

Optimalisatie rooisorteercombinatie voor vruchtbomen

S.A.M.M. Schreuder, P.F.M.M. Roelofs, H. Meijer

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving 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, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapportnummer 2006-36

Dit onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit vanuit het Arboconvenant Agrarische sectoren.

Projectnummer: 3261065300

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bomen, Bollen en Fruit

Adres : Lingewal 1
: Postbus 200, 6670 AE Zetten
Tel. : 0488- 473702
Fax : 0488-473717
E-mail : infofruit.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Voorwoord

Overheid, werkgevers en werknemers in de agrarische sector hebben in 2002 de afspraak gemaakt in het Arboconvenant Agrarische Sectoren om via onderzoek te gaan werken aan kennisvergroting over goede arbeidsomstandigheden. In juli 2005 verscheen het rapport: "Arbeidsomstandigheden bij het rooien en sorteren van vruchtbomen" (Peppelman et al., 2004) dat de resultaten geeft van een onderzoek naar de arbeidsbelasting tijdens het rooien en sorteren van vruchtbomen in de boomkwekerijsector. Daaruit is gebleken dat het interessant is om de arbeidsbelasting bij het gebruik van de rooisorsteermachine verder te onderzoeken om het proces te optimaliseren, rekening houdend met het behoud van de kwaliteit van het plantmateriaal.

In dit rapport wordt de voorkeur gegeven aan het gebruik van de term Rooi-sorteercombinatie in plaats van Rooi-sorteermachine omdat het sorteerproces in feite niet gemechaniseerd is.

De financiering van het project is afkomstig uit het thema B0-07-001, koepel verduurzaming productie en transitie van het Arboconvenant.

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij de medewerking van boomkwekerij Hillebrand BV in Zeewolde.

Stef Schreuder, projectleider

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	7
1 INLEIDING	9
2 MATERIAAL EN METHODEN	11
2.1 Praktijkwaarnemingen MMO	11
2.2 Arbeidsomstandigheden	11
2.3 Praktijkwaarnemingen plantbeschadigingen.....	13
2.4 Onderzoek naar de mogelijkheden van automatisch plomberen	13
3 RESULTATEN PRAKTIJKONDERZOEK.....	15
3.1 Arbeidsomstandigheden	15
3.1.1 Beschrijving personen en activiteiten	15
3.1.2 Arbeidsomstandigheden	17
3.2 Frequenties handelingen.....	24
3.3 Inventarisatie plantbeschadigingen	25
3.4 Automatisch plomberen.....	25
4 DISCUSSIE	27
4.1 Verbetering arbeidsomstandigheden	27
4.2 Overige opmerkingen met betrekking tot arbeid	28
4.3 Plantbeschadigingen	28
4.4 Automatisch plomberen.....	29
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	31
5.1 Arbeidstechnische verbeteringen	31
5.2 Opmerkingen met betrekking tot beschadigingen	32
5.3 Opmerkingen met betrekking tot automatisch plomberen.....	33
LITERATUUR.....	35

Samenvatting

In het voorafgaande onderzoek “Arbeidsomstandigheden bij het rooien en sorteren van vruchtbomen” (Peppelman et al., 2004) is een inventarisatie gedaan van de mogelijkheden tot het verlagen van de arbeidsbelasting in de vruchtboomkwekerij bij het handmatig sorteren van vruchtbomen.

Uit dat onderzoek is gebleken dat zowel bij het binnen als buiten sorteren verbeteringen mogelijk zijn.

De meest belovende ontwikkeling ter verbetering van de arbeidsomstandigheden bij het buiten sorteren is de gecombineerde rooi-sorteercombinatie. Niet alleen arbeidstechnisch is het een interessante ontwikkeling, maar ook omdat deze methode minder kwaliteitsverlies betekent, een verbetering van de bedrijfslogistiek, het minimaliseren van het aantal handelingen en een versnelling van het sorteerproces.

In dit daaropvolgende project is gekeken naar de mogelijkheden om het rooi-sorteerproces te optimaliseren door met behulp van een Multi-Moment-Opname (MMO) de handelingen te inventariseren en te beoordelen. Verder is gekeken naar de beschadigingen die optreden tijdens het rooien en sorteren.

Bij onderzoek in het veld naar de arbeidsomstandigheden tijdens het rooien en sorteren van vruchtbomen op een rooi-sorteercombinatie is gekeken naar dynamische werkhoudingen, statische werkhoudingen, krachtgebruik (tillen, dragen en kracht zetten) en repeterende bewegingen. De waarnemingen zijn uitgevoerd op een perceel zware klei wat het werk zwaarder maakt.

Per taak zijn aan slechts één persoon waarnemingen verricht. Hierdoor is het niet mogelijk om onderscheid te maken tussen systeemgebonden aandachtspunten en persoonsgebonden aandachtspunten.

In het onderzoek is gekeken naar de mogelijkheid om te plomberen met een plombeerapparaat op de rooi-sorteercombinatie. In de praktijk is dit nog niet te realiseren doordat het proces niet te integreren is in de huidige manier van werken. Plomberen moet plaats vinden na het sorteren op de band wat plomberen op dat moment vrijwel onmogelijk maakt. Nieuw onderzoek is nodig om te bekijken of het plomberen op een ander moment tijdens het rooi-sorteerproces gedaan kan worden en aan welke eisen een dergelijke plombering zou moeten voldoen.

Uit het onderzoek zijn de volgende knelpunten naar voren gekomen:

Chauffeur:

- De houding van de romp en het hoofd van de chauffeur veroorzaken kans op klachten
- De bovenarm van de oplegger wordt te lang in een hoge belastingszone gehouden.
- De klaarlegger houdt vooral zijn bovenarmen in een ongunstige houding.
- De sorteerder heeft zijn onderarmen teveel in een ongunstige houding
- De bundelaar houdt de romp en bovenarmen iets te veel in een belastende houding.
- De belasting van de onderarm van de binder is iets te groot. Ook worden de bovenarmen teveel geheven.
- De romp en de bovenarmen van de stapelaar worden te zwaar belast.
- Bij de blaadjesplukker bestaat de kans op rugklachten door de gebogen houding. De onderarm en de handen worden bij het ‘afritsen’ te zwaar belast.

Verbeteringen zijn op een aantal punten mogelijk.

- De chauffeur kan gebruik maken van stuurknop en een goede stoel (vanwege gedraaide houding)
- De persoon die de bomen klaarlegt voor de sorteerder. kan zijn bovenarmen ontlasten als hij hoger komt te staan ten opzichte van de sorteertafel. De sorteertafel vervangen door een sorteerband (dit dwingt de sorteerder wel in een bepaald werktempo.
- Een lagere sorteertafel zou waarschijnlijk gunstig uitpakken voor de sorteerder
- Voor de stapelaar zou het gunstig zijn als de vorken waarin de pallets hangen wat meer omhoog (begin pallet) en omlaag (einde pallet) zouden kunnen bewegen. Het is het beste wanneer hij die hoogte zelf kan veranderen.

Aan het repeterende werk op zich kan weinig verbeterd worden. Taakrotatie kan een oplossing zijn, hoewel een aantal functies (chauffeur en sorteerder) zich daar minder voor lenen omdat daarvoor scholing en/of ervaring nodig is die niet bij elke medewerker aanwezig is.

Het enige echte knelpunt met betrekking tot tillen en dragen, duwen en trekken betreft het op pallets stapelen van de bossen. Het belangrijkste aandachtspunt hierbij is de stapelhoogte

Een dak en windscherm op de sorteerwagen kunnen beschutting bieden tegen koude, regen en wind. Vooral omdat de medewerkers veelal stilstaan kan het werken op de rooi-sorteercombinatie onaangenaam zijn bij slechte weersomstandigheden. Het is echter niet duidelijk of er dan nog genoeg licht is om goed te kunnen werken. Wellicht kan een lichte neutrale achtergrond het werk van de sorteerder gemakkelijker maken.

Het aantal planten dat door stambreuk onverkoopbaar wordt kan worden verminderd door met de klemband voorzichtiger te schudden. Bij voorzichtiger werken zal de hoeveelheid grond die aan de wortels blijft hangen groter zijn. Dit laatste is onwenselijk omdat hierdoor alle opeenvolgende handelingen worden verzwaard.

Takbreuk is de meest voorkomende beschadiging, en de beschadiging vindt plaats na de sorteerfase en bij het stapelen. De meest beschadigingen lijken te worden veroorzaakt bij het stapelen.

Verbeteringen zijn mogelijk door:

- de bediening voor de instelhoogte van het pallet door de bundelaar of de stapelaar te laten plaatsvinden.
- een andere manier van werken kan het aantal uitstekende twijgen worden verminderd. Te denken valt aan het aanbrengen van netten in plaats van touw.
- een gekleurd scherm aan te brengen als achtergrond achter het sorteerwerk, maar dit is op de huidige constructie niet haalbaar omdat er te weinig ruimte is achter de sorteertafel.
- het gelijk plaatsen van de pallets die van de rooi-sorteercombinatie worden geladen op een kar met huif, zodat de planten beschermd worden tegen zon (uitdroging) en wind.

1 Inleiding

In Nederland bestaat het areaal van de vruchtbomenteelt uit ongeveer 1018 ha met ongeveer 30.000 – 40.000 bomen per ha. De bomen staan normaal twee seizoenen op het veld voordat ze gerooid worden in de periode oktober tot december.

Dat rooien gebeurt in de meeste gevallen met behulp van een klembandrooier. Na ondersnijden met een U-mes voert de klembandrooier de bomen op. Elke boom moet afzonderlijk beoordeeld worden op kwaliteit, aantal en plaats van de veren (zijtakken). Op basis van kwaliteit worden de bomen per 10 samengebonden. Het gewicht van een bundel ligt ongeveer op 5 tot 6 kg. Het sorteren is handwerk dat als arbeidsintensief en belastend wordt ervaren vanwege het tillen, het gewicht van de bomen, de lange periode van uitvoeren van het werk en de vaak belastende weersomstandigheden (Peppelman et al., 2004). Gezamenlijk kost het rooien, sorteren en bossen 28% van de totale arbeid van het kweken van vruchtbomen (Wekken, van der & Schreuder, 2006).

Het juist kunnen interpreteren van de kwaliteit van de bomen is een voorwaarde om het werk goed te kunnen doen. Gemiddeld is ruim twee keer zoveel arbeid nodig voor het sorteren van de bomen als voor het rooien. Naast de belastende arbeidsomstandigheden zorgt dit proces voor hoge arbeidskosten.

In het voorafgaande onderzoek “Arbeidsomstandigheden bij het rooien en sorteren van vruchtbomen” (Peppelman et al., 2004) is een inventarisatie gedaan van de mogelijkheden tot het verlagen van de arbeidsbelasting in de vruchtboomkwekerij bij het handmatig sorteren van vruchtbomen.

Uit het onderzoek is gebleken dat zowel bij het binnen als buiten sorteren verbeteringen mogelijk zijn.

De meest belovende ontwikkeling ter verbetering van de arbeidsomstandigheden bij het buiten sorteren is de rooi-sorteercombinatie. Niet alleen arbeidstechnisch is het een interessante ontwikkeling, maar ook omdat deze methode minder kwaliteitsverlies betekent, een verbetering van de bedrijfslogistiek tot gevolg heeft, minimaliseert het aantal handelingen en het sorteerproces versnelt.

Het onderzoek beveelt verder aan om de rooi-sorteercombinatie te optimaliseren door bijvoorbeeld alle sorteringen in één werkgang te verwerken, het gebruik van een overkapping en de juiste achtergrondkleur op de plaats waar de kwaliteit beoordeeld moet worden. Verder zou gekeken kunnen worden naar de hoogte van de werkplateaus in combinatie met de werktafel en bindmachine.

In dit onderzoek is geen vergelijking gemaakt tussen de verschillende methoden van sorteren en rooien omdat dat reeds in een eerder onderzoek gedaan is (Peppelman et al. 2004), maar is met name gekeken naar de volgende punten:

- a) Inventarisatie verbeterpunten fysieke en mentaal belastende arbeidsomstandigheden. Dit is uitgevoerd aan de hand van observaties van houdingen door middel van multi-moment opnamen (MMO) van rug, hoofd, benen, armen en handen van ten minste vier personen op elke van de zes verschillende werkplekken op de rooiwagen. Tevens zijn per werkplek bewegingsherhalingen en gehanteerde gewichten/lasten gemeten en geregistreerd.
- b) Inventariseren van de punten waar daadwerkelijk takbreuk optreedt door een dag op de machine mee te rijden en op verschillende plaatsen de mate van takbreuk te registreren. Er is een handelingenanalyse voor elke werkplek in het oogst- en sorteerproces uitgevoerd.
- c) Nagaan van mogelijkheden om een nieuw apparaat dat plombes automatisch om de boom bindt, op de rooimachine te bouwen.
- d) Verbeteringen nagaan voor deze specifieke punten op voorwaarde van minimaal gelijkblijvende rooi- en sorteerprestatie.
- e) Optimaliseren van de sorteerprestatie. De verschillende oplossingen worden naast elkaar gelegd om de meest gunstige te kunnen kiezen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Praktijkwaarnemingen MMO

De waarnemingen ten behoeve van de MMO werden verricht tijdens het rooien van appelbomen van het ras 'Mitchgla', een kleurvariant van Gala met een hoogte van 2 meter op M9 onderstam en *Malus domestica* 'Katja' op M27 onderstam. Voor de bepaling van de frequenties van handelen is ook gekeken naar het rooien van peren. De bomen stonden op een rijafstand van 90 cm en een onderlinge afstand van ongeveer 33 cm (3 bomen per meter). De rijsnelheid bij het rooien was gemiddeld 700 - 800 meter/uur, zodat er exclusief storings gemiddeld $750 \times 3 = 2250$ bomen per uur (komt overeen met 37,5 bomen per minuut) werden geroid.

De metalen pallets kunnen vele jaren worden gebruikt en worden gebruikt voor bomen die in de eigen koeling gaan. De houten pallets worden gebruikt voor export. Vooraf zijn gaten in de hoeken van de houten pallets geboord, waar op de rooi-sorteercombinatie buizen in worden geslagen.

2.2 Arbeidsomstandigheden

Het onderzoek in het veld naar de arbeidsomstandigheden tijdens het rooien en sorteren van vruchtbomen op een rooi-sorteercombinatie bestond uit de onderdelen:

- dynamische werkhoudingen
- statische werkhoudingen
- krachtgebruik (tillen, dragen en kracht zetten) en
- repeterende bewegingen.

Het rooien en sorteren werd uitgevoerd door één ploeg werkenden, die ruime ervaring had met deze werkmethode. Iedere medewerker had hierbij zijn eigen taak, waardoor de arbeidsomstandigheden per taak slechts aan één persoon konden worden waargenomen.

De waarnemingen zijn uitgevoerd op een perceel zware klei. Vooraf had het veel geregend, waardoor de grond vochtig tot nat was, maar tijdens de waarnemingen was het droog en in de loop van de dag zonnig.

Werkhoudingen

Werkhoudingen, zowel statisch (langer dan 4 seconden aaneengesloten) als dynamisch, zijn geregistreerd en beoordeeld volgens het stoplichtmodel dat is beschreven door Peereboom en Huysmans (2002), maar met wijzigingen volgens Voskamp *et al.* (2005). Deze wijzigingen betreffen een uitbreiding van de te registreren lichaamsdelen en enkele verfijningen bij de beoordeling van de statische werkhoudingen. Tevens hebben Voskamp *et al.* (2005) de term 'dynamische werkhouding' uit Peereboom en Huysmans (2002) veranderd in 'repeterende beweging'.

De lichaamshoudingen van alle personen in de werkploeg zijn in het veld geregistreerd met behulp van Multi Moment Opnamen (MMO), door twee ervaren onderzoekers. Van elk persoon is gedurende tien minuten elke vijf seconden de stand geregistreerd van hoofd, romp (rug), benen, bovenarmen, onderarmen en handen (zie tabel 1.3.1). Voor het aangeven van de tijdsintervallen is gebruik gemaakt van een metronoom, die elke 5 seconden een akoestisch signaal geeft. Bij de armen en handen zijn steeds de houdingen van de zwaarst belaste ledematen geregistreerd. Hiertoe wordt voorafgaand aan de waarnemingen beoordeeld welke ledematen dit zijn.

Tabel 1.3.1 Indeling van werkhoudingen in belastingszones, per lichaamsdeel

Lichaamsdeel	Zone	Criteria voor de zone	Visuele weergave
Romp	II	0°-20°	
	III	20°-60°	
	IIII	> 60°	
Hoofd	II	0-25°	
	III	> 25°	
Benen	II	staan, zitten of lopen	
	III	knielen, staan op één been, alle andere dan zone I	
Bovenarmen en schouders	II	0°-20°	
	III	20°-60°	
	IIII	> 60°	
Onderarm en elleboog	II	0°-45°	
	III	> 45°	
Pols/ hand	II	0°-45°	
	III	0°-15°	
	IIII	> 45°	

Naar: Peereboom en Huysmans, 2002 en Voskamp et al., 2005

Repetierend werk

Per taak in het rooi-sorteerproces is nagegaan of het werk een repeterend karakter heeft. Een cycluslengte van minder dan 30 seconden moet worden beschouwd als risicovol (dat wil zeggen: vergrootte kans op gezondheidsklachten, en dat dit minimaal 10 minuten per uur moet worden onderbroken door een pauze (Sluiter et al., 2000). Aannemelijk is dat dat hier ook het geval zal zijn, omdat er nogal eens gestopt moest worden in verband met storing of ander oponthoud.

In de gevallen dat er hier sprake was van een onderbreking, is aangegeven wat de cycluslengte van de repeterende handelingen is en gedurende hoeveel tijd het repeterende werk is uitgevoerd.

Tillen & dragen, duwen & trekken

Til- en draagsituaties zijn voor de beoordeling van de arbeidsomstandigheden relevant indien het een gewicht van minimaal 3 kg betreft. Deze situaties zijn beoordeeld met behulp van de NIOSH methode, die is beschreven door Voskamp *et al.* (2005). Met deze rekenmethode wordt de belasting van de rug bepaald, afhankelijk van de tilsituatie. Op basis van systematisch te beoordelen kenmerken van de tilsituatie wordt een 'Recommended Weight Limit' (RWL) berekend. Dit is het maximale gewicht dat 75% van de vrouwen en 99% van de mannen in die situatie veilig kunnen tillen (Voskamp *et al.*, 2005), uitgaande van een maximale belastbaarheid van de tussenwervelschijven in de wervelkolom. Het werkelijke tilgewicht gedeeld door de RWL levert een 'Lifting Index' (LI). Naarmate de LI uitstijgt boven de grenswaarde 1 neemt de kans op rugklachten toe.

Indien er bij een taak in het rooi-sorteerproces geduwd of getrokken moest worden zijn de relevante gegevens verzameld aan de hand van de invullijsten van Peereboom en Huysmans (2002).

Verwerking gegevens

Van de MMO van de werkhoudingen is voor elke taak in het rooi-sorteerproces per lichaamsregio berekend hoeveel van de scores lagen in belastingsklasse I, II en III¹. Aan de hand van het stoplichtmodel (Voskamp *et al.*, 2005) is bepaald of grenswaarden zijn overschreden, uitgaande van een blootstellingduur van meer dan 4 uur per dag.

De voor het berekenen van een Lifting Index (LI) benodigde gegevens en de relatieve tijd die aan de til- of draaghandelingen wordt besteed zijn bij elkaar gezet. Vervolgens zijn conform de NIOSH methode Lifting Indices berekend. Voor de draagsituaties is een vergelijkbaar kengetal berekend door het werkelijke te dragen gewicht te delen door het maximaal geadviseerde gewicht. Dit kengetal is aangeduid als 'draagindex'. Ook de gegevens met betrekking tot duwen en trekken zijn verzameld. Op basis van Peereboom en Huysmans (2002) is een oordeel gegeven over de gezondheidsrisico's.

2.3 Praktijkwaarnemingen plantbeschadigingen

Het inventariseren van de punten waar daadwerkelijk beschadiging van planten optreedt, is uitgevoerd door een dag op de machine mee te rijden en op verschillende plaatsen de mate van takbreuk en andere beschadigingen te registreren. Er is een handelingenanalyse voor elke werkplek in het oogst- en sorteerproces uitgevoerd, gevolgd door een tijdstudie om na te gaan of er afstemmingsverliezen zijn.

2.4 Onderzoek naar de mogelijkheden van automatisch plomberen

Voor het onderzoek naar de mogelijkheden van automatisch plomberen is desktop research gedaan naar plombeermogelijkheden in andere vergelijkbare branches en is in samenwerking met een leverancier van gespecialiseerde apparatuur gekeken naar mogelijkheden van bestaande apparatuur, de toepasbaarheid daarvan en de mogelijkheden om deze apparatuur aan te passen.

Met de NAKtuinbouw is gesproken over de mogelijkheden om ruimte te maken in het huidige systeem om te experimenteren met het zelf drukken van plombes en het gebruik van andere typen plombes.

¹ Klasse III wordt alleen onderscheiden bij de lichaamsregio's romp en bovenarmen.

3 Resultaten praktijkonderzoek

3.1 Arbeidsomstandigheden

Bij het rooien en sorteren van vruchtbomen met de rooi-sorteercombinatie zijn zeven personen betrokken (buiten twee blaadjesplukkers). Voorafgaand aan het rooien zijn de bamboestokken bij de bomen uit de grond getrokken (17 stokjes per minuut, inclusief lostrekken van binddraadjes, zogenaamde Max tape). Dit laatste gaat lastig doordat de draadjes uitrekken voordat ze breken (afhankelijk van het merk binddraadjes). De stokken worden in bossen in het veld gelegd, om later door twee personen te worden opgehaald. De stokken worden afgevoerd op een pallet op de voorlader van een trekker. Deze handelingen vallen buiten de kaders van dit onderzoek, er zijn dan ook verder geen waarnemingen aan verricht.

Hetzelfde geldt voor het uitrijden van de pallets met gerooide bomen, dit gebeurt met een trekker met hefmast voor en achter. De chauffeur zit de helft van de tijd met een statisch zijwaarts gebogen rug om langs de pallet te kunnen kijken, verder zit hij in een ontspannen werkhouding (soms been in zone II). Incidenteel kijkt hij achterom (tijdens het aansteken van een pallet op de hefmast achter de trekker), normaal rijdt hij op de spiegels achteruit.

3.1.1 Beschrijving personen en activiteiten

Waarnemingen zijn verricht aan de volgende personen:

1) De **Chauffeur** (foto 2) bedient de rooi-sorteercombinatie en verricht de volgende handelingen:

- a. Sturen
- b. Rijsnelheid bepalen
- c. Diepteregeling snaarbandrooier regelen
- d. Hoogte van lepels waar pallets op staan regelen

2) De **oplegger**: (foto 3)

- a. Pakt de bomen uit de rooier (aangepaste klembandrooier)
- b. Legt de bomen op één op de sorteertafel.

3) De **klaarlegger**: (foto 4)

- a. Trekt bomen (wortels) zonodig uit elkaar
- b. Knipt soms wortels af
- c. Legt bomen klaar voor de sorteerder

4) De **sorteerder**: (foto 5)

- a. Pakt de bomen één voor één op
- b. Sorteert de bomen in de leverbare kwaliteit
- c. Schuift kwaliteit I door naar de bundelaar
- d. Legt kwaliteit II op een pallet
- e. Heeft continu een snoeischaar in zijn rechter hand, om gebroken of ongewenste takken en wortels af te knippen.

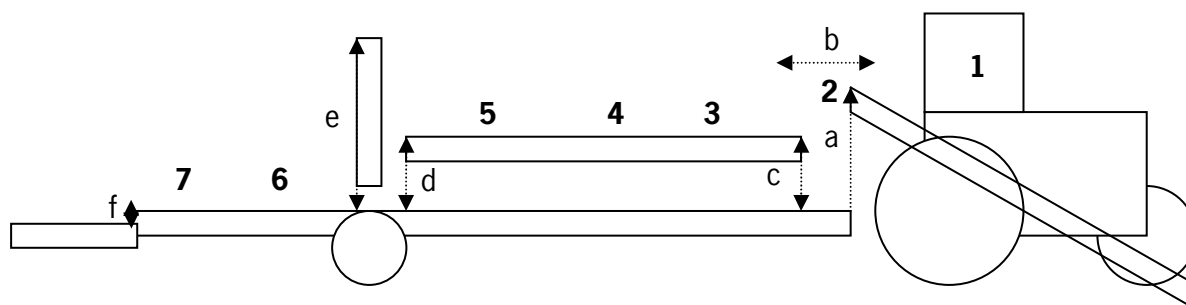
5) De **bundelaar**: (foto 6)

- a. Maakt bundels van het gewenste aantal bomen (meestal 10) en
- b. Steekt die door de bindmachine

- 6) De **binder**: (foto 7)
 - a. Trekt de bos door de bindmachine
 - b. Bindt er – door met zijn knie tegen een knop te drukken – twee draden omheen
 - c. Houdt met een teller bij hoeveel bossen er klaar zijn
- 7) De **stapelaar**: (foto 8)
 - a. Stapelt de bossen op pallets waarvan er meestal twee staan achter op de wagen. Eerst wordt de achterste pallet vol gestapeld, dan wordt deze op het veld neergezet en wordt de tweede vol gestapeld
- 8) **Blaadjesplukkers**: Als het nog niet heeft gevoren hangen er nog teveel blaadjes aan de bomen. Die mogen niet mee in de koeling, omdat dit schimmel kan veroorzaken. Daarom plukken twee personen voorafgaand aan het rooien de meeste blaadjes van de bomen.



Foto 1: Rooi-sorteercombinatie



Schematische weergave rooi-sorteercombinatie. Met cijfers zijn de werkplekken van de verschillende personen weergegeven, met letters waar hoogten en lengten zijn gemeten

- Legenda: 1 = chauffeur
 2 = oplegger
 3 = klaarlegger
 4 = sorteerder
 5 = bundelaar
 6 = binder
 7 = stapelaar

- a = afneemhoogte van bomen uit de rooier (1,25 m)
 b = afstand tussen rooier en weglegplaats op sorteertafel (1,40 m)
 c = hoogte vooraan op de sorteertafel (0,95 m)
 d = hoogte achteraan op de sorteertafel (0,97 m)
 e = hoogte opening bosmachine (0,95 tot 1,40 m)
 f = maximale hoogte afstapje pallet (0,30 m)

3.1.2 Arbeidsomstandigheden

Dynamische werkhoudingen

Chauffeur

De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van de chauffeur over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de chauffeur

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
Romp	0	71,1	28,9
Hoofd	0	100	
Benen	100	0	
bovenarmen	96,7	3,3	0
onderarmen	74,4	25,6	
Hand	87,8	12,2	

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

De houding van de romp en het hoofd veroorzaakt een vergrootte kans op klachten. Rompscore II wordt vooral veroorzaakt doordat de chauffeur vrijwel constant voorovergebogen en gedraaid op zijn stoel zit. Rompscore III komt vooral voor tijdens achteruit rijden. Dit gebeurt voor het afzetten van een vol pallet (in de rij staat het in de weg voor het rooien van de volgende rij bomen) en bij het insteken in een rij die gedeeltelijk wordt gerooid.

De ongunstige hoofdscore ontstaat doordat de chauffeur continu schuin naar beneden kijkt, in een hoek van meer dan 25°. Mogelijk speelt hierbij mee dat de automatische hoogteregeling van de klembandrooier niet goed werkte. Doordat de hand een groot deel van de tijd vlak op het stuur wordt gehouden is de linker elleboog ruim 25% van de tijd meer dan 45° gedraaid. In principe kan dit eenvoudig worden voorkomen door de stuurknop te gebruiken (deze was aanwezig maar werd beperkt gebruikt) of het stuur van opzij vast te houden. De (veel kleinere) belasting van de rechter hand wordt veroorzaakt door de bediening van het pookje waarmee een groot deel van de rooisortermachine wordt aangestuurd.



Foto 2: Chauffeur

Oplegger

De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van de oplegger over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2.: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de oplegger

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	94,2	5,8	0
hoofd	100	0	0
benen	100	0	0
bovenarmen	51,7	42,5	5,8
onderarmen	99,2	0,8	0
hand	95,8	4,2	0

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

Over het algemeen is de lichaamshouding van de oplegger gunstig. De enige uitzondering wordt gevormd door de bovenarmen, die worden veel te veel in belastingszone II gehouden, en ook te veel in zone III. Dit komt doordat hij zijn arm te hoog moet houden (1.40 m, zie foto 3.) bij het uit de klembandrooier pakken van de bomen. Dit zou kunnen worden opgelost door zijn werkplek hoger te zetten.

Klaarlegger

De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van de klaarlegger over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 3.



Foto 3: Oplegger

Tabel 3.: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de klaarlegger

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	83,3	15,8	0,8
hoofd	100	0	
benen	99,2	0,8	
bovenarmen	47,5	35,0	17,5
onderarmen	93,3	6,7	
hand	99,2	0,8	

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

De klaarlegger houdt vooral zijn bovenarmen in een ongunstige lichaamshouding; zowel het percentage in belastingszone II als dat in zone III is boven de norm. De scores in belastingszone II worden vooral veroorzaakt doordat de sorteertafel te hoog staat voor deze persoon. Hij is niet zo lang en moet zijn bovenarmen teveel omhoog houden om aan de tafel te kunnen werken. De scores in belastingszone III zijn moeilijker te voorkomen; deze zijn veroorzaakt door het wegleggen van de tweede soort bomen en vooral door het doorschuiven van bomen naar de sorteerder. Hij beweegt zijn linker arm dan voor langs het lichaam, wat een score in belastingszone III veroorzaakt. Vaak wordt hierbij tevens de rug gedraaid, wat de belangrijkste oorzaak is van belastingszone II.



Foto 4: Klaarlegger

Sorteerder

Voor de lichaamshouding van de sorteerder heeft de lengte van de te sorteren bomen invloed. Daarom zijn de lichaamshoudingen gedurende 5 minuten gescoord tijdens het sorteren van relatief grote bomen (Mitchgla) en gedurende 5 minuten tijdens het sorteren van relatief kleine bomen. De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van de sorteerder over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel.4.



Foto 5: Sorteerder

Tabel 4.: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de sorteerder

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	90	10	0
hoofd	100	0	
benen	99,2	0,8	
bovenarmen	75	21,7	3,3
onderarmen	82,5	17,5	
hand	90,8	9,2	

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

Zowel de bovenarmen als de onderarmen worden teveel in een ongunstige houding gehouden. Dit gebeurt tijdens het beoordelen van de bomen; vooral grotere bomen moeten vrij ver omhoog worden gehouden om ze vrij te kunnen bekijken. Om de bomen rondom te kunnen bekijken worden ook de ellebogen ver doorgedraaid.

De aandelen van de tijd met belastingsscore II voor de romp (10%) en voor de handen (9%) zijn niet alarmerend, maar wat hoger dan wenselijk. Rompscore II is vooral veroorzaakt door het wegleggen van 2^e soort bomen. Bij de handen is belastingsscore II veroorzaakt door het voortdurend vasthouden van een snoeischaar in de rechter hand en het wegnippen van takjes of wortels, waarbij de hand soms ver moet worden gedraaid.

Bundelaar

De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van de bundelaar over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 5.

Tabel 5.: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de bundelaar

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	87,5	12,5	0
hoofd	100	0	
benen	100	0	
bovenarmen	83,3	15,8	0,8
onderarmen	53,3	46,7	
hand	66,7	33,3	

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

De bundelaar heeft een vrij goede werkhoogte. De romp en de bovenarmen worden iets te veel in lichaamszone II gehouden, waardoor er sprake is van een 'mogelijk risico'. Omdat hij bij het omdraaien naar de binder zijn benen verzet hoeft hij zijn rug daarbij nauwelijks te draaien.

Het hoge percentage in belastingszone II bij de onderarmen en bij de handen wordt veroorzaakt door het oppakken en vasthouden van de ongebooste bundels bomen. De bundelaar draait hierbij zijn onderarm naar buiten (supinatie) en de pols maximaal naar binnen (maximale polsflexie).



Foto 6: Bundelaar

Binder

De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van de binder over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de binder

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	99,2	0,8	0
hoofd	100	0	0
benen	100	0	0
bovenarmen	85,8	10,8	3,3
onderarmen	57,5	42,5	0
hand	96,7	3,3	0

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

De binder heeft een goede werkhouding. Achter de 'trechter' waarin wordt gebonden, staat een steun waar hij de wortels van de halfgebonden bos op kan leggen. Hij hoeft zijn romp dan ook niet bovenmatig te buigen of te draaien.

Ook de houding van de benen is in het algemeen goed, de binder staat op beide benen en loopt af en toe een paar passen. De binder bedient de bindmachine met zijn knie, afgezien van storings, ongeveer 8 keer per minuut. Omdat hij hierbij beide voeten op de grond kan houden is dit gescoord als belastingszone I. (In het verleden is er gewerkt met een voetschakelaar. Deze is vervangen omdat die teveel last had van vervuiling, maar veroorzaakte tevens meer fysieke belasting (lichaamshouding II).

De voornaamste belasting wordt veroorzaakt door de houding van de onderarmen. Net als bij de bundelaar moet ook de binder zijn arm gesupineerd onder de bundel steken en houden om de bundel bij elkaar te houden, totdat deze is gebost. De bovenarmen worden iets teveel geheven.



Stapelaar

De registraties van de lichaamshoudingen van de stapelaar zijn verdeeld over de tijd nodig voor het vullen van een pallet; van het wegleggen van bossen op een leeg pallet tot het wegleggen op een hoogte waar hij zonder opstapje niet meer bij kan. De percentuele verdeling van zijn lichaamshoudingen over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 7.

Foto 7: Binderr

Tabel 7: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de binder

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	88,3	10	1,7
hoofd	99,2	0,8	
benen	90	10	
bovenarmen	69,2	16,3	14,6
onderarmen	82,1	17,9	
hand	92,1	7,9	

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

De scores in lichaamszone II voor de romp worden veroorzaakt door het wegleggen van de bossen bij het begin aan een nieuwe pallet en vooral aan het einde van een pallet. Aan het einde van een pallet moet er zo hoog worden gestapeld (pallets tot 2.05 m hoog) dat de stapelaar op een kistje moet staan. Ook moeten de armen dan zo ver worden geheven dat ze in belastingszone II of III komen.

De stapelaar hoeft zijn ellebogen veel minder te draaien dan de bundelaar en de binder, maar toch nog zoveel dat er sprake is van een gezondheidsrisico.

Blaadjesplukkers

De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van de blaadjesplukkers over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 2.2.1.8.

Tabel 2.2.1.8: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van de blaadjesplukkers

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	35	65	0
hoofd	100	0	
benen	99,2	0,83	
bovenarmen	100	0	0
onderarmen	80,8	19,2	
hand	79,2	20,8	

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

De lichaamshouding van de blaadjesplukkers is afhankelijk van de hoogte waar de blaadjes hangen, maar in de 1.60 m hoge bomen staan en lopen ze het merendeel van de tijd licht gebogen tussen de bomen, waardoor de kans op rugklachten toeneemt. Tijdens het 'afritsen' van de blaadjes worden de onderarm en de hand zo vaak in belastingszone II gedraaid dat er ook hier sprake is van een vergrote kans op gezondheidsklachten.

Statische werkhoudingen

Statische werkhoudingen (belastende werkhoudingen die langer dan vier seconden aaneengesloten worden aangehouden) komen tijdens het werken met de rooi-sorteercombinatie niet veel voor.



Zoals hiervoor aangegeven houden de bundelaar en de binder hun onderarmen (ellebogen) te vaak gedurende korte tijd (dynamisch) gesupineerd (naar buiten gedraaid), waardoor de kans op klachten toeneemt. Incidenteel (beiden 6 keer per 10 minuten) duurde dit meer dan vier seconden. Deze frequentie is geen aanleiding voor kritiek op hun statische werkhouding.

De enige uitzondering is de chauffeur van de rooi-sorteercombinatie. Hij zit vrijwel continu voorovergebogen en gedraaid met zijn romp, en met zijn hoofd schuin omlaag gericht op de machine. Dit statische karakter van de belastende lichaamshouding maakt de kans op klachten groter.

Repeterend werk

De blaadjesplukkers hebben kortcyclisch werk met een zeer korte cycluslengte. Met hun linkerhand maakten ze 32 ritsbewegingen per minuut. De rechterhand werkte soms mee, maar daar was geen sprake van repeterend werk.

Afgezien van storingen worden er 3,75 bossen per minuut gerooid, dat zijn zonder tweede soort mee te rekenen, 37,5 bomen per minuut. Dit betekent dat ook de oplegger, klaarlegger, sorteerder en bundelaar repeterend werk uitvoeren, want zij pakken vrijwel alle bomen één voor één in de hand.

De binder en de stapelaar hebben werk met een veel lagere cycluslengte: 3,75 keer per minuut. Volgens de definitie is er hier toch nog sprake van repeterend werk.

In het algemeen worden repeterende bewegingen met een cycluslengte van minder dan 30 seconden of 'gedurende meer dan vier uur per dag dezelfde bewegingen maken' gezien als een risicofactor voor RSI (Sluiter et al., 2000). De kans op RSI klachten wordt daarnaast beïnvloed door een groot aantal risicofactoren, zoals de volledigheid van de taak, arbeidstijden, werkdruk, werkplek en werkmethode (Voskamp et al., 2005). Gezien de korte tijdsduur per jaar waarin het werk wordt uitgevoerd is een volledige inventarisatie van deze risicofactoren pas zinvol als er inzicht is in de werkzaamheden die de desbetreffende medewerkers daarnaast uitvoeren, en die inventarisatie valt buiten dit onderzoek.

Doorgaans wordt geadviseerd om repeterend werk minimaal 10 minuten per uur te onderbreken door een pauze of door ander werk. Bij het werken met de rooi-sorteercombinatie is een onderbreking door ander werk echter niet praktisch. Zoals gesteld hangt het gezondheidsrisico in grote mate af van de werkzaamheden naast het werken met de rooi-sorteercombinatie. Dit betreft vooral de werkzaamheden in dezelfde periode en in mindere mate de werkzaamheden gedurende de rest van het jaar.

Tillen & dragen, duwen & trekken

De in dit onderzoek berekende Lifting Indices, waarmee is bepaald of tilsituaties acceptabel zijn, wordt ook toegepast door de Arbeidsinspectie (Montforts, 2004). Daarbij wordt uitgegaan van een ideale tilsituatie, met het voorwerp binnen handbereik, boven kniehoogte, onder borsthoogte en recht voor de persoon. De Arbeidsinspectie spreekt van een 'misstand' bij een LI > 2, en eist dan dat die situatie binnen een afgesproken termijn (meestal zes maanden) wordt opgeheven. Bij $1 \leq LI \leq 2$ spreekt de Arbeidsinspectie van een knelpunt. Na het constateren van het knelpunt controleert de inspecteur of de situatie goed is opgenomen in de Risico Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) en in het Plan van aanpak.

In hoeverre een werksituatie met een te hoge LI daadwerkelijk een gezondheidsrisico vormt hangt in sterke mate af van de tijd die aan een bewerking wordt besteed en van de fysieke belasting tijdens het overige werk. Het werken met de rooi-sorteercombinatie is voor vrijwel alle werkenden een bewerking die slechts enkele dagen per jaar wordt uitgevoerd.

Het hangt dan af van de mate waarin op de overige dagen moet worden getild of er daadwerkelijk sprake is van een gezondheidsrisico.

In het rooi-sorteerproces komen 3 tilsituaties voor:

- het plaatsen van een houten pallet,
- het plaatsen van een metalen pallet en
- het stapelen van bossen bomen.

Gewichten:

- de houten pallet weegt 29 kg, de metalen pennen 2 kg/stuk (4 pennen = 8 kg)
- de metalen pallet weegt 44,5 kg, de staander 7 kg (4 staanders = 28 kg).
- een bos van 10 Mitchgla's (M9 onderstam) weegt 8,7 kg (8,5 / 9 / 8,5 kg).

De pallets worden door twee personen getild. (Kenmerken: horizontale afstand 60 cm, verticale afstand van 25 naar 60 cm, hoek 0°, frequentie 0,03/minuut, gewone grip). De LI voor het tillen van de houten pallet was 2,0 en die voor de metalen pennen 0,3. De LI voor het tillen van de metalen pallet was 3,1 en die voor de staanders 1,0. Dit betekent dat tijdens het tillen van de metalen pallets de gezondheidsnorm duidelijk is overschreden. Gezien de frequentie waarmee dit voorkomt (ongeveer 10 keer per dag) is het gezondheidsrisico echter gering.

Het op pallets stapelen van de bossen gebeurde steeds door dezelfde persoon. (Kenmerken: horizontale afstand 40 cm, verticale afstand van 60 cm naar 20 tot 165 cm (pallet kan 40 cm zakken), hoek 0°, frequentie 3,5/minuut, gewone grip). De LI bij dit stapelen varieert van 1,6 voor de onderste bomen tot 2,4 voor de bomen op 1.65 m hoogte). Bij een frequentie van 4/minuut varieert de LI van 1,8 tot 2,2

Afgezien van het uittrekken van de stokken bij de bomen (wat buiten de kaders van dit onderzoek viel) werd er niet geduwd of getrokken.

3.2 Frequenties handelingen

Gemeten zijn de verwerkingstijd van vruchtbomen per bundel en de afhankelijkheid van de grofheid van het product. Metingen zijn verricht tijdens een periode dat de werksnelheid stabiel is en niet onderbroken door storingen van de bindmachine, of door afwijkende verplaatsactiviteiten van de combinatie.

Tabel 9. Verwerkingstijd in seconden per bundel van tien leverbare bomen.

Meting	Peer, grof	Appel, grof	Appel, fijn
1	30	15	15
2	30	15	15
3	15	10	25
4	35	25	20
5	40	20	30
6	35	20	15
7	20	20	10
8	15	20	25
9	15	20	15
10	20	15	15
gemiddeld	25.5	18	18.5

De wortels van perenbomen zijn veel grover dan de wortels van appelbomen dat verklaart waarom voor het rooien van peren meer tijd per eenheid nodig is.

De bomen van de categorie 'Appel, grof' zijn minstens zo grof als de perenbomen. De wortels van deze categorie bomen zijn fijner dan de wortels van de perenbomen.

Het werken met grove planten is fysiek zwaarder omdat de planten zwaarder zijn. Verder moet de rooi-sorteercombinatie bij planten met grove wortels iets langzamer rijden om de grond voldoende uit de wortels te kunnen schudden en om sorteer en bundelwerk voldoende ruimte te geven.

3.3 Inventarisatie plantbeschadigingen

Inventariseren van de punten waar daadwerkelijk beschadiging van planten optreedt door een dag op de machine mee te rijden en op verschillende plaatsen de mate van takbreuk en andere beschadigingen te registreren. Er wordt een handelingenanalyse voor elke werkplek in het oogst- en sorteerproces uitgevoerd, gevolgd door een tijdstudie om na te gaan of er afstemmingsverliezen zijn. Dat zijn de punten waar mogelijk efficiencywinst te behalen kan zijn.

Er kunnen verschillende plantbeschadigingen optreden. Waargenomen beschadigingen waren het breken van de stam ter hoogte van de klemband, en het breken van takken van de bomen.

Tabel 10. Waargenomen aantallen beschadigingen per meting van 5 minuten, met een gemiddeld aantal bossen van 18. De waarnemingen stambreuk en takbreuk zijn niet gekoppeld!

Meting	Stambreuk klembandfase	Stambreuk sorteerfase	Takbreuk rooi- en sorteerwerk	Takbreuk bos- en stapelwerk
I	1	0	0	5
II	0	0	0	0
III	1	0	0	12
IV	1	0	0	6
V	2	0	0	8
VI	0	0	0	8
Gemiddeld per 180 bomen	0.83 (0.46%)	0	0	6.5 (3.6%)

Stambreuk is alleen vastgesteld in de klemband, veroorzaakt door de zijwaartse bewegingen die nodig zijn om de grond uit te schudden. In het sorteerproces en bij het opbossen en stapelen komt geen stambreuk voor.

Takbreuk komt in de klembandfase niet voor; nul keer in zes keer vijf minuten. Ook in de sorteerfase is geen takbreuk geconstateerd. Takbreuk komt wel voor in de gecombineerde fase bossen en stapelen. Fysiek was het niet mogelijk deze twee fasen te scheiden. De waarnemingen aan takbreuk werden gedaan bij en direct na het plaatsen van de bossen op de pallet. In de praktijk zal ook schade ontstaan door ontstapelen van de pallets, omdat de takken van verschillende bossen voor een deel in elkaar grijpen. Daar zijn echter geen metingen aan verricht.

Er is in het onderzoek niet specifiek gekeken naar het optreden van wortelbreuk omdat de rooimethode niet afwijkt van de gangbare methodes.

3.4 Automatisch plomberen

In het onderzoek is gekeken naar de mogelijkheid om te plomberen met een plombeeraapparaat dat te gebruiken zou zijn in combinatie met de rooi-sorteercombinatie. Daarvoor is gekeken naar de volgende mogelijkheden:

- Plomberen voor het rooi-sorteerproces
- Plomberen tijdens het opvoeren van de vruchtbomen
- Plomberen op de sorteertafel
- Plomberen na het bundelen.

Een oplossing voor het plomberen van de vruchtbomen is het plomberen voordat de bomen gerooid worden. In de praktijk lijkt dit echter niet haalbaar omdat de bomen in een ongunstige houding bekeken en geplombeerd zouden moeten worden. Daarbij kunnen tijdens het rooi-sorteerproces door tak en/of stambreuk nog veranderingen in de kwaliteit optreden.

Het plomberen tijdens het opvoeren van de vruchtbomen is moeilijk haalbaar. De bomen zouden tegen een speciale achtergrond mogelijk wel beter op kwaliteit beoordeeld kunnen worden, maar door de snelheid van het opvoeren en de schuine stand van de opvoerband is het moeilijk om de bomen te plomberen tijdens het opvoeren. Mogelijk is een systeem met een automatisch plombeerapparaat een mogelijkheid. In overleg met Sato BV, een gespecialiseerde leverancier van labelsystemen, is gekeken naar de technische mogelijkheden van geautomatiseerde plombering tijdens of net voor het opvoeren. Op dit moment zijn er volgens Sato BV geen geschikte apparaten verkrijgbaar. Onderzoek is nodig om de mogelijkheden van de ontwikkeling van een dergelijk apparaat te kunnen beoordelen.

De meest voor de hand liggende plaats om te plomberen is nadat de sorteerder de tweede sortering verwijderd heeft en de eerste kwaliteit bomen gebundeld gaan worden. Het plomberen op die plaats betekent echter dat de bomen opgenomen moeten worden door de sorteerder en een plombeerapparaat opgepakt moet worden. Omdat het sorteren met twee handen gebeurt, betekent dat dat de boom opnieuw opgepakt moeten worden, rechtop gehouden en geplombeerd. Dat vertraagt het sorteerproces doordat een extra handeling uitgevoerd moet worden. Mogelijk is een systeem te bedenken waarbij de gesorteerde bomen langs een automatisch plombeersysteem worden geleid. Hiervoor bestaan nog geen technische mogelijkheden.

Het plomberen gebeurt nu na het bundelen door alle stammen afzonderlijk en handmatig van een plombe te voorzien.

Er is gekeken naar plombeertechnieken zoals die in andere, verwante branches toegepast worden om te kijken in hoeverre deze technieken toepasbaar zijn in de vruchtboomkwekerij. Andere geautomatiseerde systemen waarbij banden (plombes) rond gewas aangebracht worden, werken in situaties waar een redelijk uniform product op een regelmatige manier langs een installatie gaat. Dit is bijvoorbeeld het geval in de bloementeelt waar bloemen op een lopende band automatisch van een band voorzien worden. Volgens de leverancier (Sato, Nieuwegein) van de apparatuur is het noodzakelijk dat de variatie in product niet te groot is omdat dat aanpassingen van de instellingen van de apparatuur per plant zou kunnen betekenen. Deze apparatuur zou naar alle waarschijnlijkheid ontwikkeld moeten worden omdat uit onderzoek niet is gebleken dat dergelijke apparatuur beschikbaar is. Een andere methode zou kunnen zijn dat de plombe met een tang aangebracht wordt die een band rond de stam aandrukt. Daarvoor zijn echter nog geen geschikte labels door de NAKTuinbouw toegestaan en zou een speciaal plombeerapparaat ontwikkeld moeten worden dat in staat is rollen voorbedrukte labels aan te brengen.

4 Discussie

4.1 Verbetering arbeidsomstandigheden

Vooropgesteld moet worden dat de rooi-sorteercombinatie op zichzelf al een grote verbetering is ten opzichte van andere werkmethoden (Peppelman et al, 2004). De suggesties tot verbetering moeten dan ook worden gezien als mogelijkheden om de werkmethode die momenteel de beste is verder te optimaliseren.

Het onderzoek is uitgevoerd in een zeer kort tijdsbestek en tijdens een periode met slecht weer. Daardoor is het niet altijd mogelijk gebleken om het onderzoek op de meest ideale manier uit te voeren. Daarbij bleek het alleen mogelijk om de waarnemingen op één bedrijf te doen. Dit kan effect hebben op de uitkomsten.

Eén persoon per werkplek beoordeeld

Per taak zijn aan slechts één persoon waarnemingen verricht. Hierdoor is het niet mogelijk om onderscheid te maken tussen systeemgebonden aandachtspunten en persoonsgebonden aandachtspunten. Daarom is in het hoofdstuk 'resultaten' aangegeven waar aandachtspunten het gevolg zijn van persoonsgebonden factoren, zoals lichaamslengte.

Taakrotatie mogelijke oplossing?

Omdat alle personen op de rooisorteeremachine verschillende taken uitvoeren kan overwogen worden om taakrotatie toe te passen. Hoewel sommige taken specifieke expertise vereisen (chauffeur, sorteerder) is hier aangenomen dat alle personen er aan deelnemen. De percentuele verdeling van de lichaamshoudingen van alle medewerkers op de rooisorteeremachine gezamenlijk over de zones I, II en eventueel III is weergegeven in tabel 11.

Tabel 11: Percentuele verdeling en beoordeling van de werkhouding van lichaamszones van alle medewerkers op de rooisorteeremachine

lichaamsregio	zone I	zone II	zone III
romp	72,2	23,9	3,9
hoofd	87,4	12,6	
benen	98,4	1,6	
bovenarmen	76,1	18,2	5,7
onderarmen	77,9	22,1	
hand	88,5	11,5	

De kwalitatieve beoordeling van de werkhoudingen is weergegeven door middel van kleuren. Met **groen** aangegeven werkhoudingen vormen geen risico voor de gezondheid. Waar getallen in **oranje** zijn weergegeven is sprake van een mogelijk risico en met **rood** weergegeven getallen duiden op een vergrootte kans op klachten.

Uit tabel 11. blijkt dat taakrotatie de belasting als gevolg van ongunstige dynamische lichaamshoudingen vermindert, maar het probleem niet oplost. De vermindering blijkt eruit dat de zeer hoge percentages van de scores in zone II (in een aantal gevallen meer dan 40%) zijn afgezwakt, en dat de stoplichtbeoordeling 'rood' in belastingszone III niet meer voorkomt. Toch komen er nog veel te veel scores in belastingszone II voor, waardoor de werkhoudingen van de romp, bovenarmen en onderarmen nog met 'rood' worden beoordeeld en het hoofd en de handen met 'oranje'.

Duur van de belasting

In dit onderzoek is het stoplichtmodel van Peereboom en Huysmans (2002) gehanteerd bij het beoordelen van de waargenomen lichaamshoudingen. Voor tillen en dragen zijn de NIOSH normen gebruikt, die ook de arbeidsinspectie toepast (Voskamp en Peereboom, 2000). Of een beoordeling 'rood' (stoplichtmodel) of een $LI > 2$ (NIOSH) daadwerkelijk de kans op gezondheidsklachten vergroot hangt onder andere af van het aantal dagen dat dit werk wordt uitgevoerd. Op het bedrijf waar het onderzoek is uitgevoerd wordt ongeveer geroid van half tot eind november. Als het werk buiten deze periode niet dezelfde fysieke belasting veroorzaakt is de kans op klachten kleiner.

4.2 Overige opmerkingen met betrekking tot arbeid

De mogelijkheden om met minder personen op de machine te werken zijn sterk afhankelijk van de omstandigheden.

Korte bomen met kleine takken zijn gemakkelijker te hanteren dan grotere bomen, en hiervoor zullen doorgaans meer mensen nodig zijn. Ook van belang is de hoeveelheid wortels. Bij sommige soorten bomen heeft de klaarlegger het druk met het wegknippen van wortels, anderen hoeft hij alleen door te schuiven. Daarnaast is de combinatie grondsoort-beworteling-weersomstandigheden van belang. Onder gunstige omstandigheden kan de machine snel rijden en heeft iedereen de handen vol, als de bomen moeilijk te rooien zijn is het werktempo van een aantal mensen veel lager.

Het lijkt mogelijk om - als de beworteling van de bomen het toelaat, zie bovengenoemd punt - de klaarlegger weg te laten als de werktafel wordt vervangen door een lopende band. De oplegger legt dan de bomen 'op een' op de de band, waarna ze vanzelf bij de sorteerder komen. Echter, dit kan alleen als er niet of nauwelijks aan de bomen (takken, maar vooral wortels) geknipt hoeft te worden.

De taken van de binder en de stapelaar kunnen soms worden gecombineerd. Als de bundels bomen niet te groot zijn kan de binder ze zonder hulp binden, en als het pallet niet te vol is heeft de stapelaar tijd over bij het stapelen. Echter, als de bundels groot (lang of dik) zijn helpt de stapelaar soms met het doortrekken door de bindmachine, en als de stapel hoog is heeft hij alle tijd nodig om te stapelen (soms ontstaat zelfs enige achterstand).

Het werk wordt maar gedurende een korte tijd uitgevoerd, waardoor naar verwachting de kosten van de machine relatief hoog zijn. Bovendien MOET het werk in die tijd verricht worden Oponthoud doordat een medewerker het tempo niet kan bijbenen is dan zeer ongewenst. Goed ingewerkt personeel is flexibel in te zetten wat bleek tijdens de waarnemingen toen een paar rijen eenvoudiger te rooien bomen werden geroid en één van de personen enige tijd iets anders doen (stokken uit de grond trekken of blaadjes van de bomen halen).

4.3 Plantbeschadigingen

Er zijn slechts twee soorten plantbeschadigingen gevonden, namelijk stambreuk en takbreuk. Beschadigingen aan de bast zijn niet gevonden en beschadigingen in de zin van kwaliteitsverlies door klimaatsomstandigheden zijn niet beoordeeld.

Frequenties handelingen

Inclusief storingsen was de gemiddelde werktijd per pallet 16,5 minuten (gemeten bij 8 pallets, standaard deviatie 2,7), met gemiddeld 58 bossen. Dit kwam neer op gemiddeld 35 bomen per minuut.

De bomen werden gebonden in bundels van 10 stuks en op pallets gestapeld. Er werd gebruik gemaakt van gegalvaniseerde metalen pallets met eveneens gegalvaniseerde standers en van houten pallets met metalen buizen als standers.

Er worden telkens twee pallets tegelijk op de lepels van de rooi-sorteercombinatie gezet, een houten en een metalen. Dit duurt per keer (twee pallets) 2 minuten en 40 seconden, inclusief vier standers in de metalen pallet steken en buizen in de houten pallet slaan. Doorgaans zijn hier drie personen mee bezig en wacht de

rest. De chauffeur gebruikt deze tijd doorgaans voor klein onderhoud, zoals het wegsteken van klei uit de rooi-sorteertafel.

De frequenties van handelingen variëren sterk met de grofheid van het plantmateriaal. Vooral de grofheid van het wortelgestel heeft invloed op de handelingen. Er zijn geen aantoonbare verschillen gevonden tussen handelingsfrequenties van grove en fijne appelbomen. Het kan evengoed wel zo zijn dat de handelingen aan grove appelbomen zwaarder zijn. De handelingssnelheid per stuk kan bij verschillen in gewasgrootte variëren. Hierop wordt door personeel ingespeeld door:

- de totale snelheid van de combinatie en alle werkzaamheden aan te passen
- de verdeling van personeelsinzet over de verschillende handelingen tijdelijk te wijzigen

Gezien de variatie van het geteelde product in enkele geslachten en vele soorten, en de variatie in aantallen per product lijkt een betere afstemming in handelingen niet vooraf te realiseren.

Plantbeschadigingen

Stambreuk komt voor bij minder dan een half procent van de beoordeelde planten. De gebroken bomen zijn onverkoopbaar.

Takbreuk komt veel meer voor dan stambreuk. De planten met takbreuk - meestal een tak per boom - zijn van mindere kwaliteit, maar blijven in het afzettraject doorgaans tussen de goede bomen. In de beperkte fysieke mogelijkheden van de uitgevoerde waarnemingen werd gevonden dat in de opbos- en stapelfase 3,5% procent van de planten takbreuk voorkomt. Omdat in de beoordeling de planten niet van de pallet zijn gehaald, en per stuk beoordeeld, kan het zo zijn dat het percentage in werkelijkheid nog hoger ligt.

Wortelbeschadigingen

In de praktijk wordt een heel groot deel van de vruchtbomen gerooid met een klembandrooier. Hierbij wordt met een U-vormig mes onder de planten doorgesneden in een gelijkmatige beweging. In het geval van de rooi-sorteercombinatie wijkt het rooien niet af van de gangbare praktijk waaruit weinig tot geen problemen bekend zijn. Om deze reden is daar in dit onderzoek niet speciaal naar gekeken.

Tijdens de waarnemingen bij het bundelen en stapelen zijn geen bijzonderheden opgevallen met betrekking tot wortelbeschadigingen. Naar alle waarschijnlijkheid is uitdroging van de wortels een groter probleem.

4.4 Automatisch plomberen

Er spelen drie problemen met betrekking tot het automatisch plomberen:

- Het plombeerproces is moeilijk te integreren in de huidige werkwijze. De plombels zouden moeten worden aangebracht na het sorteren, maar er is bij de huidige manier van werken geen moment waarop de bomen op een min of meer regelmatige manier langs een plombeerapparaat zouden kunnen passeren. Een andere manier zou kunnen zijn dat alle bomen bij het opvoeren geplombeerd worden en de labels verwijderd worden van de bomen met een afwijkende kwaliteit. Maar ook voor het plomberen tijdens opf net na het opvoeren van de planten is geen bruikbare apparatuur bekend omdat het product erg divers in diameter en bouw is.
- Speciale apparatuur moet ontwikkeld worden om vruchtbomen te kunnen plomberen
- Een efficiënte manier van plomberen zou betekenen dat de vruchtboomtelers zelf plombes moeten kunnen maken die op een rol geprint worden. Het huidige systeem van de NAKtuibouw voorziet hier echter niet in.

Het is mogelijk een goede zaak om met een aantal leveranciers van plomeersystemen (binden, labelen) om een prototype te ontwikkelen van een apparaat dat in grote mate de problemen met de onregelmatigheid van het gewas kan oplossen. Een prototype zou mogelijk de discussie met betrekking tot het huidige NAKtuibouw-systeem op een constructieve manier open kunnen breken.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Arbeidstechnische verbeteringen

Werkhoudingen

De chauffeur kan zijn linker arm ontlasten door meer gebruik te maken van de stuurknop of het stuur van opzij vast te pakken, in plaats van zijn hand op het stuur te houden. Onbekend is in hoeverre de belastende houding van zijn rug en hoofd het gevolg is van een slecht functionerende diepteregeling van de klembandrooier.

Voor de chauffeur, die lange tijd geconcentreerd op de machine zit te werken, is een goede stoel belangrijk. Omdat hij vrijwel continu gedraaid zit wordt een draaibare stoel aanbevolen.

De klaarlegger, de persoon die de bomen van de rooiband neemt en klaarlegt voor de sorteerder, kan zijn bovenarmen ontlasten door hoger te gaan staan ten opzichte van de sorteertafel. Om ook de scores voor zijn armen in belastingszone III te voorkomen zou de sorteertafel vervangen kunnen worden door een sorteerband. Dit zou echter als nadeel hebben dat het voor de sorteerder moeilijker wordt om een voorraad te laten ontstaan, waardoor die een meer gedwongen werktempo zou krijgen.

Een lagere sorteertafel zou waarschijnlijk ook gunstig uitpakken voor de sorteerder; hij hoeft de bomen dan minder ver op te tillen om ze vrij van de tafel te kunnen beoordelen. De tafel mag niet zo laag staan dat hij moet bukken om de bomen op te pakken.

Voor de stapelaar zou het gunstig zijn als de vorken waarin de pallets hangen wat meer omhoog (begin pallet) en omlaag (einde pallet) zouden kunnen bewegen. Het is het beste wanneer hij die hoogte zelf kan veranderen (nu doet de chauffeur dat).

Repetierend werk

Aan het repeterende werk op zich kan weinig worden verbeterd. De bomen moeten op één worden gelegd en worden gesorteerd, en zonder ver terug te gaan in arbeidsprestatie gaat dat gepaard met repeterend werk.

In principe kunnen medewerkers worden ontlast door taakrotatie. Het opleggen, klaarmaken en bundelen kan worden afgewisseld met binden en stapelen. Het werk van de sorteerder vereist daarentegen veel vakmanschap, dit kan een ander niet eenvoudig overnemen.

Tillen & dragen, duwen & trekken

Het enige echte knelpunt met betrekking tot tillen en dragen, duwen en trekken betreft het op pallets stapelen van de bundels. Het belangrijkste hier is de stapelhoogte; naarmate de pallet verder dan 30 cm kan zakken ten opzichte van de stahoogte van de stapelaar neemt de LI af. Als er bovendien taakrotatie plaatsvindt met een tweede persoon halveert de frequentie, en zou de LI afnemen tot 1,3 à 1,6.

Algemeen

Een dak en windscherm op de sorteerwagen kunnen beschutting bieden tegen koude en tegen wind. Vooral omdat de medewerkers op de rooi-sorteercombinatie veelal stil staan kan het er koud zijn. Omdat het scherm licht wegneemt op de sorteertafel is niet duidelijk of er dan nog genoeg licht is om goed te kunnen werken. Bij het rooien en sorteren van rozen wordt in de praktijk gebruik gemaakt van kunstlicht om het sorteren te vergemakkelijken. Wellicht kan ook een lichte neutrale achtergrond het werk van de sorteerder gemakkelijker maken. Dat zou tot uiting moeten komen in minder fouten bij de sortering.

5.2 Opmerkingen met betrekking tot beschadigingen

Stambreuk

Het aantal vruchtbomen dat door stambreuk onverkoopbaar wordt, kan worden verminderd door de klemband voorzichtiger te schudden. Uit tabel 10. blijkt dat er tijdens de meetperiode van 30 minuten, 5 vruchtbomen met stambeschadiging zijn opgetreden. In het geval dat de meetperiode representatief is, kan de maximale winst 10 bomen per uur bedragen indien de schade tot nul kan worden beperkt. Dit zal echter zeker tot gevolg hebben dat de totale snelheid van de combinatie omlaag zal gaan, en daarmee de kosten per ha omhoog. Bij voorzichtiger werken zal naar verwachting bovendien de hoeveelheid grond die aan de wortels blijft hangen groter blijven. Dit laatste is onwenselijk omdat hierdoor alle handelingen daarna worden verzwaard.

Tien procent langzamer werken betekent (6 pers x € 25) + 10% = € 15 per uur aan verlies. Dit zou eenvoudig gecompenseerd kunnen worden door minder uitval van bomen. Tien procent langzamer rooien geeft echter ook een verlenging van de periode die de teler nodig heeft om alle planten te rooien; meestal zit hier weinig ruimte om risico te nemen. Als de teler niet op tijd rooit, kost het hem veel meer.

Takbreuk

Takbreuk is de meest voorkomende beschadiging, en de beschadiging vindt plaats na de sorteerfase. Dit betekent dat beschadigde vruchtbomen worden verkocht als waren zij goed. Beschadigingen zijn soms van geringe omvang, bijvoorbeeld als er alleen een topje van een twijg is gebroken. Soms ook zijn er belangrijkere gesteltakken aan de basis gebroken. Deze vruchtbomen zullen door de afnemer als mindere kwaliteit worden beoordeeld, maar afhankelijk van het aantal beschadigingen nog wel plantbaar zijn.

De meeste beschadigingen lijken te worden veroorzaakt bij het stapelen. De bomen worden hierbij met de wortels naar twee buitenzijden op een metalen pallet geplaatst. Om zo economisch mogelijk te werken, moeten er zo veel mogelijk bundels op een pallet gestapeld worden. De stapelaar moet daarom de bundels stevig aanduwen. Het komt voor dat een bundel niet in een keer naar de zin van de stapelaar ligt. Het optillen van de bundel kan gepaard gaan met het in elkaar haken van uitstekende takken en het afbreken van die takken. Het uitsteken van twijgen buiten de bundel versterkt dit effect.

Hoger stapelen is niet mogelijk omdat de staanders van de Ferro-pallets een maximum hoogte hebben die afgestemd is op de transportmogelijkheden. Verder kan het werken met hogere staanders op arbeidstechnische problemen stuiten. Vooral als de palletdrager al in de laagste stand staat, dan is het verschil in werkhogte te groot, de stapelaar zal meer boven zijn macht moeten werken. Ook bij het ontstapelen van de pallets moeten dan voorzieningen getroffen worden.

Als de stapel te hoog wordt kan de trekkerchauffeur de pallet een stuk laten zakken, meestal gebeurd dat op afroep van de stapelaar of de bundelaar. Vaak komt genoemde afroep op een moment dat het al erg lastig stapelen is. De stapelaar maakt gebruik van een opstapkistje op het moment dat de pallet bijna vol is, en het pallet in de laagst mogelijke stand staat. De stapelaar werkt in deze fase boven zijn macht hetgeen de controle over de bundels verminderd en daarmee de kans op beschadigingen vergroot.

Er is een redelijk grote mogelijkheid van flexibiliteit in de arbeidsinzet op de rooi-sorteercombinatie. De flexibiliteit bij het stapelen van de bundels is echter beperkt, waardoor vermoeidheid mogelijk een rol gaat spelen.

Aanbevelingen

- Een mogelijkheid van bediening voor de instelhoogte van de pallet door bundelaar of stapelaar zou de hoeveelheid handelingen 'boven de macht' beperken en daarmee het werk vereenvoudigen en het aantal beschadigingen terug kunnen brengen.
- Bij de gekozen manier van bundelen blijven vooral kleinere twijgen buiten de bos steken. Met name deze twijgen kunnen bij het stapelen afbreken. Daarnaast verzwaren deze twijgen het stapelwerk. Overwogen moet worden om een andere manier van bundelen te kiezen, waarbij het aantal uitstekende twijgen wordt verminderd. Te denken valt aan het aanbrengen van netten in plaats van touw. Naar deze optie is al eerder gekeken door Firma Carolus in België (KMO 2004). Er is vanuit daar verricht onderzoek al veel bekend over de eisen die aan netten moeten worden gesteld.

- Er vindt geen of weinig rolatie plaats tussen personen die de verschillende werkzaamheden uitvoeren. Het wisselen van positie kan niet alleen een voordeel opleveren voor de werknemer, maar kan mogelijk ook het aantal beschadigingen verminderen doordat men allerters blijft bij het behandelen van de bomen.
- Een in eerder onderzoek geopperde mogelijkheid om een gekleurd scherm aan te brengen als achtergrond achter het sorteerwerk (Peppelman, 2004) is qua ruimte in de huidige constructie niet haalbaar. Aan de rooilijnkant van de combinatie staat de volgende rij planten. De toppen van de gerooide planten komen in aanraking met de planten op de volgende rij. Hier is geen plaats voor een scherm. Om wel met een scherm te kunnen werken zouden de planten vanuit de klemband iets verder opgevoerd moeten worden, en zou er tevens voor gekozen moeten worden om op de lijn van de gerooide planten te sorteren en niet achter de trekker.
- Een klein puntje van verbetering om de kwaliteit van de vruchtbomen te behouden na het rooien, kan zijn om de pallets die van de rooi-sorteercombinatie worden te laden en direct op een kar met huif te plaatsen, zodat de planten beschermd worden tegen zon en tegen wind.

5.3 Opmerkingen met betrekking tot automatisch plomberen

Binnen de NAKtuinbouw is al geruime tijd een discussie over aanpassingen in het huidige plombeersysteem. Samenwerking met leveranciers van plombeersysteem, labeling en bindsystemen om tot een bruikbaar plombeersysteem te komen, zou kunnen bijdragen aan het sturen van deze discussie.

Literatuur

KMO, 2004, Studie van een efficiënte verpakking van fruitbomen tijdens het rooien voor optimaal kwaliteitsbehoud bij opslag, transport en uitplanten, KMO-innovatiestudie-3, Brussel.

Montforts, Y.A.J., 2004. Tillen in de industrie; Inspectierapport project A590. Arbeidsinspectie, Den Haag.

Peereboom, K.J. en M.A. Huysmans, 2002. Handboek fysieke belasting; een complete methode voor het inventariseren en oplossen van knelpunten. Derde herziene druk. Sdu Uitgevers, Den Haag.

Peppelman, G., A.A.J. Looije, M.B.M. Ravesloot, P.F.M.M. Roelofs, V. van Velzen en A. de Bruine, 2004. Arbeidsomstandigheden bij het rooien en sorteren van vruchtbomen; mogelijkheden tot verbetering van dit proces. Praktijkonderzoek Plant&Omgeving (PPO), sector fruit, rapport PPO 2004-31, Randwijk.

Sluiter, J. K., K.M. Rest en M. Frings-Dresen, 2000. Het Saltsa rapport: Richtlijnen voor de vaststelling van de arbeidsrelatie van Aandoeningen aan het Bewegingsapparaat in de Bovenste Extremititeit (ABBE's). Coronel Instituut voor Arbeid, Milieu en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum, Divisie Public Health, Onderzoeksinstituut amCOGG, Amsterdam

Voskamp, P. en K.J. Peereboom, 2000. Fysieke belasting bij het werk. Arbo-informatiebladen AI-29, Sdu Uitgevers, Den Haag.

Voskamp, P., P.A.M. van Scheijndel en K.J. Peereboom, 2005. Handboek Ergonomie 2005. Kluwer, Alphen aan den Rijn.

Wekken, J.W. van der en R. Schreuder. Kwantitatieve informatie boomkwekerij 2006. Praktijkonderzoek Plant&Omgeving (PPO), sector bollen en bomen, rapport PPO 422, Randwijk.