z. zonder nadere instructie.

De tabel laat zien dat de standaardhaak nauwelijks een belasting vormt voor de spieren van persoon A, behalve in geval van de Infraspinatus. Persoon B, daarentegen, spreekt niet alleen deze Infraspinatus zeer aan, maar tevens worden de voorzijde en zijkant van de Deltoideus en in mindere mate de rechter Trapezius aangesproken. Het werken met de Tomahaok, zonder nadere instructie vooraf, blijkt voor persoon A steeds gepaard te gaan met een hogere spieractiviteit, behalve voor de spieren Deltoideus spinalis en de linker Trapezius descendens. Voor persoon B lijkt de Tomahaok wél verlichtend. Echter, voor de rechter Trapezius descendens lijkt de spieractiviteit juist toe te nemen.

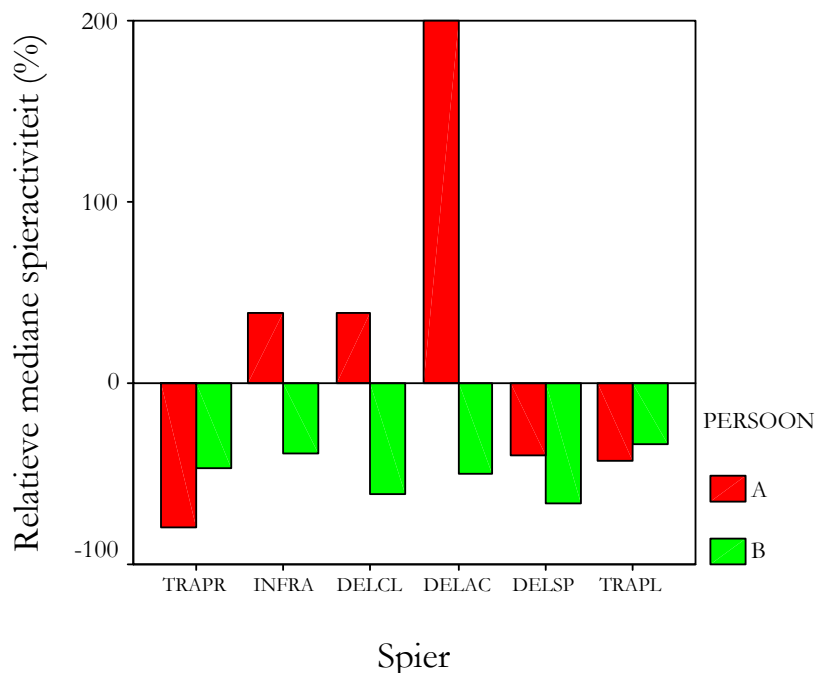
Tijdens de metingen bleek de toegepaste techniek van het laten zakken bij gebruik van de Tomahaok sterk te verschillen tussen de proefpersonen en ook in meerdere opzichten af te wijken van de door de ontwerpers gewenste techniek. Om deze reden is tevens de spieractiviteit gemeten na gegeven instructie door de ontwerper van de haak op de juiste werktechniek. De spieractiviteit na instructie is weergegeven in tabel 3. Opvallend resultaat van de instructie is dat de spieractiviteiten erna voor de beide personen in hoge mate gelijk worden. Een ander resultaat is dat de spieractiviteit voor vrijwel alle spieren afgenomen is.

Tabel 3 Statisch niveau (p10), mediaan niveau (p50) en piekniveau (p90) van de spieractiviteit in de zes gemeten schouderpijnen tijdens het laten zakken van tomatenplanten bij gebruik van de Tomahaok na gegeven instructie op de juiste werktechniek. Van de weergegeven getallen per cel is het eerste getal steeds de meetwaarde van proefpersoon A, het tweede van proefpersoon B.

	Trapezius descendens d [#]	Infraspinatus	Deltoideus clavicularis	Deltoideus acromialis	Deltoideus spinalis	Trapezius descendens s [#]
Tomahaok						
p10:	1-1	4-3	2-2	2-4	1-1	1-1
p50:	1-4	12-15	6-5	7-9	1-1	2-1
p90:	3-16	26-39	12-12	13-19	4-12	10-2

[#] : d = dexter, i.e. rechter zijde, s = sinister, i.e. linkerzijde.

Figuur 5 laat de relatieve waarde zien van de mediane spieractiviteit (p₅₀, in % van MVC) bij gebruik van de Tomahaok, na instructie, ten opzichte van de standaardhaak voor de beide proefpersonen. Uit de figuur blijkt dat proefpersoon A maar beperkt baat lijkt te hebben van de Tomahaok, zelfs na gedegen instructie, terwijl voor proefpersoon B de spieractiviteit over de gehele schoudergordel aanzienlijk gereduceerd is. Let wel dat de toegenomen activiteit in de Deltoideus acromialis van proefpersoon A groot lijkt, maar in absolute zin beperkt is vanwege het lage niveau van activiteit van deze spier tijdens het werken met de standaardhaak.



Figuur 5 Mediane spieractiviteit (i.e. p₅₀) tijdens de toepassing van de Tomahaok na instructie over het juiste gebruik, relatief ten opzichte van de waarde tijdens de toepassing van de standaardhaak. De relatieve waarde is uitgedrukt als percentage, waarbij een offset is gehanteerd van 100%. In deze weergave geeft de nullijn aan dat de spieractiviteit bij beide haken gelijk is.

3.2 Werkprestatie, subjectieve beoordeling en ervaringen

3.2.1 Werkprestatie

Tabel 4 geeft de gemeten waarden weer van de werkprestatie (in minuten per 100 planten). Twee personen hanteerden twee standaardhaken met twee handen tegelijk; deze waarden zijn niet meegerekend in de elementtijd. Verder bleek één persoon zeer onervaren in het werken met de Tomahaôk en gebruikte deze een verkeerde techniek; ook deze tijd is niet meegerekend in de elementtijd. Het blijkt dat de handeling “laten zakken” met de Tomahaôk één minuut per 100 planten meer aan tijd vraagt ten opzichte van de standaardhaak (zie tabel 4, “element”). Voor een zuiverder vergelijking dient een berekening op taakniveau te worden gemaakt, dat wil zeggen dat ook rekening gehouden wordt met het verplaatsen van de buisrailwagen, oversteken van paden, omschakelen aan de gevelzijde en met toeslagen voor rust, storingen e.d. Op deze wijze wordt de tijd van de volledige taak berekend. Deze bedraagt 4.4 minuten per 100 planten voor de standaardhaak en 5.2 minuten per 100 planten voor de Tomahaôk. Opvallend is dat alle proefpersonen langzamer werkten met de Tomahaôk.

Tabel 4 Gemiddelde werkprestatie (in minuten/100 planten) van de zes proefpersonen tijdens het laten zakken van tomatenplanten in de praktijk bij het gebruik van de standaardhaak en de Tomahaôk.

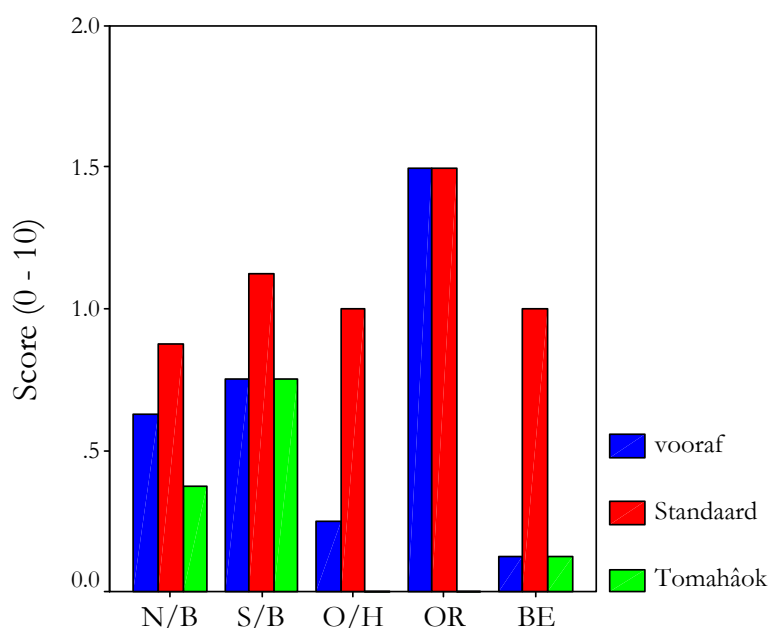
Haak	Werkprestatie van proefpersoon						Element	Taak
	A	B	C	D	E	F		
Standaard	2.9	3.4	1.5 [#]	4.1	2.5	1.5 [#]	3.2	4.4
Tomahaôk	3.3	4.6	3.8	4.8	7.0 [%]	4.7	4.2	5.2

[#]: deze personen hanteerden twee haken tegelijk, dus met beide handen.

[%]: deze persoon bleek onervaren in het werken met de Tomahaôk en gebruikte een verkeerde techniek.

3.2.2 Krachtgebruik en lokaal ervaren ongemak

Gevraagd is naar het krachtgebruik tijdens het laten zakken, beoordeeld m.b.v. een 10-punts beoordelingsschaal. De score van de standaardhaak varieerde van 1 “zeer weinig kracht” tot 4 (tussen “nogal wat kracht” en “veel kracht”). Mediaan werd 3 gescoord, d.w.z. “nogal wat kracht”. De Tomahaôk-score varieerde tussen 0.5 “uitermate weinig kracht” en 3 “nogal wat kracht”, met een mediane score van 0.5 “uitermate weinig kracht”. Vier van de zes proefpersonen scoorden het werk met de Tomahaôk als lichter tot aanzienlijk lichter dan dat met de standaardhaak. Hoewel de verschillen aanzienlijk lijken, zijn door het geringe aantal personen en het afwijkende beeld van enkele proefpersonen deze verschillen niet significant; wél is er sprake van een trend: $p < 0.07$.



Figuur 6 Mediane scores van het ervaren ongemak in de verschillende lichaamsregio's (N/B= nek en bovenrug; S/B= schouders en bovenarm; O/H= onderarm en hand; OR= onderrug; BE= benen) voorafgaand aan het laten zakken van tomatenplanten, tijdens de toepassing van de standaardhaak en van de Tomahaôk. In de scores is de voltallige groep van zes proefpersonen gerepresenteerd.

De beoordeling van lokaal ervaren ongemak leverde een zeer heterogeen beeld. Niet alleen bleek de mate van ervaren ongemak voor iedere haak te variëren tussen de personen, bovendien bleek het lichaamsdeel waarin het ongemak vooral werd ervaren sterk verschillend. In figuur 6 is het beeld samengevat voor de verschillende lichaamsregio's. Opgemerkt moet worden dat meerdere lichaamsregio's zijn samengenomen en gemiddeld. Opvallend is dat voorafgaand aan het werk in de meeste lichaamsregio's enig ongemak werd ervaren, met name in de lage rug: vier van de zes personen klaagden over rugklachten, score 1-2, zeer weinig tot enige last. In de meeste lichaamsregio's lijkt het ongemak na toepassing van de standaardhaak te verergeren. Echter, de veranderingen zijn geen van alle statistisch significant. Opvallend is tevens dat het gebruik van de Tomahaôk het juist lijkt te leiden tot vermindering van het ervaren ongemak. Ook deze veranderingen blijken niet significant. Ter illustratie: drie van de vier personen met lage-rugklachten geven aan na toepassing van de Tomahaôk minder last te hebben van de rug. Ook de verschillen tussen enerzijds Standaardhaak en anderzijds Tomahaôk zijn niet significant. Wel bestaat er voor nek / bovenrug en voor de onderrug een trend: $p < 0.07$.

3.2.3 Ervaringen

De proefpersonen is gevraagd naar hun ervaringen met het werken met de twee haken. Drie medewerkers vonden het werken met de Tomahaôk prettiger dan het werken met de standaardhaak, 1 medewerker ervaarde geen verschil en 2 medewerkers vond het werken met de Tomahaôk minder prettig als het werken met de standaardhaak. Alle medewerkers schatten het

werken met de Tomahaok minder snel dan met de standaardhaak. De inleertijd voor het werken met de Tomahaok werd verschillend ingeschat: 3 medewerkers gaven aan dat de inleertijd niet meer dan enkele uren bedraagt, 2 medewerkers vonden dat het inleren een paar dagen duurt en 1 medewerker vond dat dit meer dan 1 week vergde.

Daarnaast werd de proefpersonen gevraagd hun mening te geven over een aantal stellingen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5. Twee van de zes personen vond het werk op de buisrailwagen veiliger omdat bij het laten zakken met de Tomahaok sprake is van voortdurend contact met de hoge draad. Ook vonden twee personen dat het werk met de Tomahaok wel degelijk specifieke vaardigheid vereist, dus niet aan een willekeurig medewerker kan worden overgelaten. Indien de Tomahaok wordt toegepast, wordt het werk lichter, de kans op beschadiging van de planten geringer en kan de werkhogte voor het oogsten geoptimaliseerd worden. Hierover is een ruime meerderheid het eens.

Enkele personen stelden voor ander (of: beter) touw te gebruiken. Het tijdens de proef toegepaste touw had met name als de planten nog licht zijn een (te) hoge glijdweerstand. Hierdoor is steeds extra arbeid nodig: tijdens het kantelen van de Tomahaok dient het touw naar beneden te worden getrokken.

Tabel 5 Beoordeling van stellingen door de groep proefpersonen (n=6) over het werken met de Tomahaok ten opzichte van de standaardhaak. De getallen representeren het percentage van personen dat de stelling onderschrijft.

Stelling	% mee eens
1. Het "laten zakken van tomatenplanten" met de Tomahaok is zeer licht	83
2. De kans op beschadiging van de planten is bij de Tomahaok afgenomen	83
3. Het "laten zakken van tomatenplanten" met de Tomahaok kan iedereen	67
4. Door permanent contact met de hoge draad voel ik me veiliger bij de Tomahaok	33
5. Door de Tomahaok kan de werkhogte bij het oogsten worden geoptimaliseerd	100
6. Een optimale werkhogte verhoogt de arbeidsprestatie bij het oogsten	83

3.3 Samenvatting van de resultaten

Het laten zakken van tomatenplanten met de Tomahaok wordt als fysiek lichter ervaren en lijkt voor de rugzijde van het lichaam tot minder klachten te leiden. Of het werk werkelijk lichter wordt blijkt sterk te worden beïnvloed door de gehanteerde werktechniek: de Tomahaok leidt niet "vanzelf" tot lichter werk en een goede (en mogelijk herhaalde) instructie is bepalend voor de mate van belastingreductie. Het werken met de Tomahaok vraagt 18% meer arbeidstijd. Daartegenover staat dat de kans op beschadiging van de tomatenplanten afgenomen lijkt en het oogstwerk mogelijk beter en sneller kan worden uitgevoerd.

4 Discussie

Het huidige onderzoek, waarin indicatief de werkbelasting, werksnelheid en ervaringen van het werken met twee verschillende hoge draad tomaten haken zijn vergeleken, geeft aanwijzingen dat de fysieke belasting tijdens het laten zakken van tomatenplanten kan verminderen door de toepassing van een nieuwe haak, de Tomahaôk, in combinatie met de juiste werktechniek. Wel moet bij deze nieuwe haak rekening gehouden worden met een maximaal 20% grotere arbeidsbehoefte voor het laten zakken van de planten zelf, dit is maximaal 1% extra arbeidsbehoefte op bedrijfsniveau voor een gemiddeld bedrijf.

De resultaten van het huidige onderzoek zijn, zeker in statistisch opzicht, niet hard. Dit is het gevolg van de beperkte opzet: het beschouwen of de Tomahaôk een beloftevol alternatief kan zijn voor de reeds lang in gebruik zijnde standaard metalen haak voor de tomatenteelt. Voorwaarde is dat de nieuwe haak arbeidsverlichtend werkt. Deze eventuele arbeidsverlichting is onderzocht middels de objectieve EMG techniek en door middel van het bevragen van de (subjectief) ervaren belasting en onmiddellijke belastingsgevolgen. Het EMG laat grote verschillen zien tussen de personen bij beide haken (zie figuur 4). Dit betekent dat de gehanteerde werktechniek van de beide personen bij het laten zakken van tomatenplanten sterk verschilt. Blijkbaar laat het werk deze vrijheid toe en “zoeken” personen in hun werk naar de optimale uitvoeringstechniek. Vanuit de literatuur is bekend dat dit gebeurt met het oog op bijvoorbeeld een zo lang mogelijke volhoudtijd en/of het vóórkomen van overmatige lokale spiervermoeidheid (Dieën 1997; Prilutsky et al. 1998). Gezien de aard van het werk (stil staand) en het relatief grote gewicht dat éénhandig wordt gedragen (20% - 35% van het maximum³) is het niet onwaarschijnlijk dat personen kiezen voor een strategie ter voorkoming van overmatige lokale spiervermoeidheid: een continue volgehouden spierinspanning van dit niveau zal op zijn best na 15 minuten moeten worden beëindigd (Dieën and Oude Vrielink 1994). Omdat o.a. de spiersamenstelling, spieranatomie en lichaamsmaten sterk kunnen verschillen tussen personen en deze factoren tevens van grote invloed zijn op de weerstand tegen lokale spiervermoeidheid (Dieën and Oude Vrielink 1994), is het voorkomen van verschillende werktechnieken goed voorstelbaar, zeker indien de werkomgeving hierin geen restricties legt.

In geval van de Tomahaôk is, hoewel de beide personen bij de introductie dezelfde instructie hebben ontvangen, na verloop van tijd kennelijk een andere techniek “ingeslopen”. Veelzeggend is dat na hernieuwde instructie de spieractiviteit veel gelijkmatiger is voor beide personen. In het geval van de Tomahaôk is het waarschijnlijk dat niet een andere werktechniek is ontstaan met het oog op het voorkomen van lokale spiervermoeidheid: na instructie is, op een enkele uitzondering na, de spieractiviteit over alle spieren gelijk gebleven of afgenomen. Waarschijnlijk moet de verklaring worden gezocht in de geringe omvang van de Tomahaôk toepassing: het grootste deel van de haken in het testbedrijf bestond uit standaardhaken. De betreffende persoon leek de werktechniek, behorend bij de standaardhaak, gekopieerd te hebben naar de Tomahaôk, hetgeen heeft geleid tot onnodige spieraanspanningen.

³ Normale waarden voor maximale momenten voor elleboogflexie en schouderflexie zijn 77 en 92 Nm, respectievelijk (Chaffin D B and Andersson G B J 1991 *Occupational biomechanics* (2nd edition). New York, J. Wiley). Bij benadering betekenen deze waarden in termen van gewichten dat maximaal respectievelijk ongeveer 24 en 14 kg getild kan worden door de betrokken spiergroepen.

Opvallend is de discrepantie tussen de “winst” in de spieractiviteit metingen (indien hiervan al sprake is) en het subjectieve oordeel over de benodigde kracht en ervaren hinder. Op basis van de subjectieve metingen – weliswaar is maar een kleine groep onderzocht – lijkt de conclusie voor de hand te liggen dat de belasting fors terug loopt. Aangetekend moet worden dat de interpretatie van de subjectieve terminologie bij de gebruikte schaal (zie bijlage 2) voor buitenlandse werknemers moeilijk is, omdat hun taalbeheersing veelal niet voorziet in deze nuances. In objectieve zin (EMG metingen) kan de subjectief ervaren daling niet hard worden gemaakt. Voor een verklaring moet mogelijk wederom gezocht worden in de werktechniek. De EMG metingen zijn vooral uitgevoerd aan de rechterschouder. Het tillen van de haak van de hoge draad werd vooral links uitgevoerd. Echter, dit bleek niet tot een grote activiteit van de linker schouderheffer (trapezius descendens) te leiden. Het is blijkbaar mogelijk aanzienlijke gewichten te tillen zonder noemenswaarde aanspanning van de schouderheffers. Bij één van de proefpersonen werd waargenomen dat bij het tillen van de haak de bovenarm stijf tegen het bovenlichaam werd gedrukt. Bij deze werktechniek worden de spieren van de schoudergordel ontzien en worden juist de adductoren van de bovenarm en met name de elleboog buiger (biceps brachii) belast. Indien deze verklaring juist is, betekent dit dat de huidige metingen de potentiële winst van de Tomahaok wellicht onderschatten, omdat mogelijk niet bij iedere persoon de meest belaste spieren zijn gemeten.

Van de huidige gemeten spieren lijkt de infraspinatus het meest actief. Dit beeld is in hoge mate stabiel over de haken en proefpersonen, en blijft ook bestaan na de gegeven instructie op de juiste werktechniek. Het niveau van spieractiviteit, mediaan variërend tussen 8% en 25% van maximaal, is zódanig dat hierdoor gezondheidsklachten zouden kunnen ontstaan, hoewel de literatuur in dit opzicht niet hard is. Sluiter en collega's (2001) hanteren als grenswaarde voor te hanteren gewichten 4 kg in de hand, waarboven risico zou optreden (Sluiter et al. 2001). Tevens wordt door deze onderzoekers een grens van 20% van maximaal geïndiceerd, op grond van klassieke arbeidsfysiologische studies. Malchaire en anderen (Malchaire et al. 2001) hanteren als grens 15% van maximaal. In het huidige onderzoek blijkt de spierbelasting van de infraspinatus boven deze grenswaarden te kunnen komen, wat betekent dat dit werk een risico op het ontstaan van schouderklachten kan inhouden. Bovendien blijkt uit eerder onderzoek dat bij het heffen van de bovenarm de supraspinatus relatief snel tekenen van lokale spierversmoedigheid laat zien (Hagberg 1981).

Uit de arbeidskundige metingen wordt duidelijk dat het werken met de Tomahaok meer tijd vraagt ten opzichte van de standaardhaak. Als de in tabel 4 genoemde taaktijden worden doorgetrokken naar bedrijfsniveau betekent dit dat in een bedrijf van 3 ha per jaar zo'n 270 uren (ongeveer 54 dagen full-time) méér wordt besteed aan het laten zakken van de tomatenplanten. Duidelijk zal zijn dat dit cijfer verder zal toenemen indien het laten zakken gebeurt met twee haken tegelijk, één in iedere hand, een fenomeen dat in twee bedrijven werd waargenomen. Deze techniek is onmogelijk bij de Tomahaok, omdat de bediening ervan het simultaan gebruik van beide handen vereist. Wél zou het kunnen dat de werktechniek van het laten zakken met de Tomahaok nog enigszins versoepelt indien uitsluitend hiermee gewerkt wordt, en dus dat hiermee

sneller zal kunnen worden gewerkt dan de huidige metingen aangeven. Verder mag worden verwacht dat de toepassing van de Tomahaok ook het ziekteverzuim van het personeel zal verminderen, dit omdat het laten zakken doorgaans door slechts enkele personen in het bedrijf gebeurt. Ook dit zal bijdragen aan een meer gunstig beeld voor de Tomahaok ten opzichte van de huidige resultaten.

De lage scores van de subjectief ervaren kracht bij het bedienen van de Tomahaok is volledig in lijn met de ervaren hinder in de verschillende lichaamsregio's. Opvallend was dat slechts één van de zes personen klachtenvrij was. Deze score is opvallend hoog, gezien eerdere onderzoeken in de agrarische sector met dezelfde vraagstelling (Hildebrandt 1995). De onderzochte groep is evenwel te klein om hieraan definitieve conclusies te verbinden. Indien echter de nek-/schouderklachten prevalentie in deze groep (vier van de zes personen, ofwel 66%) wordt vergeleken met eerdere resultaten, dan is dit twee tot drie keer zo hoog als het gemiddelde voor de agrarische sector (26%) of de glastuinbouw (21%) (Roelofs et al. 2003). In ieder geval is het in overeenstemming met het reeds lang bestaande beeld dat dit type werk zeer belastend is (Post, 1992). En ook stemt het overeen met het beeld opgeroepen in figuur 6, dat de standaardhaak zeker niet meehelpt in het reduceren van reeds aanwezige klachten. In die laatste zin biedt de nieuwe haak wel degelijk perspectief.

Inmiddels is de Tomahaok niet meer het enige alternatief voor de standaardhaak. Een derde haak, de Tomguide, is een product waarbij de rol touw waaraan de stengel hangt op de hoge draad rijdt, en er dus niet aan hangt zoals bij de Tomahaok en de standaardhaak. Een slim werkend remmechanisme voorkomt ongewenst afrollen van het touw. Met een simpele en weinig kracht kostende beweging wordt de rem ontgrendeld en het klosje over de hoge draad gerold. Daarbij wordt het touw afgewikkeld over dezelfde lengte als de horizontaal verplaatste afstand. Ook deze Tomguide lijkt, indien vrij van kinderziekten, te kunnen bijdragen aan het reduceren van de fysieke belasting bij het laten zakken van tomatenplanten. Momenteel wordt de Tomguide in de praktijk getest, met name op de aspecten opbrengst van tomaten en arbeidstijd. De arbeidsomstandigheden zijn evenwel nog niet meegenomen.

5 Conclusies en aanbevelingen

Het huidige onderzoek bevestigt dat het laten zakken van tomatenplanten met behulp van een standaard metalen haak gezondheidsrisico's met zich mee brengt, met name voor de nek- en schouderregio.

Het onderzochte alternatief, de Tomahaôk, kán de risico's voor de gezondheid verminderen door een reductie van de spierbelasting.

Of deze vermindering optreedt zal met name afhangen van de toepassing van de juiste werktechniek. Mogelijk moet deze instructie van tijd tot tijd herhaald worden om te voorkomen dat de haak wordt gehanteerd met een overmatige spieraanspanning.

De Tomahaôk zal maximaal een kleine 20% meer arbeidstijd vragen voor het laten zakken, d.w.z. ongeveer 1% van de totale arbeidsbehoefte van een gemiddeld tomatenbedrijf. Dit bedrag is wellicht een te hoge schatting in verband met de geringe ervaring met deze haak in de praktijk.

Omdat de onzekerheid die de huidige resultaten omgeeft, vanwege de qua omvang beperkte groep, de brede toepassing van de Tomahaôk mogelijk zal hinderen, verdient het aanbeveling een vergelijkbaar experiment uit te voeren in de praktijk en met een grotere groep. Daarmee wordt het mogelijk een goed beeld te krijgen van de werkelijke arbeidsbehoefte en arbeidsbelasting van de nieuwe haak ten opzichte van de standaard haak. In deze proef zou met name de recenter ontwikkelde haak Tomguide (en eventuele andere in de praktijk gebruikte perspectievolle haken) moeten worden meegenomen. Van belang is dan tevens dat de haken technisch uitontwikkeld zijn. De huidige haken, zowel Tomahaôk als Tomguide, blijken in praktijktoepassing nog onverwachte problemen te geven. Met name dienen de volgende punten te worden genoemd:

- Het niet zakken van de stengel in de beginfase van de teelt, vanwege het lage stengelgewicht, bij gebruik van het normale (dikke) touw in de Tomahaôk.
- Het insnijden van het touw van de Tomahaôk in de tomatenstengel indien dunner en gladder touw wordt gebruikt.
- De slijtage van de rollen en het "schokkerig" zakken bij gebruik van de Tomguide.

Referenties

- Chaffin D B and Andersson G B J 1991 Occupational biomechanics (2nd edition). New York, J. Wiley
- Dieën J H v 1997 Are recruitment patterns of the trunk musculature compatible with a synergy based on the maximization of endurance? *J. Biomech.* 30, 1095-1100.
- Dieën J H v and Oude Vrielink H H E 1994 The use of the relation between relative force and endurance time in ergonomics. *Ergonomics.* 37, 231-243.
- Hagberg M 1981 Electromyographic signs of shoulder muscular fatigue in two elevated arm positions. *Am. J. Phys. Med.* 63, 111-121.
- Hildebrandt V H 1995 Musculoskeletal symptoms and workload in 12 branches of Dutch agriculture. *Ergonomics.* 38, 2576-2587.
- Jonsson B 1978 Kinesiology with special reference to electromyographic kinesiology. In: *Contemporary Clinical Neurophysiology (EEG suppl. no 34)*. Editors: W.A. Cobb; H. van Duijn. p. 417-428. Amsterdam, Elsevier scientific publishing company
- Jonsson B 1982 Measurement and evaluation of local muscular strain in the shoulder during constrained work. *J. Human Ergol.* 11, 73-88
- Landbouw-Economisch Instituut C B v d S 2004 Land- en tuinbouwcijfers 2004. LEI, Postbus 29703, 2502 LS, 's-Gravenhage
- 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.
- Prilutsky B I, Isaka T, Albrecht A M and Gregor R J 1998 Is coordination of two-joint leg muscles during load lifting consistent with the strategy of minimum fatigue? *Journal-of-biomechanics.* nov 1998; 31 (11) : 1025-1034
- Roelofs P F M M, Looije A A J, Hendrix A T M and Oude Vrielink H H E 2003 Eindrapportage Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sectoren. Onderzoek naar stand der Techniek met betrekking tot de fysieke belasting in de agrarische sector. In: (Creemers, MMM, AACJ de Rooij, HHE Oude Vrielink, PFMM Roelofs, J Klein Hesselink & J. van Schie, eds.) *Nulmeting en onderzoek stand der techniek fysieke en psychische belasting arboconvenant agrarische sectoren.* Elsevier bedrijfsinformatie bv. Doetinchem., II-1 - II-130.
- Sluiter J K, Rest K M and Frings-Dresen M H W 2001 Criteria document for evaluation of the work-relatedness of upper extremity musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health.* 27, 1-102.
- Tukey J W 1977 *Exploratory data analysis.* Addison-Wesley Publishing Company, Reading Massachusetts, Menlo Park California, USA

Samenvatting

De moderne teeltwijze van tomaten aan een zogenaamde hoge draad brengt met zich mee dat het touw waaraan de planten in de kas omhoog groeien periodiek moet worden gevierd. Standaard hierbij is dat de haak, waarop het touw gewonden is, wordt getild. Hierbij wordt het volle gewicht van de plant (4-6 kg) éénhandig gedragen. De werkzaamheid, het “laten zakken”, wordt als zware fysieke belasting ervaren. Een alternatieve haak, de Tomahaok, claimt een sterke reductie van deze fysieke belasting omdat het laten zakken kan worden gedaan zonder noemenswaardige tilbelasting. In hoeverre deze claim ook werkelijk in de praktijk bewaarheid wordt is onderzocht. Tevens is onderzocht op welke punten de nieuwe haak verbetering zou behoeven alvorens deze breed in de praktijk toe te passen.

Het onderzoek heeft plaatsgevonden met zes ervaren proefpersonen op vijf tomatenbedrijven. De personen werkten zowel met een standaard haak als met de Tomahaok. Bij alle proefpersonen zijn bij iedere haak de volgende zaken onderzocht: werkprestatie, ervaren inspanning (gescoord op een 10-punts subjectieve belastingschaal) en lokaal ervaren ongemak (separaat aangegeven voor diverse lichaamsregio's). Bij twee personen is tevens de inspanning beoordeeld met behulp van electromyografie (EMG), gemeten aan zes schouderpijpen. Alle proefpersonen is gevraagd, nadat het werk met beide haken was uitgevoerd, de werkzaamheden met beide haken te vergelijken aan de hand van een aantal standaardvragen over snelheid van werken, inleertijd en gevoel van veiligheid. Tevens is gevraagd naar suggesties voor verbetering van de Tomahaok.

De resultaten laten zien dat het laten zakken van tomatenplanten met de Tomahaok als fysiek lichter wordt ervaren en voor de rugzijde van het lichaam tot minder klachten lijkt te leiden. Of het werk werkelijk lichter wordt, blijkt sterk te worden beïnvloed door de gehanteerde werktechniek: EMG metingen laten zien dat de Tomahaok niet “vanzelf” leidt tot lichter werk en dat een goede (en herhaalde) instructie bepalend kan zijn voor de mate waarin de nieuwe haak de belasting reduceert. Het werken met de Tomahaok vroeg in de huidige opzet 18% meer arbeidstijd voor het laten zakken zelf. Daartegenover staat dat de kans op beschadiging van de tomatenplanten afgenomen lijkt en het oogstwerk mogelijk beter en sneller kan worden uitgevoerd.

De beperkte schaal waarop het huidige onderzoek is uitgevoerd belemmert het eenduidig doortrekken van de resultaten naar praktijkschaal. Allereerst kan worden verdedigd dat een bedrijfsbrede toepassing van alternatieve haken de extra arbeidsbehoefte vermindert als gevolg van een leereffect. Ten tweede is de discrepantie tussen subjectief ervaren belasting en EMG metingen mogelijk veroorzaakt door de grote vrijheid in werktechniek. Om te bekijken of er werkelijk sprake is van een overschatting van zowel arbeidsbehoefte als arbeidsbelasting bij gebruik van een alternatieve haak wordt het uitvoeren van een vergelijkbaar onderzoek op grotere schaal aanbevolen. Randvoorwaarden evenwel zijn dan dat alle alternatieve haken worden meegenomen, dat deze technisch goed functioneren en dat ze op praktijkschaal worden toegepast.

Bijlagen

Bijlage 1: Invulformulier lokaal ervaren ongemak en krachtgebruik

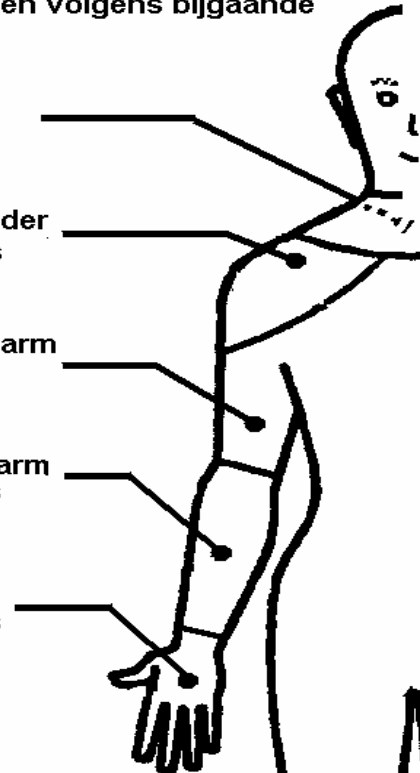
Naam bedrijf / persoon:

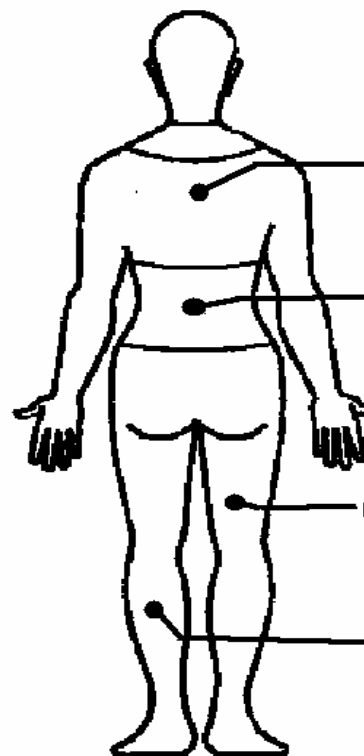
Schaar:

Voc	Standaard haak	Tomahaok
-----	----------------	----------

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

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

score (0 - 10)	nek	
score (0 - 10)	schouder rechts	
score (0 - 10)	bovenarm rechts	
score (0 - 10)	onderarm rechts	
score (0 - 10)	hand rechts	

	bovenrug	score (0 - 10)
	onderrug	score (0 - 10)
	rechterbeen	score (0 - 10)
	linkerbeen	score (0 - 10)

Kunt u hieronder een beoordeling geven van de mate van krachtgebruik bij deze haak?

score (0 - 10)

Bijlage 2. Beoordelingsformulier kracht en ervaren ongemak

Schaal ter beoordeling lokaal ervaren ongemak en krachttuitoefening		
Waardering	Ervaren ongemak	Krachttuitoefening
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)

Bijlage 3. Interviewformulier tomatenhaak

Naam bedrijf / persoon:

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

1. Hoe beoordeelt u het werken met de Tomahaôk t.o.v. de standaard hoge draad haak?

De Tomahaôk werkt:

Prettiger	Maakt niet uit	Minder prettig
-----------	----------------	----------------

2. Hoe beoordeelt u de snelheid van werken met de Tomahaôk t.o.v. de standaard hoge draad haak?

De Tomahaôk werkt:

Sneller	Maakt niet uit	Minder snel
---------	----------------	-------------

3. Wat is naar uw schatting de inleertijd voor het goed kunnen werken met de Tomahaôk?

Uren	Dagen	Weken
------	-------	-------

Onderschrijft u de volgende stellingen?

4. Het "laten zakken" met de Tomahaôk is zeer licht.

ja	nee
----	-----

5. Omdat het zakken veel geleidelijker gebeurt, is de kans op beschadiging van de planten bij de Tomahaôk afgenomen (incl. afvallen van tomaten).

ja	nee
----	-----

6. Het laten zakken met de Tomahaôk kan door iedereen gedaan worden.

ja	nee
----	-----

7. Vanwege het voortdurende contact met de hoge draad voel ik me veiliger bij gebruik van de Tomahaôk t.o.v. de standaard hoge draad haak (i.v.m. de stabiliteit).

ja	nee
----	-----

8. Door het gebruik van de Tomahaôk kan de werkhoogte voor het oogsten geoptimaliseerd worden.

ja	nee
----	-----

9. Een optimale werkhoogte verhoogt de arbeidsprestatie bij het oogsten.

ja	nee
----	-----

10. Hebt u suggesties voor verbetering van de Tomahaôk (denk aan vormgeving, materiaal, etc.) of aspecten die nog verbetering behoeven (denk aan wisselende plantgewichten)?

.....
.....
.....
.....

- Chaffin D B and Andersson G B J 1991 Occupational biomechanics (2nd edition). New York, J. Wiley
- Dieën J H v 1997 Are recruitment patterns of the trunk musculature compatible with a synergy based on the maximization of endurance? *J. Biomech.* 30, 1095-1100.
- Dieën J H v and Oude Vrielink H H E 1994 The use of the relation between relative force and endurance time in ergonomics. *Ergonomics.* 37, 231-243.
- Hagberg M 1981 Electromyographic signs of shoulder muscular fatigue in two elevated arm positions. *Am. J. Phys. Med.* 63, 111-121.
- Hildebrandt V H 1995 Musculoskeletal symptoms and workload in 12 branches of Dutch agriculture. *Ergonomics.* 38, 2576-2587.
- Jonsson B 1978 Kinesiology with special reference to electromyographic kinesiology. In: *Contemporary Clinical Neurophysiology (EEG suppl. no 34)*. Editors: W.A. Cobb; H. van Duijn. p. 417-428. Amsterdam, Elsevier scientific publishing company
- Jonsson B 1982 Measurement and evaluation of local muscular strain in the shoulder during constrained work. *J. Human Ergol.* 11, 73-88
- Landbouw-Economisch Instituut C B v d S 2004 Land- en tuinbouwcijfers 2004. LEI, Postbus 29703, 2502 LS, 's-Gravenhage
- 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.
- Prilutsky B I, Isaka T, Albrecht A M and Gregor R J 1998 Is coordination of two-joint leg muscles during load lifting consistent with the strategy of minimum fatigue? *Journal-of-biomechanics.* nov 1998; 31 (11) : 1025-1034
- Roelofs P F M M, Looije A A J, Hendrix A T M and Oude Vrielink H H E 2003 Eindrapportage Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sectoren. Onderzoek naar stand der Techniek met betrekking tot de fysieke belasting in de agrarische sector. In: (Creemers, MMM, AACJ de Rooij, HHE Oude Vrielink, PFMM Roelofs, J Klein Hesselink & J. van Schie, eds.) *Nulmeting en onderzoek stand der techniek fysieke en psychische belasting arboconvenant agrarische sectoren*. Elsevier bedrijfsinformatie bv. Doetinchem., II-1 - II-130.
- Sluiter J K, Rest K M and Frings-Dresen M H W 2001 Criteria document for evaluation of the work-relatedness of upper extremity musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health.* 27, 1-102.
- Tukey J W 1977 *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading Massachusetts, Menlo Park California, USA