



Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sector

Innovaties in de glasgroenteteelt: vergelijking van verschillende methoden voor het laten zakken van tomatenplanten

Innovations in horticulture: comparison of different working methods for lowering of tomato plants

Huub H.E. Oude Vrielink
N. Lemmen
A.A.J. Looije
P. Vermeulen

Rapport 732



Onderzoek Arboconvenant Agrarische Sector

**Innovaties in de glasgroenteteelt:
vergelijking van verschillende
methoden voor het laten zakken van
tomatenplanten**

*Innovations in horticulture:
comparison of different working methods for
lowering of tomato plants*

Huub H.E. Oude Vrielink¹
N. Lemmen
A.A.J. Looije
P. Vermeulen²

Rapport 732

¹ ErgoLab Research B.V. & Wageningen UR – Agrotechnology and Food Sciences Group
² Wageningen UR - Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Glastuinbouw

Colofon

Titel	Innovaties in de glasgroenteteelt: vergelijking van verschillende methoden voor het laten zakken van tomatenplanten
Auteur(s)	Huub H.E. Oude Vrielink; N. Lemmen; A.A.J. Looije; P. Vermeulen
AFSG nummer	Rapport nr. 732
ISBN-nummer	90-8585-025-8
Datum van publicatie	december 2006
Vertrouwelijkheid	-
Project code.	6211001300
Prijs	Dit rapport is vrij beschikbaar via onderstaand internet adres

ErgoLab Research B.V. & Wageningen UR - Agrotechnology and Food Sciences Group
Postbus 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 317 47 64 60
E-mail: huub.oudevrielink@wur.nl
Internet: www.groenkennisnet.nl/platformarbeid/

© 2006 ErgoLab Research B.V. & Wageningen UR - Agrotechnology and Food Sciences Group
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, 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 rapport is het resultaat van een dergelijk onderzoek: het vergelijken van de haalbaarheid van verschillende systemen als alternatief voor de hoge draad haak bij de teelt van vruchtgroenten, met name van tomaten.

Het onderzoek is alleen mogelijk geweest door de bereidwillige medewerking van de tomatenbedrijven Van der Lans, Van den Bosch, Van Schie, Vereyken, Raymakers, Koot en Themato, en de proefpersonen in deze bedrijven, t.w. Martin, Cor, Paul, Geert-Jan, Maarten, Nick, Ali en Frans: U allen wordt hartelijk bedankt voor de medewerking! Ook wordt de heer H. Spierenburg bedankt voor het geven van tips bij het gebruik van de Tomgide.

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 (Systeeminnovaties in respectievelijk de biologische en geïntegreerde bedekte teelten).

De auteurs.

Abstract

In The Netherlands, the modern way of tomato production involves a high wire system. Here, metal hooks hold a rope that guides the growing tomato plant. Because the plants keep growing during the season, each rope is to be lowered periodically, which requires one-handed lifting. Because each plant weighs 4-6 kg and a complete cycle costs only 1-2 seconds, the task is considered to be strenuous and highly repetitive. Some alternative systems are available or under development, but their eventual load relieving effect is unknown. The present study considered some alternative systems from a theoretical viewpoint and investigated the effects of one particular alternative hook, the Tomguide. This hook eliminates most of the lifting part of the task because of application of a reel on which the rope is winded.

The research involved seven experienced persons in six companies. All of the persons performed both tasks, i.e. the standard hook and the Tomguide. Muscular loading, experienced effort and working speed were measured during and after each task. Muscular loading was measured in four shoulder (trapezius and deltoid, left and right side) and two upper arm (biceps, left and right) muscles, applying electromyography (EMG). Static, median and peak load, relative to maximal activation, were calculated. Experienced effort was scored using a 10-point rating scale and a body diagram showing 14 body regions.

EMG results showed a significant decrease in peak activity for both upper arm muscles when using the Tomguide. Median activity was reduced only for the right upper arm. If all 6 muscles were pooled, peak activity was reduced significantly, while median activity showed a tendency, without reaching significance. No difference was measured for any of the individual shoulder muscles measured. Experienced effort decreased significantly for the shoulder and upper arm regions, both left and right, in case of the Tomguide. It was observed that the Tomguide task lead to an increase in working time by 27%, compared to the standard hook, possibly partly due to insufficiently functioning of the mechanical brake on the reel.

It is concluded that the Tomguide, and probably also comparable reel rope systems, contribute to a reduction of muscular load, in particular of the upper arm muscles, because lifting of the plants is strongly reduced. Because most workers copy their working height for the standard hook into the new situation, attention must be paid to instruction of the proper working height, in order to prevent unnecessarily high load of the shoulder muscles. Besides, final conclusions of the labour demand can only be drawn if the reel system applied is functioning well. The braking system of the Tomguide tested here did not allow for a relaxed working technique.

Keywords: tomato training, tomato production, horticulture, labour conditions, upper extremity muscle load, musculoskeletal health, ergonomics

Inhoud

Voorwoord	5	
Abstract	7	
1	Introductie	11
1.1	Doel van project	12
1.2	Opbouw van het rapport	12
2	Ontwikkelingen in het laten zakken van vruchtgroenten	13
2.1	Ontwikkelingen in hoge draad haken	13
2.1.1	Tomahaok (Tomahaok B.V., De Lier, NL)	13
2.1.2	Fischer Tomguide (Spierenburg)	14
2.1.3	Rollerplast (Paskal, Ma'a lot, Israel; importeur: Sanac, B)	14
2.1.4	Rollerhook (Paskal, Ma'a lot, Israel; importeur: Sanac, B)	15
2.1.5	Hogedraadspoel (Bato Plastics B.V., Zevenbergen, NL)	15
2.1.6	Conclusies hoge draad haken	16
2.2	Automatisch laten zakken van planten	16
2.2.1	Systeem Gebr. Litjens	16
2.2.2	De Finse rol	18
2.2.3	Conclusies automatische systemen	18
2.3	Gecombineerde systemen voor laten zakken en indraaien	18
2.3.1	Ringmaster met Rollerhook en gapcord (Priva BV)	18
2.3.2	Pelikaanhaak (C. Pelikaan)	19
3	Vergelijking fysieke belasting Tomguide – standaard haak	21
3.1	Doel van het onderzoek	21
3.2	Methoden	21
3.2.1	Proefpersonen	21
3.2.2	Hoge draad haken	22
3.2.3	Metingen spieractiviteit	22
3.2.4	Metingen subjectief ervaren belasting, ervaringen en werkprestatie	24
3.2.5	Dataverwerking	24
3.2.6	Statistische toetsing	25
3.3	Resultaten	25
3.3.1	EMG	25
3.3.2	Ervaren spierbelasting	28
3.3.3	Werkprestatie	28
3.3.4	Gebruikerservaringen	29
3.4	Samenvatting van de resultaten	30
4	Discussie	31
4.1	Lichamelijke klachten veroorzaakt door laten zakken?	31
4.2	Arbeidsverlichting door rollende of schuivende haken?	32
4.3	Arbeidstijd	33

5	Conclusies	35
	Referenties	37
	Samenvatting	39
	Bijlagen	41
	Bijlage 1: Scoreformulier Lokaal ervaren kracht	41
	Bijlage 2: Beoordelingsschaal Lokaal ervaren kracht	42
	Bijlage 3: Formulier gebruikerservaringen van Tomguide	43

1 Introductie

De glasgroenteteelt is in meerdere opzichten van betekenis voor de Nederlandse agrarische sector. Als onderdeel van de sector glastuinbouw draagt het aanzienlijk bij aan de nationale economie en aan de werkgelegenheid, ook in het segment van de lager opgeleiden. Daarnaast is de sector zeer actief wat betreft innovaties op technisch en teeltkundig terrein. Deze innovaties leiden weer tot een bloeiende werkgelegenheid in de toeleverende industrie.

Voor Nederland zijn binnen de glasgroenteteelt de teelt van de paprika, tomaten en komkommers het belangrijkste. Het teelt- en verwerkingsproces op het primaire bedrijf is in belangrijke mate geautomatiseerd, dat wil zeggen dat op diverse plaatsen in het arbeidsproces een breed scala aan hulpmiddelen kan worden ingezet om de arbeid te vervangen, verlichten en/of versnellen. Het gevolg is dat veel van de voorheen voorkomende tilhandelingen niet meer voorkomen en door machines zijn overgenomen. Het handwerk dat nog altijd moet gebeuren kan in de meeste gevallen worden gekarakteriseerd als eenvoudig en repeterend. Bij vruchtgroenten bestaat dit handwerk uit de volgende handelingen: dieven, indraaien, laten zakken en blad plukken. Deze handelingen worden al dan niet gecombineerd uitgevoerd, afhankelijk van het seizoen en de gewasstand. Het dieven, indraaien en blad plukken is licht werk. Fysiek zwaar is het laten zakken van de planten bij de teelt aan de hoge draad. Het laten zakken gebeurt handmatig waarbij de plant éénhandig wordt opgetild en de draad op de haspel wordt afgewikkeld. Dit werk kan worden beschouwd als zwaar én repeterend, waardoor werkers een aanzienlijk risico lopen op het ontwikkelen van klachten, vooral in de schouder- en polsregio (Palmer, 1996; Oude Vrielink & Looije, 2004). In een eerdere inventarisatie voor het Arboconvenant bleek het laten zakken van tomatenplanten een werkzaamheid die algemeen als zwaar werd beoordeeld, vooral voor de nek/schouderregio (Nulmeting Arboconvenant, 2003). Ook in een eerder artikel (Post, 1978) wordt deze bewerking als zeer belastend voor de uitvoerders beoordeeld, vooral omdat men bij het laten zakken telkens rond 5 kg moet tillen.

Bij de zogenaamde hoge draad teelt wordt de groeikop van de plant boven in de kas gehouden, zodat het gewas (de stengel) ondersteund moet worden. Het gewas wordt dan ingedraaid in, of met clips vastgezet aan een hangend touw. Vanaf het moment dat de plant de gewasdraad in de nok bereikt heeft, moet de plant regelmatig ruimte aan het touw krijgen, het laten zakken, en om de ruimte op te vangen horizontaal verhangen of verschoven worden. Dit gebeurt in één handeling. Vooral bij de tomaat is dit een gangbare werkwijze (zie hiervoor ook Oude Vrielink & Looije, 2004). Bij de komkommer komt dit teeltsysteem op een deel van de bedrijven voor, omdat het hoge draad systeem extra arbeid geeft die niet in alle gevallen goedge maakt wordt door extra omzet. Ook bij de teelt van paprika komt het hoge draad systeem voor. Echter, het laten zakken ontbreekt hier: enerzijds omdat de paprika een langzamere groeier is en anderzijds omdat het gewas houtiger en minder buigzaam is dan de tomaat en de komkommer. Op dit moment bereikt het gewas tegen het einde van de teelt maar net de gewasdraad. Dit gewas is dus van nature een “hoge draad” gewas en vraagt alleen maar om ondersteuning en geleiding.

Vanwege de zwaarte zowel als de arbeidsvraag van dit werk is de sector actief met innovaties om het laten zakken, maar ook het indraaien, te verlichten en, zo mogelijk, te automatiseren. Zo is en

wordt er in de afgelopen jaren met enkele nieuwe ontwerpen van hoge draad haken geëxperimenteerd, waarbij het belangrijkste doel was de fysieke arbeid te verlichten, daarmee het werk aantrekkelijker te maken voor het personeel. Een introductie van de Tomahâok, in een eerder onderzoek op arbeidsverlichting geëvalueerd (Oude Vrielink & Looije, 2004), is op brede praktijkschaal door verkeerde materiaalkeuze gestopt. Uit het genoemde onderzoek werd de conclusie getrokken dat de Tomahâok weliswaar de belasting kan verlichten, maar dat dit effect sterk afhangt van de gebruikte werktechniek. Mogelijk is een blijvende en herhaalde instructie noodzakelijk. Daarnaast is gebleken dat het werk met deze haak bijna 20% meer arbeidstijd kost. Een ander systeem, de Tomguide, waarbij een rol over de hoge draad rolt en de plant niet meer hoeft te worden getild (behalve bij de steunpunten van de hoge draad), is op beperkte schaal in de praktijk toegepast. Een bijkomend effect van de Tomguide, volgens de fabrikant, zou een mogelijke vermindering van de arbeidsbehoefte kunnen zijn. Ook in de komkommerteelt wordt geëxperimenteerd met wijzen van flexibele ophanging van de planten aan een hoge draad. Het “Gap-cord”, tenslotte is een ontwikkeling waarbij de plant aan een zogenaamd touwladderkoord wordt vastgezet met een ring. Hierbij wordt het indraaien van planten vervangen door het aanringsen van de planten aan het koord. Dit systeem bedient zich van een eigen wijze van vieren van het koord, waardoor ook het laten zakken niet meer voorkomt.

1.1 Doel van project

Het huidige project is bedoeld om enkele innovaties op het gebied van het laten zakken van vruchtgroenten planten te beoordelen op perspectief, arbeidsverlichting en bedrijfseconomische consequenties. Vooraf is hierbij de keuze gemaakt middels metingen de effecten van de toepassing van de Tomguide op meerdere praktijkbedrijven vast te leggen. Andere innovaties zijn door middel van interviews beoordeeld.

1.2 Opbouw van het rapport

Het onderzoek is opgesplitst in twee delen. Het eerste deel (hoofdstuk 2) beschrijft belangrijke ontwikkelingen in de tomatenhaken, in systemen voor het automatisch laten zakken van de planten en in systemen die laten zakken combineren met indraaien. Het tweede deel (hoofdstuk 3) beschrijft de evaluatie van de fysieke belasting en arbeidsbehoefte bij toepassing van de Tomguide in vergelijking met de standaard metalen wikkelhaak. Beide onderdelen komen samen in de gemeenschappelijke samenvatting (hoofdstuk 4). De bijlagen geven inzicht in de wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd.

2 Ontwikkelingen in het laten zakken van vruchtgroenten

In 7 open interviews (waarvan 4 bedrijfsbezoeken) is getracht een beeld te krijgen van de belangrijkste ontwikkelingen in de glastuinbouw vruchtgroententeelt met het oog op het verlichten van het laten zakken van de planten. Geïnterviewd zijn fabrikanten (Priva b.v., Bato Plastics b.v., Litjens), een handelsonderneming (Sanec), , een tomatenkweker (Hendrixx), een komkommerteler (Aarts) en een bedrijfsleider proefbedrijf (Demokwekerij Metazet). De volgende tabel geeft een overzicht van bestaande en nieuwe perspectievolle ontwikkelingen in de techniek van het laten zakken, al dan niet gecombineerd met ander werk.

Tabel 2.1: overzicht van de geïnterviewde systemen in de glasgroenteteelt, bedoeld om arbeid te besparen of te verlichten.

<i>Alternatieve hoge draad haken</i>	<i>Automatisch laten zakken</i>	<i>Gecombineerde systemen</i>
Tomahaok	Systeem Litjens	Ringmaster met rollerhook
Tomguide	Finse rol	Pelikaanhaak
Rollerplast		
Rollerhook		
Hoge draad spoel		

2.1 Ontwikkelingen in hoge draad haken

2.1.1 Tomahaok (Tomahaok B.V., De Lier, NL)

De haak wordt gekanteld om het touw te laten zakken, gelijktijdig verschoven en hoeft alleen getild te worden bij het verhangen bij de spanten. Uit eerder onderzoek (Oude Vrielink & Looije, 2004) blijkt dat het laten zakken van tomatenplanten met de Tomahaok fysiek lichter wordt ervaren en voor de rugzijde van het lichaam tot minder klachten leidt. Of het werk daadwerkelijk lichter wordt lijkt afhankelijk van de gebruikte werktechniek, waarbij een herhaalde werkinstructie noodzakelijk lijkt. Uit de genoemde kleinschalige praktijkproef bleek dat het werken met de Tomahaok 18% meer arbeidstijd vroeg ten opzichte van de standaard metalen



wikkelhaak. Echter, in de interviews is ook aangegeven dat de arbeidsprestatie die van de wikkelhaak zou evenaren. Voldoende ervaring met de haak en het toepassen van de juiste werktechniek zou dat mogelijk maken.

De volgende knelpunten zijn genoemd:

- De handeling van het laten zakken vraagt een goede instructie.

- Bij zowel een lichte als zware plant zijn twee handen nodig voor de bewerking: in het eerste geval om de plant te laten zakken en bij een zwaarder gewas om te voorkomen dat er teveel touw van de klos schiet.
- Geen vrije val mechanisme voor de eerste paar meter touw, vanwege een patentbescherming.
- Duurder dan de wikkelhaak.

2.1.2 Fischer Tomguide (Spiereburg)

Zie hiervoor hoofdstuk 3 van dit rapport. Een rol waarop het touw waaraan de plant hangt rolt over de hoge draad. Afrollen wordt voorkomen door een speciaal remmechanisme. Ontgrendeling van de rem door simpel duwen tegen de metalen beugel laat het touw afrollen.



De volgende knelpunten zijn genoemd:

- Het laten zakken verloopt schokkerig; om dit op te vangen wordt ook wel met twee handen gewerkt, waarbij de ene hand op de rol rust om ongewenst afrollen te voorkomen.
- Geen vrije val mechanisme voor de eerste paar meter touw, vanwege een patentbescherming.
- Grotere lichtonderschepping vanwege de relatief grote, ondoorzichtige rol en de vrij forse afmetingen.
- Duurder dan de wikkelhaak.

2.1.3 Rollerplast (Paskal, Ma'a lot, Israel; importeur: Sanac, B)

Het principe en de werktechniek lijken op die van de eerder beschreven Tomahaôk. Het klosje draad op de Tomahaôk is bij de Rollerplast vervangen door een spoel. De haak wordt gekanteld om het touw te laten zakken, gelijktijdig verschoven en hoeft alleen getild te worden bij het verhangen bij de spanten. De spoel kan tot 20 meter draad bergen. Dezelfde redenen voor het eventueel verminderen van de fysieke belasting als aangevoerd bij de Tomahaôk gelden voor de Rollerplast; ook gelden waarschijnlijk dezelfde voorwaardelijkheden. De Rollerplast wordt volgens de leverancier niet in Nederland toegepast vanwege de te sterke positie van de standaard metalen wikkelhaak.



Hoewel geen onderzoek hiernaar gedaan is zijn de volgende knelpunten waarschijnlijk:

- Grotere lichtonderschepping vanwege de relatief grote, ondoorzichtige spoel en haak, en de vrij forse afmetingen..
- Duidelijke instructie nodig (zie Tomahaôk).

- Geen vrije val mechanisme voor de eerste paar meter touw, vanwege een patentbescherming.
- Er moet met twee handen gewerkt worden om ongewenst teveel afrollen van het touw te voorkomen.
- Duurder dan de wikkelhaak.

2.1.4 Rollerhook (*Paskal, Ma'a lot, Israel; importeur: Sanac, B*)

Deze haak kan met draad of touw op de spoel worden toegepast, maar ook met gap-cord (zie verderop). De fysieke belasting in vergelijking met de wikkelhaak lijkt minder en vergelijkbaar is met die van de Tomahaok en Tomguide. De werktechniek is vergelijkbaar met de Tomguide, met dit verschil dat de Rollerhook met de metalen haak over de gewasdraad wordt geschoven terwijl de Tomguide met de spoel over de gewasdraad rolt.

In een interview wordt aangegeven dat deze haak, evenals de Tomahaok het werk fysiek lichter maken waarbij de arbeidstijd vergelijkbaar is met die van de wikkelhaak. De werktechniek van de Rollerhook lijkt simpeler dan die van de Tomahaok. De spoel kan tot 32 meter draad bevatten.



De volgende knelpunten zijn genoemd:

- Kans op doorschieten bij zwaarder gewas.
- Mogelijk grotere lichtonderschepping.
- Geen vrije val mechanisme voor de eerste paar meter touw, vanwege een patentbescherming.
- Duurder dan de wikkelhaak.

2.1.5 Hogedraadspoel (*Bato Plastics B.V., Zevenbergen, NL*)

Haak met vaste draadhaspel. Door de haak op de gewasdraad te kantelen van verticaal naar horizontaal, wikkelt de steundraad af en stopt het afwikkelen als de haak weer in horizontale positie is. De controle over het afwikkelen is minimaal. De hand zal het afwikkelen moeten afremmen en begeleiden waardoor sprake is van tegenhouden en/of tillen. Bij BATO wordt gewerkt aan een opvolger van deze hoge draad spoel. Hierbij zit de draad op een verwisselbare spoel en hangt de haak met een beugel aan de gewasdraad. In verticale positie klemt de steundraad in een V-vormige uitsparing, de rem. Bij het kantelen van de haak komt de steundraad los uit de V-vormige uitsparing en rolt de spoel af. Laten zakken vormt dan een combinatie van kantelen, afrollen en opschuiven over de gewasdraad. De werktechniek lijkt op die van de Tomahaok en zal fysiek minder belastend zijn in vergelijking met de wikkelhaak. De controle over het afwikkelen lijkt minimaal en de werking van de rem moet worden afgewacht. In 2007 zal een praktijkproef hiermee worden uitgevoerd.



De volgende knelpunten worden verwacht:

- Kans op doorschieten, waardoor twee handen nodig zijn.
- Mogelijk moet ook hier een goede instructie gegeven worden van de juiste werktechniek.
- Geen vrije val mechanisme voor de eerste paar meter draad, vanwege een patentbescherming.
- Duurder dan de wikkelhaak.

2.1.6 Conclusies hoge draad haken

Voor de Tomahaok, de Tomguide, Rollerhook en de Hogedraadspoel geldt dat het tillen in vergelijking met de wikkelhaak aanzienlijk vermindert; wél moeten bij iedere tralielegger, circa 1 x per 10 haken, én aan de kopgevel en het hoofdpad de haken overgehangen worden. Dit overhangen gaat gepaard met tillen van de tomatenstengel met een gewicht van 2 tot 7 kg en aan de kopeinden ook met ver reiken bij het omhangen op de andere gewasdraad.

De Tomahaok, de Tomguide en de Hogedraadspoel pretenderen het laten zakken geleidelijk en gecontroleerd te laten gebeuren. Het principe van laten zakken berust echter op het gewicht van de stengel. Dit gewicht varieert gedurende het teeltseizoen en geen van de apparaten heeft een technische oplossing voor de gevolgen van een variabel gewicht. Hiermee is het begeleiden met de hand noodzakelijk om controle te houden over het laten zakken. Begeleiden bij zware planten kan door met een hand druk op de klos uit te oefenen en zo het afwikkelen van de klos tegen houden. Ook kan met de andere hand het touw worden tegengehouden waarmee de plant licht wordt getild. Bij lichte planten wordt vaak aan het touw getrokken om te zorgen dat de plant daadwerkelijk zakt.

De Tomguide heeft, mits verbeteringen worden doorgevoerd om het schoksgewijze afrollen te voorkomen, waarschijnlijk nog de beste mogelijkheden. De Rollerhook lijkt ook een werkbaar systeem. Het moet nog blijken of het doorschieten van het draad bij een ervaren werker een probleem geeft.

Algemeen geldt dat de introductie van dit type haken wordt gehinderd door de extra aanschafkosten en de indicaties dat er geen duidelijke arbeidsbesparing wordt bereikt.

2.2 Automatisch laten zakken van planten

2.2.1 Systeem Gebr. Litjens

De meest perspectiefvolle nieuwe ontwikkeling vanuit het oogpunt van vermindering van de fysieke belasting is het systeem van automatisch laten zakken ontwikkeld door de gebroeders Litjens. De ontwikkeling is het prototype-stadium nog niet ontgroeid. In 2006 heeft verdere ontwikkeling plaatsgevonden op het bedrijf van Hendriks in Belfeld. Deze laatste gaat ook in 2007 door met ontwikkeling van het systeem, met aandacht voor een lichtere constructie. Bij dit

systeem is een half-open buis met ketting boven het gewas aangebracht. In de buis lopen ronde touwhaspels, verbonden aan de ketting, en gaan tijdens het verplaatsen tevens draaien, waardoor het touw geleidelijk kan worden gevierd en het gewas zakt. Ook verplaatsen de touwhaspels zich dan in horizontale richting, zodat de stengel voldoende ruimte krijgt.

Dit systeem vervangt volledig de arbeid benodigd voor het laten zakken. Dit betekent dat er een besparing in vergelijking met het handmatig laten zakken ontstaat. Om de bedrijfseconomische gevolgen te berekenen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De arbeid voor het hangen van de wikkelhaken met touw worden gelijk verondersteld aan het bevestigen van de klosjes met touw aan het automatisch systeem. Ditzelfde geldt voor de kosten van het wikkelen van de wikkelhaken en de klosjes.
- De arbeidsbesparing bedraagt 35 uur / ha per keer laten zakken.
- Het laten zakken gebeurt over een periode van 9 maanden. Bij een grote wikkelaar wordt iedere plant om de 10 dagen gevierd, dus 26 keer per jaar. Voor de kleine wikkelaar is dit 52 keer per jaar.
- De geleiderail boven het gewas zorgt voor een extra lichtonderschepping (dus: bovenop die van de wikkelhaken) van 2 keer 5 cm per pad van 1.60 m breed, dus ongeveer 6%.
- De gewasopbrengst bedraagt € 40,= / m². Opbrengstverlies wordt evenredig een eventuele lichtvermindering op het gewas beschouwd.

Een automatisch systeem levert een arbeidsbesparing van 35 uren/ha. Bij een uurloon van € 15,= /uur en een frequentie van laten zakken van 26 keer per jaar (grote wikkelaar) betekent dit een bedrag van $35 \times 15 \times 26 = € 13.650,=$ / ha. Hiertegenover staat een opbrengstverlies vanwege lichthinderings van $6\% \times 40 \times 10.000 = € 24.000,=$ / ha. Het systeem heeft dus een negatief effect op het saldo van ruim € 1,= / m². Uit de berekening volgt dat bij dit systeem en gegeven de aannames de arbeidsbesparing niet opweegt tegen de opbrengstderving, in vergelijking met de grote wikkelaar. Wel moet worden aangetekend dat de berekening zeer eenvoudig gehouden is; zo wordt geen rekening gehouden met eventuele besparing als gevolg van de verbeterde arbeidsomstandigheden, verminderde omvang van het personeel en een eventuele meeropbrengst vanwege een vergrote oogst omdat de planten geleidelijk zakken (dit betekent minder stress voor de planten). Bovendien weegt in de berekening de aangenomen lichtvermindering sterk mee. Dit punt zou minimaal beter onderzocht dienen te worden. Ook is geen rekening gehouden met de aanschaf van het systeem en de daarmee gepaard gaande rentekosten, dit omdat de omvang van dit bedrag nu niet bekend is. Verder is het de vraag of de arbeid volledig wordt geëlimineerd, omdat alle planten nu evenveel zakken maar wellicht niet allemaal even snel groeien. Het compenseren van roeiverschillen en het aanhouden van dieven moeten nog altijd met de hand worden gedaan.

Voor de kleine haak, welke een besparing zou opleveren van $35 \times 15 \times 52 = € 27.300,=$ zou een positief saldo ontstaan. Ook hier gelden bovengenoemde punten bij de aannames en investeringskosten.

2.2.2 *De Finse rol*

Dit systeem vervangt het handmatig laten zakken door een automatisch systeem, waarbij de planten aan touwen hangen die op spoelen (breedte 0.045 m, Ø 0.075 m) gewonden zijn. De spoelen zijn aan een vierkante pijp (0.025 x 0.025 m) boven het gewas bevestigd. Deze buis wordt automatisch gedraaid om het gewas te laten zakken. Ook hier zal de mate van lichthinderings door buis en spoelen fors zijn, met een verwacht negatief effect op het saldo. Daarnaast wordt het onmogelijk binnen hetzelfde systeem dieven op te hangen aan een nieuw naastgelegen touw. Voor tomatenteelt is dit systeem ook niet geschikt omdat de spoelen op een vaste positie aan de pijp zitten (er is geen sprake van horizontale verplaatsing).

2.2.3 *Conclusies automatische systemen*

Bij beide automatische systemen kunnen de volgende knelpunten worden genoemd:

- Alle planten zakken even veel, waarmee de gewaskoppen niet gelijk gehouden zullen worden omdat niet alle planten even sterk groeien.
- Het tussen de stengels hangen van dieven en het op een vaste onderlinge afstand houden van de stengels wordt bemoeilijkt.
- Het licht wordt onderschept door een constructie van rails of buis boven in de kas.
- De systemen vergen hoge investeringen bij aanvang.

Er kan worden geconcludeerd dat de automatische systemen een duidelijke verlichting van de fysieke belasting geven. Echter, de verwachte lichtonderschepping en investeringskosten staan de introductie van deze systemen in de weg.

2.3 **Gecombineerde systemen voor laten zakken en indraaien**

De systemen die het laten zakken combineren met het aanhechten van de stengels aan het touw (ringen, clippen of klemmen), hebben een toegevoegde waarde omdat het indraaien niet meer nodig is. Dit indraaien is een teelthandeling die door gekwalificeerd personeel wordt verricht, om te voorkomen dat de koppen breken en de planten stress ontwikkelen, waardoor productieverlies ontstaat. Ringen of clippen, daarentegen, kan ook door weinig ervaren personeel gebeuren en levert een arbeidsbesparing omdat ringen en clippen sneller gaat dan indraaien. Bovendien wordt stress van de planten voorkomen, waardoor een hogere productie zou kunnen worden bereikt.

2.3.1 *Ringmaster met Rollerhook en gapcord (Priva BV)*

De Ringmaster wordt nu vooral toegepast in de paprikateelt in combinatie met clippen. Door de stevigheid van het paprika gewas hoeft het gewas alleen geleid te worden. Komkommer- en tomatenplanten kunnen zichzelf niet staande houden. Ze moeten zowel ondersteund als geleid worden. Om de ringen van de Ringmaster ook te kunnen gebruiken bij deze gewassen en eventueel de clippen overbodig te maken bij de paprikateelt is het zogenaamde gapcord

ontwikkeld, een touwladderdraad. Door de laddervorm kan de ring vastgezet worden en blijft daardoor op hoogte zodat het gewas niet langs het touw naar beneden schuift. In combinatie met een hoge-draadhaak is dan ook het laten zakken van de plant mogelijk. Priva doet dit in combinatie met de Rollerhook. Voor 2007 is een praktijkproef voorgenomen.

De werktechniek voor het laten zakken is gelijk een die van de eerder genoemde Rollerhook met bijbehorende gebrek aan controle over het afwikkelen van het koord, geleidelijk afremmen en het functioneren van de rem. Om te ringen moet de Ringmaster op hoogte gehouden worden tegen gapcord en stengel. De Ringmaster zelf weegt ca. 1,5 kg en wordt aan een balancer op de buisrailwagen opgehangen. De cassette met ijzerdraad voor de Ringmaster staat op de buisrailwagen. Van de benodigde arbeidstijd en een eventuele arbeidsbesparing in vergelijking met het laten zakken en indraaien zijn nog geen onderzoeksdata bekend.

Bij het gebruik van normaal ijzerdraad gaan de ringen roesten. Hiermee is er kans op gewasschade. Om dit roesten van het ringetje te voorkomen wordt het draad voorzien van een coating. Hierbij is het de bedoeling dat deze coating tijdelijk is en in de loop van de teelt verdwijnt. Zo zal de ring in de loop het seizoen gaan roesten, zodat aan het einde van de teelt planten zowel als ringen als gft-afval kunnen worden afgevoerd. In 2007 gaat hiermee een praktijkproef van start.

2.3.2 *Pelikaanhaak (C. Pelikaan)*

Dit systeem bestaat uit een verticale spaak (ongeveer 1 m lang) met twee gewasklemmen. Deze haak is in gebruik bij de hoge-draadteelt van komkommers. De spaak hangt aan een gewasdraad. Voor dit systeem zijn aan het begin van de teelt op meerdere hoogten gewasdraden nodig, of de kas moet zijn voorzien van hijsbare gewasdraden. Het gewas wordt met 2 klemmen vastgezet aan de spaak. De handelingen bij het laten zakken zijn:

1. Onderste klem losmaken,
2. stengel met bovenste klem laten zakken langs de spaak
3. en de kop weer vast zetten met de losgemaakte klem aan de spaak.
4. Tijdens deze handelingen de haak opschuiven over de gewasdraad, om de stengel voldoende ruimte te geven.

Proeven met deze haak bij de hoge-draadteelt van tomaten zijn mislukt omdat de clip, die gebruikt wordt in de komkommerteelt, het gewicht van de tomaten stengel niet kan dragen. De stengel van een tomatenplant is zachter en slapper dan die van een komkommer. Alleen een clip die sterk genoeg is om het gewicht van de tomatenplant te dragen en de zachte stengel niet zal beschadigen maakt een toepassing van deze haak in de tomatenteelt mogelijk. De firma BATO zou een verbeterde clip of klem gaan ontwikkelen die zou voldoen aan bovengenoemde eisen. Dit is einde 2006 nog niet gebeurd. Indien dit plaats vindt is de Pelikaanhaak, mede door zijn eenvoud, een haak die mogelijkheden biedt voor de hoge draad tomatenteelt.

Vanuit het oogpunt van fysieke belasting lijkt deze haak gunstig, wat ook de ervaring is van een geïnterviewde komkommerteler. De prijs voor de huidige Pelikaanhaak is ca. € 0.75 (haak met twee klemmen). De kosten van de spaakhaak en verbeterde clips of klemmen van BATO zijn nog niet bekend.

3 Vergelijking fysieke belasting Tomguede – standaard haak

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het afstudeervak van de doctoraalstudie Bewegingswetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen; het is separaat verslagen in de doctoraalscriptie “Haak versus Haspel” van N. Lemmen, gepubliceerd aan deze universiteit. Onderstaand hoofdstuk volgt de beschrijving van de scriptie. Echter, de resultaten zijn ontworpen aan een kritische evaluatie en kunnen na een hernieuwde analyse afwijken van hetgeen in de scriptie is beschreven.

3.1 Doel van het onderzoek

Het onderzoek had de volgende doelen:

1. het meten van de verandering, indien aanwezig, in fysieke belasting bij het laten zakken van tomatenplanten met een Tomguede in vergelijking met de standaard hoge draad haak;
2. het inventariseren van de gebruikerservaringen met de Tomguede en eventueel gewenste aanpassingen aan de Tomguede;
3. het vergelijken van de arbeidsprestatie bij gebruik van beide genoemde haken.

3.2 Methoden

Voor dit onderzoek zijn tien gespecialiseerde tomatenbedrijven mondeling en schriftelijk benaderd. Een bedrijf kon aan het onderzoek deelnemen wanneer voor het laten zakken van de planten de standaardhaak én de Tomguede werden gebruikt en werknemers met beide haken ervaring hadden. Van de tien bedrijven deden zeven bedrijven mee. Deze bedrijven gebruikten vooral de standaardhaak, waarbij de Tomguede op kleinere schaal en bij wijze van proef werd toegepast. Het aantal Tomguede haken varieerde van 200 tot 1000 stuks per bedrijf.

3.2.1 Proefpersonen

Het onderzoek is uitgevoerd aan acht werknemers, alle mannen, steeds op hun eigen bedrijf. De data van één van de proefpersonen zijn teruggetrokken vanwege een geheel mislukte meting. Alle personen deden vrijwillig mee, zijn van tevoren over de doelen en werkwijze van het onderzoek ingelicht en hebben een “informed consent” getekend. De personen zijn bevroegd op een aantal algemene kenmerken en op het vóórkomen van lichamelijke klachten. De kenmerken van de personen zijn weergegeven in tabel 3.1.

Zes personen hadden middelbaar beroepsonderwijs genoten of een aanverwante studie op vergelijkbaar niveau gedaan en één proefpersoon had alleen basisschool gehad. De huidige

functies van de personen waren als volgt verdeeld: medewerker (n=3), bedrijfsleider (n=2), assistent bedrijfsleider (n=1) en ondernemer (n=1). Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat de personen gemiddeld één werkdag per week in de teeltperiode aan het laten zakken besteden.

Tabel 3.1: Kenmerken van de groep proefpersonen (n=7). Gegeven zijn gemiddelde waarde en standaarddeviatie tussen haken.

Leeftijd (jaren)	Lengte (m)	Gewicht (kg)	Laten zakken van tomatenplanten			Overig werk
			Werkervaring (jaren)	Werkduur (weken/jaar)	Werkduur (uren/week)	Werkduur (uren/week)
35.3 (6.8)	182.7 (9.5)	84.1 (6.5)	11.4 (6.5)	26.9 (12.3)	8.6 (7.4)	33.1 (10.0)

Vijf personen verklaarden gedurende de afgelopen twaalf maanden klachtenvrij te zijn geweest. Eén proefpersoon had last gehad van de onderrug, niet door het werk veroorzaakt. Eén persoon had klachten aan schouder en hand. Deze klacht werd volgens hem veroorzaakt door het laten zakken van de tomatenplanten met de standaardhaak. Zes proefpersonen verklaarden momenteel klachtenvrij te zijn.

3.2.2 Hoge draad haken

Voor een beschrijving van de Tomgude wordt verwezen naar hoofdstuk 2. Voor een beschrijving van de standaard haak wordt verwezen naar Oude Vrielink en Looije, 2004.

3.2.3 Metingen spieractiviteit

Voor het bepalen van de mate van de belasting van de armen is de spieractiviteit van zes spieren van schouders en bovenarmen gemeten via oppervlakte electromyografie (EMG). De volgende spieren zijn bemeten: m. trapezius pars descendens (schouderheffers; rechts: TrapR; links: TrapL), m. deltoideus pars acromialis (armheffers; rechts: DeltR; links: DeltL) en m. biceps brachii (armbuigers; rechts: BicR; links: BicL). Deze spieren zijn geselecteerd na het bestuderen van video-opnamen van de bewegingen van het laten zakken bij zes personen: vijf met de standaard haak en één met de Tomgude. De meest voorkomende werkmethode met de standaard haak is die waarbij de bovenarm, van de hand die het touw vastpakt en optilt (meestal rechts), verticaal langs het lichaam gehouden wordt (in lichte abductie) en de ellebooghoek daarbij 90° of kleiner blijft. Met de andere arm (meestal links) wordt de haak ongeveer op schouder niveau van de draad gepakt, een slag gedraaid, en met grotere abductie van de bovenarm weer weggehangen. Een andere werktechniek was die, waarbij twee haken tegelijk gepakt en gedraaid werden. Deze laatste techniek is aanmerkelijk sneller, maar tevens aanzienlijk meer belastend (steeds worden twee planten tegelijk getild) en daardoor weinig voorkomend. Bij de Tomgude was de armhouding, beoordeeld aan de video-opname, vergelijkbaar met die tijdens hanteren van de standaardhaak. Echter, hier werd niet getild, behalve bij het passeren van de steunen van de hoge draad. Het hoofd werd licht voorover gebogen gehouden, waarschijnlijk om de hoogte van de

plantenkoppen goed te kunnen waarnemen, zodat alle koppen op ongeveer dezelfde hoogte werden gehouden.

Vooraf aan het onderzoek werden er bij iedere proefpersoon op de spierbuiken van de zes spieren twee elektroden aangebracht (Ag-AgCl; Disposable Neurology Electrodes 725-01-K, Medicotest, Ølstykke, DK). De afstand tussen de twee elektroden bedroeg ongeveer één centimeter. De neutrale elektrode werd geplaatst op de epicondylus medialis van de humerus (de elleboogpunt) op de linkerarm van de persoon. De elektroden werden geplaatst volgens de richtlijnen van Zipp (1982). Vóór plaatsing van de elektroden werd de huid onthaard en met alcohol ontvet. Na plaatsing werden de elektroden met kleefpleister (Méfrix, Mölnlycke, S) gefixeerd op de huid om bewegingsartefacten in het signaal tijdens de metingen te voorkomen. Tevens werden de elektrodekabels gefixeerd. Elk paar elektroden werd gekoppeld aan een zender welke de EMG signalen telemetrisch overdroeg aan een ontvanger (Medenik AB, Örbyhus, S). Na versterking werden de signalen hardwarematig gelijkgericht en low-pass gefilterd (tijdconstante: 100ms; CPI, London, UK) en op een labcomputer opgeslagen (30 Hz). Zie figuur



3.1 voor een illustratie van de gehele meetketen.

Figuur 3.1: overzicht van de meetketen met meetapparatuur, persoon met elektroden en zenders.

Voorafgaand aan de metingen in de kas werd tevens het rustsignaal van alle spiergroepen bemeaten, zowel als het signaal tijdens een maximale inspanning (MVC) van elke groep. Dit laatste met het oog op het normeren van de signalen. De rust- en MVC-signalen zijn direct als EMG signaal, zonder gelijkrichting, opgeslagen op de computer bij een frequentie van 1024 Hz. De maximale inspanning werd steeds per spier getest, waarbij de persoon op een kruk gezeten was. Voor iedere spiergroep zijn twee pogingen gedaan met een pauze van ongeveer één minuut. Voor de beide mm. trapezii werd hiertoe het statisch heffen van de schouder (arm gestrekt afhankelijk) tegen een weerstand uitgevoerd. Voor de beide mm. deltoïdei was de instructie het statisch

zijwaarts heffen van een gestrekte arm (lateroflexie ongeveer 30°) en voor de beide mm. biceps het statisch buigen van de arm (afhankende bovenarm) bij een ellebooghoek van 90°. Een krachtopnemer registreerde steeds de ontwikkelde kracht en het beeldscherm zorgde voor een on-line feedback van de geleverde kracht aan de proefpersoon.

3.2.4 *Metingen subjectief ervaren belasting, ervaringen en werkprestatie*

De subjectief ervaren belasting van het laten zakken met de standaardhaak en de Tomguide is onderzocht met de Borg CR-10 schaal (Borg, 1982) voor 14 lichaamsregio's: hoofd, nek, bovenrug, onderrug, linker schouder, bovenarm, onderarm en hand, rechter schouder, bovenarm, onderarm en hand, linker been en rechter been (zie bijlage 1). Per regio werd gevraagd de mate van krachtgebruik aan te geven, na afloop van de taak. Deze schaal is opgedeeld van 0 tot en met 10. De waarde '0' betekent "geen kracht", de waarde '10' "bijna maximaal" (zie bijlage 2).

De gebruikerservaringen met de Tomguide zijn geïnventariseerd met behulp van tien vragen (Lemmen, 2006). De vragen hebben enerzijds betrekking op het gebruik van de Tomguide, anderzijds op de vergelijking van Tomguide met standaardhaak (zie bijlage 3).

De arbeidsprestatie voor beide haken is geregistreerd door de tijd te meten die benodigd was voor het laten zakken van iedere rij planten tijdens de meting. De arbeidsprestatie is uitgedrukt in minuten per 100 stengels (min/100st). Tevens is van vijf bedrijven deze informatie ook verkregen via de gegevens uit hun padregistratie.

3.2.5 *Dataverwerking*

Signalen van het EMG zijn verwerkt met het programma Matlab (v.6.5.1, 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 twee pogingen genomen. Rust EMG is op dezelfde wijze per spier berekend over een segment van tenminste vijf seconden. Analyse van de metingen van het laten zakken zelf is beperkt tot de eerste 5-10 m naast het hoofdpad, waar de EMG ontvangers zich bevonden. Gebleken is dat de EMG signalen in de kas bij afstanden groter dan bovengenoemd onbetrouwbaar werden, mogelijk vanwege verstoring van de signalen door de vele metalen buizen, staanders, leggers en draden. 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 genormeerde EMG.

Van deze genormeerde 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:

p50: het mediane niveau, dit is de mediane spieractiviteit, als percentage van MVC, over de waargenomen periode.

p10: 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.

p90: 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 genormeerd EMG naar APDF en de genoemde drie parameters zijn elders geïllustreerd (Jonsson 1978).

3.2.6 Statistische toetsing

Van de gemeten variabelen EMG, subjectieve inspanning, en arbeidstijd zijn groepsgemiddelden en standaarddeviatie, of mediaan en range berekend. Toetsing van verschillen is parameter-vrij gebeurd via de Wilcoxon's matched pairs signed ranks test (SPSS, v. 12.0.1). Voor significante verschillen is een p-waarde van 5% gehanteerd; in de beschrijvingen is tevens voor p-waarden tussen 5% en 10% de term "tenderen" gebruikt. De beschrijving van de resultaten van de gebruikerservaringen is beperkt tot een kwalitatieve beschrijving van elk item.

3.3 Resultaten

3.3.1 EMG

In tabel 3.2 zijn de gemiddelde waarden en spreidingsmaten van de MVC pogingen weergegeven voor elk van de onderzochte spieren. Bij twee personen werden opvallende links-rechts verschillen geconstateerd. Dit verschil was aanwezig bij elk van de drie spieren.

Tabel 3.2: Gemiddelde maximale kracht (in N) over 7 proefpersonen voor elk van de onderzochte spieren. Tevens zijn standaarddeviatie (SD), kleinste (Minimum) en grootste waarde (Maximum) aangegeven.

Spier	Gemiddelde (N)	SD	Minimum	Maximum
TrapL	1148	101	1005	1254
TrapR	1128	141	878	1236
DeltL	279	64	189	390
DeltR	347	108	205	499
BicL	410	52	359	513
BicR	421	46	382	503

Tabel 3.3 laat het maximum niveau van de EMG signalen zien tijdens de MVC poging met de hoogste kracht. Hierin staan de individuele waarden per persoon weergegeven, om de variatie zowel tussen als binnen (links-rechts) de personen te illustreren.

Tabel 3.3: Gemiddeld maximaal EMG (in arbitraire eenheden, na aftrek van de rustwaarde) van de zes gemeten spieren tijdens de MVC poging² waarbij de hoogste kracht ontwikkeld werd, weergegeven in arbitraire eenheden per proefpersoon (x: geen betrouwbare waarneming; -: geen waarneming gedaan).

Spier	Proefpersoon						
	1	2	3	4	5	6	7
Trapezius links	66	217	x	129	118	113	171
Trapezius rechts	x	75	173	137	x	148	152
Deltoïdeus links	91	361	291	285	259	182	449
Deltoïdeus rechts	147	238	394	202	235	126	225
Biceps links	299	527	680	355	-	402	503
Biceps rechts	526	561	492	197	304	220	419

Opvallend in bovenstaande tabel zijn de frequent voorkomende relatief grote links-rechts verschillen en de grote verschillen tussen de proefpersonen (cf. bijvoorbeeld voor de linker biceps de proefpersonen 1 en 3). Ook na herhaalde meting, waarbij nauwkeurig op alle mogelijk te maken experimentele fouten is gecontroleerd, bleven de links-rechts verschillen aanwezig, zodat een foutieve meting moet worden uitgesloten.

In tabel 3.4 zijn de p10, p50 en p90 per spier, alle uitgedrukt als percentage van de gemeten maximale spieractiviteit, voor de standaardhaak en de Tomguide weergegeven als mediane waarde en range (minimum – maximum) over de groep proefpersonen. De getallen zijn berekend over twee tot vier tijdseries per persoon en per haak. De analyseduur, mediaan over de personen, was voor de standaardhaak 90 s (range: 29 – 123 s), die voor de Tomguide bedroeg 74 s (7 – 106 s).

Tabel 3.4: Statistisch niveau (p10), mediaan niveau (p50) en piekniveau (p90) van de spieractiviteit in de zes gemeten schouderpijlen tijdens het laten zakken van tomatenplanten bij gebruik van de standaardhaak (bovengedeelte tabel) en Tomguide (onderdeel). De weergegeven getallen zijn medianen over de groep, met minima en maxima tussen haakjes..

	Trapezius L	Trapezius R	Deltoïdeus L	Deltoïdeus R	Biceps L	Biceps R
Standaardhaak						
p10	2 (0.4-5)	4 (1-7)	1 (1-3)	1 (0.5-5)	1 (1-4)	1 (1-3)
p50	6 (1-11)	10 (5-14)	2 (1-10)	2 (0.5-10)	3 (1-11)	5 (1-10)
p90	13 (5-18)	23 (10-31)	8 (2-20)	7 (2-14)	6 (4-25)	12 (2-44)
Tomguide						
p10	1 (0.4-18)	7 (1-9)	1 (1-4)	1 (0.5-3)	1 (1-2)	1 (1-3)
p50	5 (0.4-27)	12 (1-25)	1 (1-7)	2 (0.5-9)	2 (1-4)	3 (1-6)#
p90@	11 (2-38)	18 (2-42)	4 (2-14)	5 (0.5-19)	3 (1-7) [§]	7 (1-11) [§]

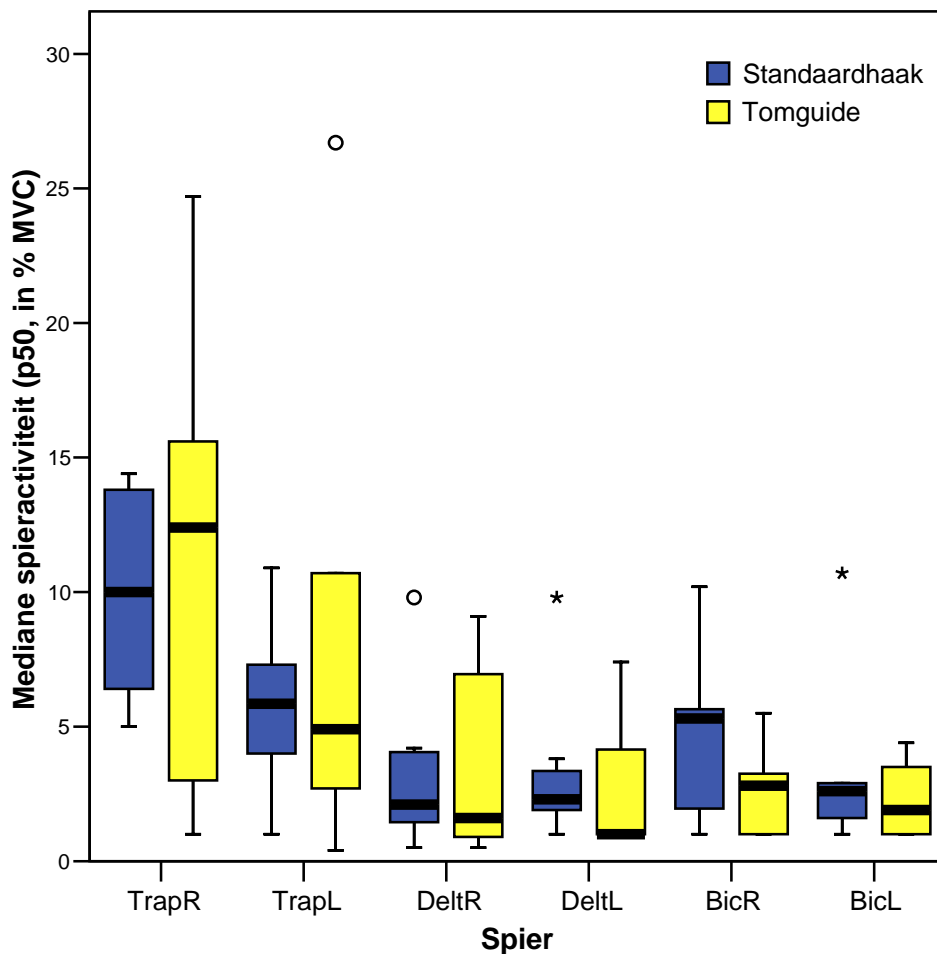
voor deze spier: significant lager dan p50 bij standaardhaak: $p < 0.05$

[§] voor deze spier: significant lager dan p90 bij standaardhaak: $p < 0.05$

@ indien alle spieren samen genomen worden: zeer significant lager dan p90 bij standaardhaak: $p < 0.005$

² Hierbij zijn voor meerdere personen op verschillende dagen herhalingen van de MVC poging ondernomen indien de waarde in vergelijking met de andere proefpersonen en met contralateraal zeer laag bleek. De hoogste van de pogingen is vermeld.

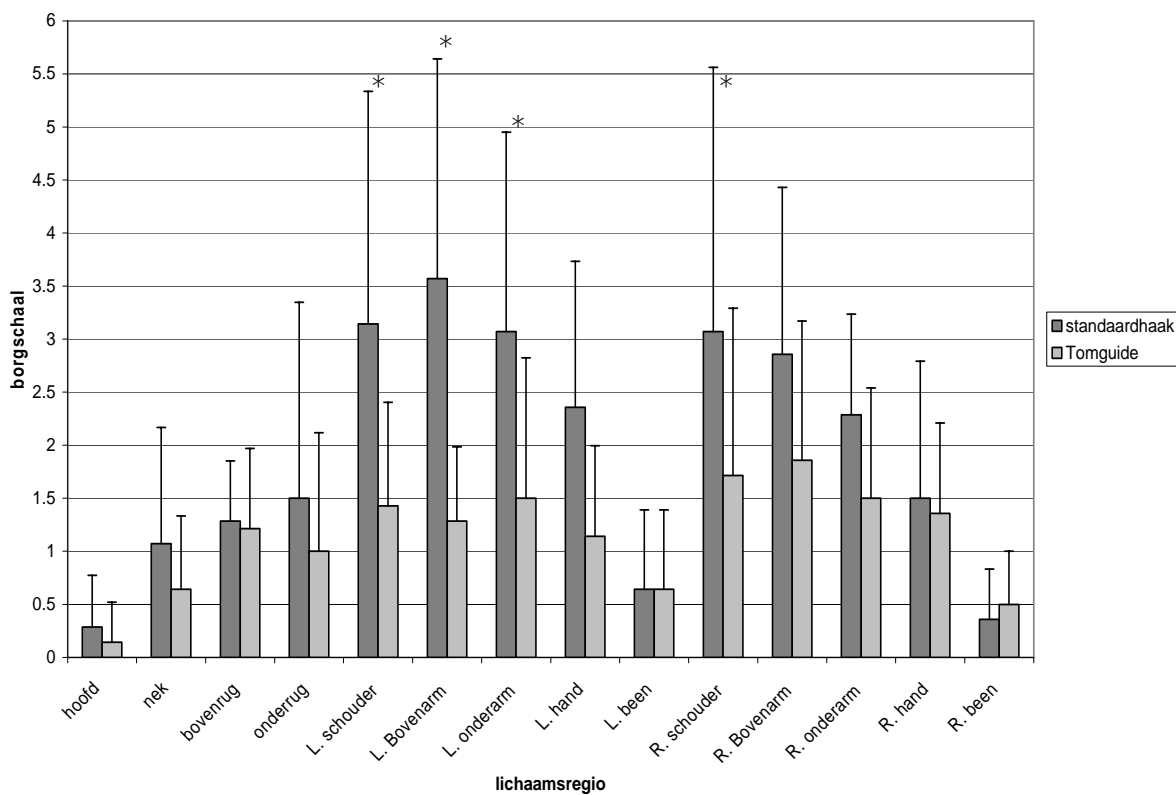
Voor de beide groepen schouder­spieren (trapezius en deltoideus) zijn statistisch geen verschillen tussen beide haken aangetoond. Dit was wél het geval voor de beide bovenarm­spieren (biceps). Met name de piek­activiteit (p90) was voor zowel linker als rechter biceps lager indien de Tom­guide werd gebruikt. Voor de mediane spier­activiteit (p50) was het verschil alleen significant voor de rechter zijde. Indien alle spieren samen genomen werden bleek de piek­activiteit (p90) zeer significant ($p=0.003$) lager bij gebruik van de Tom­guide, in vergelijking met de p90 voor de standaard­haak. Ook de mediane spier­activiteit (p50) over alle spier­groepen tendeerde naar een lagere waarde bij de Tom­guide ($p=0.094$). Ter illustratie van de mediane spier­activiteit, en de spreiding hierin over de personen voor de zes onder­zochte spieren, dient figuur 3.2 hieronder.



Figuur 3.2: Boxplot van de mediane spier­activiteit (i.e. p50) tijdens het laten zakken van tomaten­planten bij gebruik van de standaard­haak (donkere box) en de Tom­guide (lichte box) voor elk van de zes onder­zochte spieren. De mediane spier­activiteit is uitgedrukt als percentage van de maximale activiteit van de betreffende spier. Voor de rechter biceps (BicR) is het verschil significant ($p=0.031$). *: relatief ver­liggende waarden, welke niet zijn meegenomen in de box zelf.

3.3.2 Ervaren spierbelasting

In figuur 3.3 is de subjectief ervaren spierinspanning (krachtlevering) van zes proefpersonen weergegeven bij gebruik van de twee haken. Bij de standaardhaak wordt, conform de verwachting, de grootste inspanning gevraagd van de schouders en bovenste extremiteiten (gemiddelde rond score 3, d.i. “nogal wat kracht”). Voor de Tomguide zijn de verschillen tussen deze regio’s en de rug (boven en onder) minder uitgesproken (gemiddelde score tussen 1 en 2, d.i. tussen “zeer weinig kracht” en “enige kracht”). Significante verschillen tussen de haken zijn gevonden voor de linker schouder ($p=0.041$), linker bovenarm ($p=0.028$), linker onderarm ($p=0.043$) en rechter schouder ($p=0.046$). Een trend bestond voor de linker hand ($p=0.068$) en de rechter bovenarm ($p=0.068$).



Figuur 3.3: Gemiddelde scores voor subjectief beleefde spierinspanning per lichaamsregio, onderscheiden naar het laten zakken met de standaardhaak (donkere kolommen) en Tomguide (lichte kolommen) voor zes proefpersonen. Standaarddeviatie is tevens aangegeven; * = de scores tussen beide haken zijn significant verschillend.

3.3.3 Werkprestatie

Tabel 3.5 geeft de arbeidsprestatie voor het laten zakken van de planten met de standaardhaak en de Tomguide, zoals bepaald tijdens de EMG metingen.

Tabel 3.5: Gemiddelde arbeidsprestatie (in minuten per 100 stengels) en standaarddeviatie (SD) voor het laten zakken met de standaardhaak en de Tomguide zoals gemeten tijdens de EMG metingen in 6 bedrijven.

Haak	Gemiddelde	SD
Standaard	2.2	0.8
Tomguide	2.8	0.7

De gemiddelde tijd voor het laten zakken van 100 stengels voor de standaardhaak was 2.18 min (SD= 0.77). Voor de Tomguide was dit 2.76 minuten (SD= 0.67). Het laten zakken van de planten met de Tomguide duurde gemiddeld 27% langer dan met de standaardhaak.

In tabel 3.6 is de padregistratie vermeld, verkregen van vijf deelnemende bedrijven. De gemiddelde tijd voor het laten zakken van de planten met de standaardhaak was 2.4 min/100 stengels, die voor de Tomguide 3.1 min/100 stengels. De padregistratie geeft aan dat het werken met de Tomguide gemiddeld 23% langzamer is dan het laten zakken met de standaardhaak. Het geringe verschil met bovenstaande 27% geeft aan dat het verschil in arbeidsprestatie tijdens de EMG metingen in overeenstemming met het normale werk is geweest. Echter, zowel bij de Tomguide als de standaard haak is de tijdens de metingen waargenomen tijd lager dan die vanuit de padregistratie. Dit kan worden verklaard uit de bijkomende handelingen (m.n. het verplaatsen van de buisrailwagen naar het volgende pad) die normaal plaatsvinden, en tijdens de EMG metingen niet zijn meegenomen.

Tabel 3.6: Gemiddelde arbeidsprestatie (Gem, in minuten per 100 stengels) en standaarddeviatie (SD) voor het laten zakken met de standaardhaak en de Tomguide volgens de padregistratie van 5 bedrijven.

Haak	Bedrijf					Overall	
	A	B	C	D	E	Gem	SD
Standaard	2.5	2.4	2.0	3.0	4.1	2.8	0.8
Tomguide	3.9	3.0	2.3	3.0	5.0	3.4	1.0

3.3.4 Gebruikerservaringen

Alle gebruikers (100%) beoordeelden het werken met de Tomguide lichter dan dat met de standaard haak. Ook oordeelden de meeste gebruikers (57%) dat het werken met de Tomguide langzamer gaat dan met de standaardhaak; 29% oordeelde het omgekeerde. Over de inleertijd voor het goed kunnen toepassen van de Tomguide was men verdeeld: 43% denkt in dezelfde

tijdsduur als die voor de standaardhaak, 29% denkt dat het langer duurt en eveneens 29% denkt dat het korter duurt.

Alle gebruikers (100%) oordeelden dat met de Tomguide het laten zakken door iedereen gedaan kan worden, en 86% vond dat de planten meer geleidelijk kunnen worden gevierd. Een grote groep (71%) vond de beschadigingen aan de planten afgenomen bij de Tomguide. Een even grote groep (maar niet dezelfde personen) vond dat de werkhoogte voor de oogst met de Tomguide beter geregeld kan worden. De meeste personen (57%) vonden dat de Tomguide niet leidt tot een betere werkhouding of de mogelijkheid tot het creëren van een betere werkhouding. Ook vonden de meeste gebruikers (71%) dat de kans om te vallen van de buisrailwag niet is afgenomen door toepassing van de Tomguide.

Als additionele opmerkingen kwamen naar boven dat het remmechanisme van de Tomguide het gewicht van de plant niet altijd kan dragen (met name de zware tomatenplanten van 5 kg en meer), waardoor de plant spontaan naar beneden gaat (n=3). Voor de lichtere planten is opgemerkt dat de Tomguide dan moeilijk over de draad rolt (n=3). De werknemer moet dan druk op de katrol uitoefenen zodat de Tomguide over de draad rolt en het touw afwikkelt. Ook is waargenomen dat daarbij wel aan het touw getrokken wordt om het zakken te begeleiden.

3.4 Samenvatting van de resultaten

Indien bij het laten zakken van tomatenplanten de Tomguide wordt gebruikt, wordt dit door de zeven onderzochte proefpersonen lichter beoordeeld in vergelijking met het gebruik van de standaardhaak. Verlichting wordt vooral gevoeld in de armen en schouders. Ook de metingen laten een verlichting van de spierbelasting zien, met name voor de armbuigings (m. biceps), waarbij vooral een afname van de piekbelasting wordt gezien. Voor de schouderspieren is geen effect aantoonbaar. Evenwel, over alle spieren tezamen treedt een aantoonbare afname van de belasting op. Het werk met de Tomguide vraagt echter ongeveer 25% meer arbeidstijd. Hiertegenover staat dat de meeste gebruikers oordelen dat er minder beschadigingen aan de planten optreden.

4 Discussie

Het huidige onderzoek, waarin werkbelasting, werksnelheid en ervaringen van het werken met twee verschillende hoge draad tomatenhaken zijn vergeleken, geeft aanwijzingen dat de fysieke belasting tijdens het laten zakken van tomatenplanten vermindert door de toepassing van een rollende haak, de Tomguide. Met name treedt ontlasting van de bovenarmspieren op. Wel moet bij deze nieuwe haak rekening gehouden worden met een ongeveer 25% grotere arbeidsbehoefte voor het laten zakken van de planten.

4.1 Lichamelijke klachten veroorzaakt door laten zakken?

Het laten zakken van tomatenplanten met de standaardhaak wordt vooral gekenmerkt door het herhaald tillen van een last van vier tot zes kg en het werken op schouderniveau. Arbeid waarbij dezelfde handelingen meer dan 2-4 keer per minuut worden uitgevoerd of waarbij de cycli korter zijn dan dertig seconden worden als risicofactor gezien voor het ontwikkelen van klachten (Sluiter *et al.*, 2001). Ook wordt het hanteren van gewichten van meer dan 4 kg als een risico beschouwd (Buckle *et al.*, 1999; Sluiter *et al.*, 2001). Reeds lang is bekend dat het laten zakken van de planten zeer belastend voor de werkenden is (Post, 1992). Dit mag dan ook verklaren waarom er diverse initiatieven genomen zijn en worden om tot verlichting en automatisering van dit werk te komen. Onderzoek naar het vóórkomen van lichamelijke klachten door dit type werk zijn echter zeer schaars. In Nederland waarschijnlijk veroorzaakt door het gegeven dat dit werk veel door allochtone arbeiders, veelal tijdelijk, uitgevoerd wordt. In Engeland is alweer enige tijd terug een vergelijking gemaakt tussen enerzijds werknemers die de tomatenplanten laten zakken en anderzijds zij die oogsten en blad breken (Palmer *et al.*, 1996). Uit dit onderzoek bleek een 3-6 keer hogere kans op het ontwikkelen van schouder- en polsklachten en klachten aan de hoge rug bij de eerstgenoemde groep.

De oorzaak van het verhoogde risico door het laten zakken van planten moet naar alle waarschijnlijkheid gezocht worden in de combinatie van krachtlevering en herhaling. Het te tillen gewicht van 4-6 kg kan op basis van de maximaal te leveren kracht van de m. biceps (zie tabel 3.2) worden geschat als een inspanning van ongeveer 10% van het maximum. De metingen van de spieractiviteit (figuur 3.2) indiceren een lagere relatieve inspanning, welke evenwel verklaard kan worden uit (1) het mogelijk verlengen van de biceps tijdens de tilbeweging (eccentrische contractie), (2) een niet-lineair verband tussen EMG en geleverde kracht voor deze spiergroep, en (3) het verdelen van het te tillen gewicht over beide handen (waarbij wel het grootste deel gedragen worden door de rechter hand). Een krachtlevering van dit niveau wordt in de literatuur niet meteen als risicovol beschouwd, echter de combinatie van herhalende beweging en krachtlevering laat het risico buitenproportioneel toenemen (Silverstein *et al.*, 1987).

4.2 Arbeidsverlichting door rollende of schuivende haken?

In een eerder uitgevoerd onderzoek naar een andere alternatieve tomatenhaak, de Tomahaok, werd evenals in het huidige onderzoek een sterke afname gemeten voor de subjectief ervaren spierbelasting bij gebruik van een haak die niet getild hoeft te worden (Oude Vrielink & Looije, 2004). Vanuit dat onderzoek werd aangegeven dat de werktechniek in hoge mate bepalend is of de werkbelasting ook in objectieve zin vermindert. Gesuggereerd werd dat vooral de armbuigers (biceps brachii) tijdens het laten zakken de belasting zouden dragen. Het effect van een rollende of schuivende haak zou dan vooral bij deze spieren meetbaar moeten zijn. Dit is bevestigd in het huidige onderzoek, waarbij de meest uitgesproken effecten van de EMG metingen zich voordoen bij de armbuigers. Het is dan ook aannemelijk dat de toepassing van een haak die niet meer getild hoeft te worden, of deze nu Tomahaok, Tomguide, Hogedraadspoel of Rollerplast heet, zal leiden tot een aantoonbare verlichting van de arbeid voor de armbuigers. Of er hiermee sprake zal zijn van een algehele arbeidsverlichting, hangt mede af van de werking van de haak. Zowel destijds de Tomahaok als nu de Tomguide was een product dat zich nog in een (technische) ontwikkelfase bevond, waarbij niet alle kinderziekten overwonnen waren. Voor de Tomahaok was dat in het bijzonder de touwdikte in relatie tot het plantgewicht: dikker touw remde weliswaar de zwaardere planten goed, maar lichtere planten in het voor- en naseizoen dienden actief te worden gezakt door het touw naar beneden te trekken, wat tevens extra tijd kostte. Dunner touw leidde bij zwaardere planten (te) vaak tot ongewild te ver zakken. Voor de Tomguide lijkt het remmechanisme een vergelijkbare achilleshiel. Idealiter zou er sprake moeten zijn van een scherpe overgang van rem naar ontgrendeling en omgekeerd. In praktijk blijkt de (mechanische) rem het touw soms onregelmatig af te remmen, zodat met name bij zware planten voorzichtigheid en aandacht van de werkers geboden was. Dit had zijn weerslag op de wijze van werken: met de Tomguide werd voorzichtig en beheerst gewerkt, meestal met de linker hand op de rol om een ongewenst te ver afrollen te voorkomen, en de rechterhand aan de remhandle. Bij de meeste personen ging dit gepaard met het heffen van de linker bovenarm op schouderniveau; één persoon bleek zelfs geen ontspanningsmomenten voor de schouders meer in te bouwen: de beide armen bleven vrijwel continu gedurende het gehele pad geheven op schouderniveau. Deze persoon had dan ook de hoogste spieractiviteit in de schouderheffers (mm. trapezii). Voor alle personen daarentegen oogde het werken met de standaardhaak zeer soepel en ontspannen, ondanks de duidelijk gefaseerde activiteit van de spieren.

Bovenstaand betekent dat er bij de Tomguide, evenals bij de Tomahaok, verdere winst in spierontlasting is te behalen indien de juiste ontspannen werktechniek wordt aangeleerd en onderhouden. Mogelijk geldt dit ook voor de andere in de handel zijnde rollende of schuivende haken, maar voorzichtigheid is hier op zijn plaats omdat deze niet in praktijk zijn beoordeeld en getest. Randvoorwaarde natuurlijk is dat het product optimaal functioneert. Optimale werktechniek bij het hanteren van rollende of schuivende haken zal betekenen dat de buisrailkar hoger wordt ingesteld dan tijdens het laten zakken met de standaardhaak. Bij deze laatste namelijk vindt de arbeid op twee verschillende niveaus plaats: op ellebooghoogte waar het touw wordt gepakt en op schouderhoogte waar de haak wordt verhangen. De hoogte van de buisrailkar is daarmee een compromis; tijdens de metingen bevond de hoge draad zich mediaan 4 cm onder schouderniveau (range: 9 cm boven schouderniveau tot 13 cm onder dit niveau) bij gebruik van

de standaardhaak. Bij de rollende haken vindt alle werk plaats aan de hoge draad. Hiermee kan de buisrailkar op een hoger niveau worden afgesteld, daarmee het werk meer naar ellebooghoogte brengend. Enkele van de proefpersonen bleven met de Tomguide op dezelfde hoogte werken als met de standaardhaak, daarmee nu al het werk op schouderhoogte uitvoerend. Zij creëerden daarmee een situatie met een voor hen onnodig hoge spierbelasting. De instelling van de buisrailwagen tijdens de metingen met de Tomguide was zodanig dat mediaan 8 cm onder schouder niveau gewerkt werd (range: 10 cm boven schouder niveau tot 38 cm eronder). Natuurlijk zal de werkhoogte afhankelijk zijn van de eventuele obstakels boven in de kas en zal er gewerkt moeten kunnen worden zonder gevaar voor stoten van het hoofd. Een suggestie zou kunnen zijn het enigszins verlagen van de gewasdraad, indien de kasconstructie een hogere instelling van de buisrailwagen niet toelaat. Vergelijking van de getallen geeft aan dat meer aandacht voor een juiste afstelling van de buisrailwagen een verdere reductie van de spierbelasting kan bewerkstelligen. Een juiste werkhoogte zou tussen elleboog- en schouderhoogte moeten liggen.

4.3 Arbeidstijd

Uit de arbeidskundige observaties mag duidelijk zijn dat het werken met de Tomguide ongeveer 25% meer tijd kost dan met de standaardhaak. Hierbij moet worden aangetekend dat deze tijd wellicht is beïnvloed door de onvolkomenheden in het product. Het laten zakken met de Tomguide vergde nu twee handen. Bij een goed werkend remmechanisme zou wellicht maar één hand nodig zijn en zouden twee haken tegelijk kunnen worden bediend. Met andere woorden: bij een beter product mag een aanmerkelijke reductie van de arbeidstijd worden verwacht ten opzichte van de tijden hier gerapporteerd. Ook mag worden genoemd dat de toepassing van de Tomguide, bij optimale afstelling van de buisrailwagen, zal leiden tot minder lichamelijke klachten bij het personeel. Of dit gevolgen zal hebben voor het ziekteverzuim binnen het bedrijf zal mede afhangen van de algehele personele invulling, met andere woorden ingevuld door vast of tijdelijk personeel.

5 Conclusies

Het huidige onderzoek geeft aan dat er meerdere ontwikkelingen zijn die een arbeidsverlichtend alternatief bieden voor het fysiek belastende laten zakken van tomatenplanten met een standaardhaak. Het lijkt aannemelijk dat systemen waarbij de haken gerold worden over de hoge draad arbeidsverlichtend werken. Het onderzoek laat dit resultaat zien voor de armspieren, die met name verantwoordelijk zijn voor het tillen van de plant. Voor de schouders zal een eventuele arbeidsverlichting mede afhankelijk zijn van het op een juiste werkhoogte instellen van de buisrailwagen. Tevens moet worden vastgesteld dat alleen een effectieve arbeidsverlichting mogelijk is indien de rollende haak technisch goed functioneert.

In zijn geteste vorm, dat wil zeggen inclusief de technische onvolkomenheden, zal de toepassing van de Tomguide leiden tot een verruiming van de noodzakelijke arbeid voor het laten zakken met ongeveer 25%. Echter, indien de haak een verdere technische verbetering (met name het remmechanisme; ook kan aan een ondersteuningsconstructie van de gewasdraad gedacht worden zodat de rollende haak ook bij de stunpunten niet meer getild hoeft te worden) zou ondergaan lijkt een aanmerkelijke reductie van de arbeidstijd zeer goed mogelijk en ook aannemelijk.

Of het volledig vervangen van het handmatig laten zakken door een geautomatiseerd systeem haalbaar is, is op dit moment niet goed in te schatten. Met name de grootte van de investeringen en het precieze effect (op de opbrengst) van een verminderde hoeveelheid licht op het gewas door het bovenhangende systeem zijn niet duidelijk.

Ook de ontwikkeling van systemen ter vervanging van de gecombineerde handelingen “laten zakken” en “indraaien” zouden zowel vanuit het oogpunt van arbeidsbesparing als arbeidsverlichting gunstig kunnen uitpakken. Ook voor deze systemen geldt evenwel dat de aangeboden producten nu nog onvoldoende op enige schaal in de praktijk zijn uitgetest om dit effect te verifiëren.

Referenties

- BORG, G. A. V. 1982, Psychophysical bases of perceived exertion, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14, 377-381.
- BUCKLE, P. and DEVEREUX, J. 1999, Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders, Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities, 1999, 114 pp.
- 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.
- PALMER, K. T. 1996, Musculoskeletal problems in the tomato growing industry: 'Tomato Trainer's Shoulder'? *Occupational Medicine* 46, 428-431.
- POST, C. J. V. D. 1978, Toch mogelijkheden voor een gemechaniseerd layering-systeem? *Tuinderij*, 18, 45.
- SILVERSTEIN, B. A., FINE, L. J. and ARMSTRONG, T. J. 1987, Occupational factors and carpal tunnel syndrome, *Am. J. Ind. Med.*, 11, 343-358.
- SLUTER, 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.
- ZIPP, P. 1982, Recommendations for the standardization of lead positions in surface electromyography, *Eur. J. Appl. Physiol.* 50, 41-54.

Samenvatting

In de moderne teelt van vruchtgroenten aan de hoge draad, met name die van tomaten, is het noodzakelijk dat de planten tijdens het seizoen periodiek worden gevierd, het zogenaamde “laten zakken”. Bij dit werk wordt iedere 1 à 2 seconden een plant van 4 tot 6 kg opgetild, het touw waaraan de plant groeit gevierd, en de haak met het touw weer opgehangen. Het werk is zwaar vanwege de combinatie van repeterende handeling en herhaalde krachtoefening, en moet worden beschouwd als risicovol voor het ontstaan van schouder- en armklachten.

Diverse alternatieve haken en systemen zijn in het verleden ontwikkeld. De belangrijkste momenteel in de handel verkrijgbare alternatieve haken richten zich op het rollen of schuiven van een haak over de hoge draad, waarbij het touw afrolt van een haspel. Het tillen van de plant wordt hiermee voorkomen. Ook zijn automatische systemen in ontwikkeling, waarbij het nog onzeker is of de investering en een mogelijke opbrengstvermindering, als gevolg van wegvangen van licht, opwegen tegen de besparing op de arbeid. Bij deze systemen zal wellicht nog voor een deel handarbeid nodig blijven om voor verschillen in groeisnelheid tussen de planten te corrigeren. Andere systemen richten zich op het tegelijkertijd vervangen van zowel laten zakken als indraaien. Deze laatste systemen zijn evenwel nog niet voldoende ontwikkeld voor de tomatenteelt.

In een praktijkonderzoek is het eventueel arbeidsverlichtend effect bepaald van het gebruik van een rollende haak, de Tomguide, in vergelijking met de standaardhaak. Tevens is de arbeidsprestatie vergeleken. Resultaten zijn verkregen op 6 bedrijven van 7 proefpersonen, ervaren werkers met zowel de standaardhaak als de Tomguide (dit laatste voor zover mogelijk, omdat de meeste bedrijven maar enkele paden met deze haak hadden uitgezet). Tijdens het onderzoek is de spieractiviteit van 6 schouder- en armspieren (3 links en 3 rechts) gemeten met behulp van electromyografie (EMG), en uitgedrukt als percentage van de maximale activiteit. Tevens is de subjectief ervaren spierinspanning bevraagd, op een 10-punts schaal en voor 14 lichaamsregio's aangegeven, en is de werkprestatie gemeten.

De resultaten laten zien dat de mediane spieractiviteit over alle spieren tezamen tendeert te dalen bij gebruik van de Tomguide. Significant was deze daling voor piekactiviteit bij deze haak. Datzelfde gold voor de daling in piekactiviteit van de twee armspieren en de mediane activiteit van de rechter armspier, dat is de arm die de plant tilt. Voor de schouder-spieren werd geen verandering gemeten. De subjectief ervaren inspanning daalde voor de schouder- en arm regio, zowel links als rechts bij Tomguide gebruik. Het laten zakken met de Tomguide duurde gemiddeld 27% langer dan met de standaardhaak. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de Tomguide technisch nog niet optimaal functioneerde, zodat de werkers hier zichtbaar beheerst mee werkten.

Geconcludeerd wordt dat de Tomguide, maar mogelijk ook vergelijkbare systemen waarbij de haak over de hoge draad rolt of schuift, bijdraagt aan een vermindering van de arbeidsbelasting, met name van de armspieren, omdat repeterend tillen wordt voorkomen. Wel dient aandacht te worden besteed aan een goede werkhooft om ook de schouder-spieren te ontlasten. Randvoorwaarde voor arbeidsverlichting is een technisch probleemloos functioneren van de haak (met name een uitstekend functionerende rem op de spoel).

Bijlagen

Bijlage 1: Scoreformulier Lokaal ervaren kracht

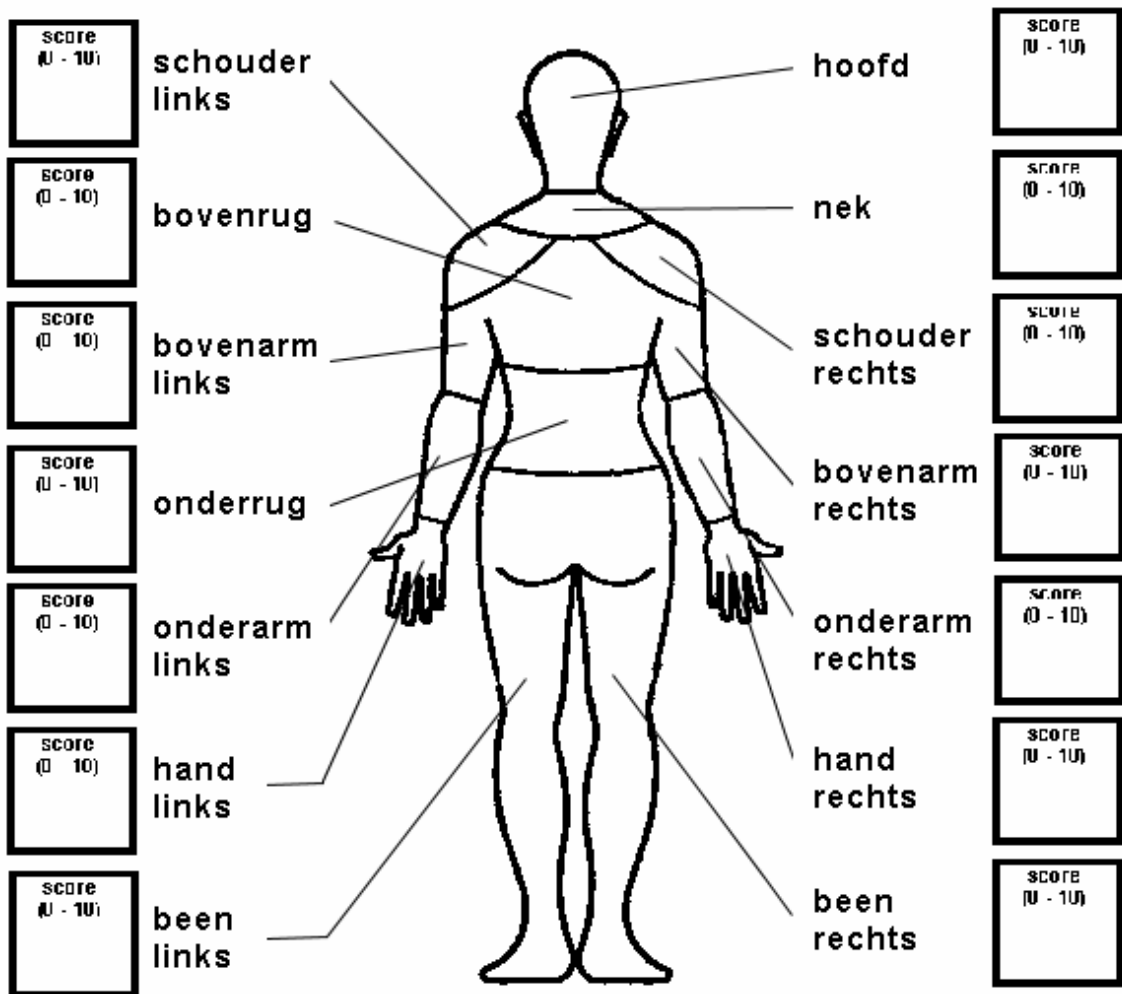
Naam Persoon:

Datum: .../.../200.. Tijdstip: ... : ...uur.

Voor:

Standaard hoge draad haak	Tomguide
---------------------------	----------

Wilt u voor alle lichaamsregio's de mate van krachtgebruik aangeven aan de hand van bijgaande schaal?



Bijlage 2: Beoordelingsschaal Lokaal ervaren kracht

Waardering	Krachtuitoefening
0	Geen enkele kracht
0,5	Uitermate weinig kracht (net waarneembaar)
1	Zeer weinig kracht
2	Enige kracht
3	Nogal wat kracht
4	
5	Veel kracht
6	
7	Zeer veel kracht
8	
9	
10	Uitermate veel kracht (bijna maximaal)

Bijlage 3: Formulier gebruikerservaringen van Tomguide

Naam bedrijf en persoon:

Datum: .../.../200.. Tijdstip: :uur

1. Het laten zakken van de planten met de Tomguide is **lichter / hetzelfde / zwaarder** in vergelijking met de standaard haak.

2. Het laten zakken van de planten met de Tomguide gaat **langzamer / hetzelfde / sneller** in vergelijking met de standaardhaak

3. De inleertijd van het laten zakken van de planten met de Tomguide duurt **langer / hetzelfde / korter** in vergelijking met de standaardhaak

4. Het laten zakken met de Tomguide kan door iedereen worden gedaan.

Ja	Nee
----	-----

5. Het laten zakken van de planten gaat geleidelijker met de Tomguide.

Ja	Nee
----	-----

6. De beschadigingen aan de plant en tomaten zijn afgenomen bij het gebruik van de Tomguide.

Ja	Nee
----	-----

7. Door het gebruik van de Tomguide kan de oogsthoogte beter worden geregeld

Ja	Nee
----	-----

8. Door het gebruik van de Tomguide bij het laten zakken kan ik een gunstigere werkhouding aan nemen.

Ja	Nee
----	-----

9. Bij het gebruik van de Tomgide bij het laten zakken kan ik mijn werkhouding beter regelen dan bij het gebruik met de standaardhaak.

Ja	Nee
----	-----

10. De kans op vallen van de buisrailwagen is bij het laten zakken met de Tomgide afgenomen.

Ja	Nee
----	-----

11. Heeft u nog suggesties voor verbetering van de Tomgide (vormgeving, materiaal, etc.)?

.....

.....

.....

.....