

# Arbeidsvergelijking van vier fruitoogstsystemen

G. Peppelman (PPO-fruit), P.F.M.M Roelofs (AFSG), F.W. Schoorl (PPO-fruit), A.A.J. Looije (AFSG)

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, 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 2006-18

Financier: Arboconvenant Agrarische Sector

Projectnummer: 3261061600

G. Peppelman, F.S. Schoorl

P.F.M.M. Roelofs, A.J. Looije

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Sector Fruit

Agrotechnology & Food Sciences Group

Adres: Lingewal 1, Randwijk  
Postbus 200, 6670 AE Zetten  
Tel: 0488 - 473702  
Fax: 0488 - 473717  
E-mail: [infofruit.ppo@wur.nl](mailto:infofruit.ppo@wur.nl)  
Internet: [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

Adres: Gebouw 118, Bornsesteeg 59, Wageningen  
Postbus 17, 6708 PD, Wageningen  
Tel: 0317-475029  
Fax: 0317-475347  
E-mail: [info.afsg@wur.nl](mailto:info.afsg@wur.nl)  
Internet: [www.afsg.wur.nl](http://www.afsg.wur.nl)

# Inhoudsopgave

Pagina

VOORWOORD .....	5
SAMENVATTING.....	6
1 INLEIDING .....	9
2 MATERIALEN EN METHODEN.....	12
2.1 Oogstsystemen.....	12
2.1.1 Pluktrein .....	12
2.1.2 Plukkar met plukemmer.....	12
2.1.3 Snarenband.....	13
2.1.4 Pluk-o-trak .....	14
2.2 Praktijkbedrijf.....	15
2.3 Arbeidsomstandigheden .....	16
2.3.1 Werkhoudingen.....	16
2.3.2 Repeterend werk .....	17
2.3.3 Tillen & dragen, duwen & trekken.....	17
2.3.4 Subjectieve beoordeling door plukkers .....	17
2.3.4 Verwerking gegevens.....	17
2.4 Plukprestatie.....	18
2.4.1 Meetmethode .....	18
2.4.2 Gegevensanalyse.....	19
2.5 Kwaliteitsbeoordeling .....	20
2.5.1 Monsternamen en beoordeling van monsters.....	20
2.5.2 Werkwijze elektronische appel .....	22
2.6 Financiële vergelijking.....	23
3 RESULTATEN .....	24
3.1 Arbeidsomstandigheden .....	24
3.1.1 Dynamische werkhoudingen.....	24
3.1.2 Statische werkhoudingen.....	29
3.1.3 Werksituatie .....	30
3.1.3.1 RSI-risicoanalyse.....	30
3.1.3.2 Plukcycluslengte .....	33
3.1.4 Tillen & dragen, duwen & trekken.....	33
3.1.4.1 Tillen en dragen .....	33
3.1.4.2 Duwen en trekken .....	35
3.1.5 Subjectieve beoordeling door plukkers .....	36
3.1.6 Totaaloverzicht arbeidsomstandigheden .....	36
3.2 Plukprestatie.....	37
3.2.1 Pluktrein .....	38
3.2.2 Plukkar met plukemmer.....	38
3.2.3 Snarenband.....	39
3.2.4 Pluk-o-trak .....	40
3.2.5 Vergelijking oogstsystemen .....	41
3.3 Kwaliteitsbeoordeling .....	41
3.3.1 Vruchtmonsters .....	41
3.3.2 Elektronische appel.....	44
3.4 Financiële vergelijking.....	45
3.4.1 Capaciteit per oogststelsel.....	45
3.4.2 Praktijkvoorbeeld.....	50

4 DISCUSSIE .....	54
5 CONCLUSIES .....	61
REFERENTIES.....	65
BIJLAGE 1 INVULFORMULIEREN VOOR REGISTRATIE WERKHOUDINGEN .....	67
BIJLAGE 2 NORMALITEIT WAARNEMINGEN HOUDINGSANALYSE.....	68
BIJLAGE 3 CODERING VAN DE LICHAAMSHOUDING .....	70
BIJLAGE 4 MEETRESULTATEN TECHMARK INC 400 .....	72

# Voorwoord

Op 2 juli 2002 is het “Arboconvenant voor de agrarische sector” getekend door de overheid, werkgevers en werknemers. Eén van de afspraken hierbinnen is dat via onderzoek actief gewerkt wordt aan kennisvergroting over goede arbo-praktijk op de werkvloer binnen de agrarische sectoren.

Het huidige verslag is het resultaat van een onderzoek dat uitgevoerd is in de fruitsector, waarbij vier oogstsystemen vergeleken zijn met betrekking tot arbeidsomstandigheden, plukprestatie en kwaliteit van de vruchten. Tevens is een financiële vergelijking gemaakt tussen de vier oogstsystemen.

Het onderzoek is begeleid door de klankbordgroep Fruitteelt, boomteelt en vaste plantenteelt. De leden J. Huver, J. vd Oest, H. van Wetten, G. Pronk, J. van Ingen, C. de Boer en J. Poppelaars worden bedankt voor hun inzet en betrokkenheid bij de uitvoering van het onderzoek. De heer P. Tamsma wordt bedankt voor zijn rol als voorzitter en contactpersoon van de klankbordgroep.

Het onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de medewerking van de heer H. Timmer uit Zeewolde, op wiens bedrijf de metingen aan de vier oogstsystemen zijn uitgevoerd. Tevens hebben de plukkers die met de verschillende oogstsystemen geplukt hebben een grote bijdrage geleverd aan dit project.

Eén van de onderzochte oogstsystemen, de snarenband, is ter beschikking gesteld door Burg Machine Fabriek in samenwerking met dhr. M. Oskam, waarvoor hartelijk dank. Tevens een woord van dank aan de heer W. Tijssen voor het beschikbaar stellen van het oogststelsel pluk-o-trak. Ook een woord van dank voor de betrokkenheid bij de uitvoering van het onderzoek aan de heer T. van den Munckhof, producent van de pluk-o-trak. De heer J. Withagen wordt bedankt voor zijn statistische ondersteuning.

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

Dr. Ir. J. E. van den Ende  
Business Unit Manager Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sectoren bollen, boomkwekerij en fruit

# Samenvatting

In 2005 werd in het kader van het Arboconvenant voor de agrarische sector een onderzoek uitgevoerd naar de arbeidsomstandigheden en plukprestatie bij vier fruitoogstsystemen voor het oogsten van appels, namelijk de pluktrein, de plukkar met plukemmer, de snarenband en de pluk-o-trak. Om fruittelers in Nederland breed van informatie te voorzien is tevens de kwaliteit van de geplukte appels beoordeeld en zijn de kosten per oogststelsel op een rij gezet.

De metingen werden onder constante weersomstandigheden uitgevoerd op een praktijkbedrijf bij het ras Jonagored op onderstam M9 in het 7<sup>e</sup> groei-jaar, geplant in een enkele rij met 3.000 bomen per ha. Het betrof de eerste pluk waarbij circa 70% van de 70 ton productie per ha, geplukt werd. Voor het arbeidsomstandighedenonderzoek hebben acht dezelfde personen met alle vier oogstsystemen geplukt. De plukprestatie werd gemeten bij andere plukkers, minimaal vier per oogststelsel, die ervaring hadden met plukken met het betreffende oogststelsel. Van elk oogststelsel werden kort na de oogst en na drie maanden bewaring geplukte vruchten beoordeeld op uitwendige schade als gevolg van plukken.

Wat betreft de arbeidsomstandigheden is onderscheid gemaakt tussen werkhouding, mentale belasting, RSI-analyse, tillen en dragen, duwen en trekken en hebben de plukkers een totaaloordeel gegeven. De dynamische belasting (= aantal repeterende bewegingen) van de romp is in alle systemen te hoog, maar bij de snarenband is deze significant lager dan in de andere systemen. Dit komt doordat alle appels op een gunstige hoogte worden weggelegd. De relatief ongunstige score voor de dynamische werkhoudingen ofwel aantal repeterende bewegingen van hoofd en armen bij de snarenband is veroorzaakt door het zonder hulpmiddelen plukken van hoog hangende appels. Gebruik van een trapje of een kist om op te staan zou de houding van hoofd en armen hebben verbeterd, maar het negatieve effect op de rughouding en de belasting wegens het tussen de snarenband en de bomen door dragen van de trap of kist, zijn niet goed in te schatten. De dynamische werkhouding van hoofd, bovenarmen en onderarmen was het gunstigst bij de pluk-o-trak. Ook de plukkar met plukemmer scoort gunstig qua dynamische werkhouding, maar scoort zeer slecht voor tillen, dragen en krachtgebruik.

De statische belasting van de romp was te hoog bij de pluk-o-trak en de plukkar met plukemmer, en in mindere mate bij de snarenband. Bij de pluktrein werd de rug nauwelijks statisch in een ongunstige positie gehouden. Bij de snarenband werd een kleine overschrijding veroorzaakt door het reiken naar hoog hangende appels. Plukkers die vanaf de grond plukken aan de pluk-o-trak staan in vergelijking tot de andere oogstsystemen langdurig gebogen, omdat zij alleen het onderste deel van de boom plukken. Wisseling van werkplek is hierbij belangrijk.

De aard van het werk bleek in alle oogstsystemen tamelijk eenzijdig, waarbij vrijwel de hele werkdag hetzelfde eenvoudige werk werd uitgevoerd. Omdat het appels plukken seizoenswerk betreft, is het onwaarschijnlijk dat dit leidt tot gezondheidsklachten. Als marginale verschillen tussen de oogstsystemen kwamen naar voren dat tijdens plukken met de pluk-o-trak een deel van de plukkers het werktempo niet zelf kunnen bepalen en zich dan laten opjagen, en dat tijdens plukken met de snarenband (bij de door de leverancier aanbevolen werkmethode) de afstand tussen plukkers zo groot was dat onderlinge communicatie wat moeilijker was. Daar staat tegenover dat het in de boomgaard heel rustig is, doordat geen motoren draaien waardoor er ook geen uitlaatgassen zijn. Verder gaven de plukkers aan bij de snarenband de voldoening te missen van het weten dat weer een kist vol is. Ze kunnen het wel merken doordat de band even stil staat, maar blijkbaar weegt dit niet op tegen de aanblik van een volle voorraadkist.

Het werk was in alle oogstsystemen repeterend. Bij de pluktrein was de plukcycluslengte (9,6 cmin/plukhandeling) significant wat langer dan bij de snarenband (6,1) en de pluk-o-trak (7,0). Plukcycluslengte omvat de tijd vanaf het beetpakken van de vrucht aan de boom tot en met het wegleggen/loslaten van de vrucht. Een korte plukcycluslengte is goed voor de plukprestatie, maar ongunstig voor de arbeidsomstandigheden. Bij gebruik van de plukemmer was er een tendens naar een korte plukcycluslengte (5,0 cmin/plukhandeling).

Tijdens het plukken met de pluktrein werden alleen til- of draagnormen overschreden (minder dan 1% van de werktijd LI<sup>1</sup> 1,5 tot 2) tijdens het legen van kisten met 2<sup>e</sup> klasse appels in een voorraadkist. Bij de pluk-o-trak leidde dit tot iets meer tillen. Hier werden de kisten met 2<sup>e</sup> klasse appels gelegd in een bak op 1,70 m hoogte (Lifting Index (LI) bij halfvolle kisten 1,2 tot 1,7). Daarnaast werd de gezondheidsnorm licht overschreden (minder dan 1% van de tijd LI 1,1) bij het dragen van de leidstang bij rijwisseling. Deze leidstang geleidt de pluk-o-trak door de rijen en weegt 20 kg. Bij de snarenband was de LI iets te hoog (1,1 tot 1,4) bij het tillen van de ondersteuningspanelen tijdens het verplaatsen van de snarenband (2% van de werktijd bij twee van de acht plukkers). De tilbelasting in de drie genoemde pluksystemen was zeer beperkt qua tijdsduur en zal daarom zelden tot gezondheidsklachten leiden. Tijdens het plukken in een plukkar met plukemmer werd de tilnorm voortdurend serieus overschreden door het dragen van de plukemmer (2,5 tot 14 kg, LI 0,15 tot 2,8) en het regelmatig legen van de volle plukemmer (LI 1,7 tot 1,8). Tijdens de waarnemingen werden in alle oogstsystemen behalve de pluktrein, grenswaarden voor duwen en trekken overschreden. Bij de snarenband en de pluk-o-trak had dit te maken met de handling van de voorraadkisten, dit kan eenvoudig worden voorkomen door volle kisten op rollenbanen rustig in beweging te brengen en ze niet handmatig over de grond te slepen. Bij het werken met de plukkar bleek overschrijding van duw-, trek- en tilnormen onvermijdelijk tijdens het omhoog pompen van de kist maar vooral tijdens het verplaatsen van de steeds voller wordende plukkar over het graspad. De plukkers die meegewerkt hebben aan het onderzoek vonden het werken met de pluktrein en pluk-o-trak het meest prettig wat betreft arbeidsomstandigheden. Het oordeel over de plukkar met plukemmer was eenduidig negatief omdat het dragen van de plukemmer als belastend en zwaar werd ervaren.

De gemeten plukprestaties waren gemiddeld erg hoog. De reden hiervoor is dat gemeten is onder optimale weersomstandigheden, bij een volle oogst (70 ton/ha) van een ras dat vanwege grote vruchten snel plukt en het betrof de eerste pluk. De hoogst gemeten plukprestatie was bij de pluktrein (361,8 kg/uur/persoon), dit is betrouwbaar hoger dan de plukkar met plukemmer (310,9 kg/uur/persoon) en de snarenband (325,3 kg/uur/persoon) en de pluk-o-trak (326,4 kg/uur/persoon). De pluksnelheid van de plukkers, zonder alle bijkomende werkzaamheden, zoals transport van en naar het erf en wisselen van kist en rij, was bij de snarenband het hoogst (524 kg/uur/persoon). Bij de pluktrein was de pluksnelheid 490 kg/uur/persoon, bij de pluk-o-trak 447 kg/uur/persoon en bij de plukkar met plukemmer 426 kg/uur/persoon. Indien bij de snarenband geen ander oogststelsel gebruikt kan worden tijdens het verzetten van het apparaat naar de volgende rij, was de plukprestatie 269,7 kg/uur/persoon en betrouwbaar lager ten opzichte van de pluktrein en de pluk-o-trak. Indien met de pluk-o-trak in een boomgaard geplukt wordt waarbij de bomen maximaal 2,5 meter hoog zijn, is de plukprestatie lager (252,8 kg/uur/persoon) doordat de plukkers die op de plateaus staan, niet optimaal kunnen functioneren omdat er niet voldoende appels te plukken zijn. Deze uitkomst was betrouwbaar lager dan de gemeten plukprestaties bij de snarenband, de plukkar met plukemmer en de pluktrein.

Bij de snarenband en de pluktrein bleek een lichte extra butsschade aan de geplukte vruchten te ontstaan in vergelijking tot de pluk-o-trak en de plukkar met plukemmer. De butsen zijn ingedeeld naar oppervlakte, conform de KCB richtlijnen voor klasse I, II en industrie. Vrijwel alle vruchten konden nog in klasse I worden ingedeeld, maar het is aannemelijk dat deze vruchten wel uitgesorteerd zullen worden, waardoor toch enige opbrengstderving ontstaat. Er waren geen verschillen tussen de oogstsystemen ten aanzien van open beschadigingen of streepachtige afdrucken in de schil. Vruchten met open beschadigingen zijn alleen geconstateerd als gevolg van schade opgetreden door een steeltje van een andere vrucht dat door de schil is gedrukt. De gevonden streepachtige afdrucken kunnen mogelijk ook al aan de boom tijdens de groei zijn ontstaan.

Bij optimale capaciteit waren de kosten bij de pluktrein het laagst met € 3.296 per ha. De totale kosten omvatten: jaarkosten, arbeidskosten, brandstofkosten, opbrengstderving als gevolg van 2% kwaliteitsverlies of het niet kunnen meenemen van fruit van mindere kwaliteit. Bij optimale capaciteit kostte de plukkar met plukemmer € 3.863 per ha en de pluk-o-trak € 4.113 per ha. De snarenband had de hoogste kosten met € 4.204.

---

<sup>1</sup> LI = Lifting Index, met als grenswaarde 1 voor veilig tillen

Bij de pluktrein waren de jaarlijkse kosten en arbeidskosten als gevolg van de plukprestatie in vergelijking tot de andere oogstsystemen, het laagst. Bij de pluktrein gold alleen een opbrengstderving als gevolg van kwaliteitsverlies. Alleen bij de pluk-o-trak en de plukkar met plukemmer was geen opbrengstderving aan de orde als gevolg van kwaliteitsverlies of het niet kunnen meenemen van tweede klasse vruchten. Bij de snarenband was dit beide wel het geval. De investering met bijhorende jaarlijkse kosten bij de plukkar met plukemmer waren relatief laag, maar vanwege de lagere plukprestatie en daardoor hogere arbeidskosten, kwam dit oogststelsel er qua totale kosten niet het gunstigst uit. De snarenband had naast hoge jaarlijkse kosten als gevolg van de investering in de machine, ook redelijk hoge arbeidskosten ondanks dat er bij de berekening van uitgegaan is dat de plukkers tijdens het verzetten aan een ander systeem door kunnen plukken. De pluk-o-trak wordt qua inzet meer rendabel bij een boomhoogte tot 3,5 m. De verhoogde productie weegt op tegen de extra kosten die gemaakt moeten worden.

De conclusie is dat vanuit het oogpunt van preventie van gezondheidsklachten van de plukkers de voorkeur gegeven moet worden aan de pluk-o-trak. De statische werkhouding was bij dit oogststelsel echter een aandachtspunt. De relatief hoge aanschafprijs van de pluk-o-trak en daarmee de hoge jaarlijks vaste kosten kunnen een belemmering zijn voor brede toepassing in de praktijk. Bij de pluk-o-trak bleek het belangrijk dat de bomen voldoende hoog zijn zodat de plukkers die op de plateaus staan voldoende te plukken hebben. De pluktrein was het goedkoopste oogststelsel maar scoorde qua dynamische werkhouding onvoldoende, met uitzondering van de belasting aan de benen. De dynamische werkhouding bij de snarenband zou verbeteren indien plukkers hulpmiddelen hebben om de hoog hangende appels te plukken. Daarnaast was het belangrijk voor de plukprestatie dat de snarenband in combinatie met een ander oogststelsel ingezet werd, zodat plukkers gedurende het verzetten naar de volgende rij, toch door kunnen plukken. Af te raden bleek de plukkar met plukemmer: de belasting was zodanig dat de tilnorm werd overschreden.

Om de uitkomsten in de juiste context te kunnen plaatsen wordt verwezen naar de discussiepunten (p. 56).



# 1 Inleiding

Bij de productie van appels zijn het pluktijdstip en het zorgvuldig plukken erg belangrijk voor de kwaliteit van de vruchten. Te vroeg of te laat oogsten en beschadigingen aan de vruchten kunnen ertoe leiden dat een deel van de oogst niet geschikt is voor afzet. De arbeidsvoorziening en arbeidsorganisatie tijdens de oogstperiode van appels zijn vaak lastig (Groot et al, 1998). De appeloogst begint globaal eind augustus en eindigt eind oktober en valt daarmee buiten de schoolvakanties waardoor inzet van scholieren of studenten beperkt mogelijk is. Door maatschappelijke veranderingen hebben steeds meer vrouwen betaald werk en zijn dus minder beschikbaar voor de appeloogst. Hierdoor is het voor fruittelers moeilijk voldoende plukkers te vinden. De plukprestatie heeft een grote invloed op het aantal plukkers dat nodig is, en daarmee op de arbeidsvoorziening en arbeidsorganisatie. Plukprestatie is het aantal geoogste kilo's fruit per uur per persoon bij het oogsten van een bepaalde beplanting met een bepaalde oogstmethode en wordt uitgedrukt in kg/uur. Bij een boomgaard met 3.000 bomen per ha in volle productie wordt gerekend met een plukprestatie van 166 kg/uur/persoon onder gemiddelde omstandigheden (Peppelman en Groot, 2004). Ter indicatie: bij een productie van 50 ton per ha zijn dan 300 plukuren per ha nodig. Een fruitbedrijf in Nederland is gemiddeld 12 ha, hierbij geldt dat binnen 6 weken 3600 plukuren nodig zijn om het fruit te oogsten. Dit betreft 15 plukkers die gedurende 6 weken 40 uur per week plukken. Door deze vele uren is dit een grote kostenpost van een fruitteeltbedrijf; 38% van alle kostenposten zijn arbeidskosten. Dit is de afgelopen 10 jaar licht toegenomen als gevolg van stijgende loonkosten per uur (Van der Meer, 2004). Van de teeltkosten bestaat 25% uit plukkosten (Poldervaart, 2002). Omdat de oogst met de vele benodigde uren een kostbaar onderdeel is bij de productie van fruit, is het oogststelsel met de bijhorende kosten, erg belangrijk. Uit onderzoek van Strik (1995) komt naar voren dat factoren als investeringskosten, kwaliteit van het fruit en de arbeidsomstandigheden de keuze van de teler voor een oogststelsel grotendeels bepalen. Uit een artikel van Kepers (2003) komt naar voren dat kwaliteit belangrijker is dan plukprestatie. Belangrijk wordt gevonden dat de pluk rustig verloopt en het werk lichter is. Kepers schrijft dat hogere plukkosten door meer arbeidskosten zich terugverdienen doordat het fruit zorgvuldig geplukt in de kist komt, waardoor de kwaliteit hoger is en dit zich terugbetaald. Looijen (1999) schrijft dat loonkosten bespaard kunnen worden door te investeren in oogstmachines. Afhankelijk van het bedrijf, de organisatie en het plantsysteem is het best passende oogststelsel uit te kiezen.

## Fysieke belasting tijdens de fruitoogst

Uit de Nulmeting van het Arboconvenant Agrarische sectoren (Roelofs *et al.*, 2003) komt naar voren dat het plukken van pitvruchten één van de fysiek zwaardere werkzaamheden in de fruitteelt is.

Meyers *et al.* (2001) concludeerden aan de hand van interviews en verzuimcijfers dat in wijngaarden het oogsten de belangrijkste risicofactor is. Dit wordt vooral veroorzaakt door het optillen en dragen en omkiepen van kisten met druiven. Bij de in Nederland gangbare oogstsystemen voor pitvruchten komt tillen echter nauwelijks voor, behalve wanneer er wordt geplukt met plukemmers. Een andere risicofactor die Meyers *et al.* (2001) noemen is een te hoog werktempo. In het desbetreffende onderzoek in Californië werd dat in de hand gewerkt doordat medewerkers werden betaald naar productie.

In Nederland wordt veelal gewerkt op uurbasis, waardoor plukkers veel minder worden opgejaagd. Toch hebben sommige plukkers een werktempo dat zo hoog is dat de kans op klachten kan toenemen. Tenslotte noemen Meyers *et al.* (2001) het diep bukken om gevallen trossen op te rapen. Dit komt wel voor, vooral wanneer de valappels worden verzameld.

Tijdens de oogst van pitvruchten wordt name de rug vrij zwaar belast, maar ook de belasting van de nek/schouder regio en van de armen is behoorlijk (Roelofs *et al.*, 2003). Daar komt bij dat op fruitteeltbedrijven de oogst meer dan de helft van de totale arbeidsbehoefte omvat. Van de 38 respondenten die zelf plukten, plukte 37% rechtstreeks in voorraadkisten op een plukkar of pluktrein. Ze beoordeelden deze werkmethode met een Borgscore van 4,2 voor de lage rug en 3,4 voor de nek/schouders (Borgscore heeft een schaalverdeling van 0-10 waarbij 2 is licht belastend en 5 is zwaar belastend). 26% plukte in een plukemmer, wat is beoordeeld met een Borgscore van 4,5 voor de lage rug en 3,6 voor de nek/schouders.

De vier respondenten (11%) die met een pluk-o-trak werkten vonden het werk veel lichter (Borgscores van 2,4 voor de lage rug en 1,8 voor de nek/schouders).

Het aantal respondenten in het onderzoek van Roelofs *et al.* (2003) dat ervaring had met de pluk-o-trak was echter erg laag, en nadat de Nulmeting was uitgevoerd is een nieuw oogststelsel ontwikkeld, namelijk de snarenband. Bovendien leidt een momentopname zoals de Nulmeting vaak tot een onderschatting van klachten of van de zwaarte van het werk. Hartvigsen *et al.* (2001) toonden aan dat cross-sectioneel onderzoek een onderschatting geeft van de prevalentie van rugklachten bij mensen met een fysiek zwaar beroep. Dit wordt veroorzaakt door het 'Healthy Worker' effect: mensen met een fysiek zwaar beroep stappen eerder over naar minder zwaar werk (in het onderzoek van Hartvigsen *et al.* (2001) zittend werk) indien ze rugklachten hebben dan wanneer ze die niet hebben. Omgekeerd stappen mensen met een zittend beroep niet zo snel over naar een fysiek zwaar beroep als ze rugklachten hebben dan wanneer ze die niet hebben. Hierdoor wordt de zwaarte van zittend werk overschat en die van fysiek zwaar werk onderschat. Om een goede beoordeling van de fysieke belasting bij deze oogstmethoden te kunnen geven zijn ze in dit onderzoek rechtstreeks met elkaar vergeleken.

#### Risicofactoren voor fysieke belasting tijdens de fruitoogst

Plukkers hebben tijdens de fruitoogst te maken met verschillende risicofactoren. De belangrijkste zijn de werkhoudingen, het tillen en het langdurig staan.

Een studie in Noord Carolina (Fulmer *et al.*, 2002) was gericht op het plukken van appels in hoogstamboomgaarden. De belangrijkste risicofactoren voor de schouders die Fulmer *et al.* (2002) noemen zijn het reiken naar appels met de elleboog boven schouderhoogte, het drukken van de riemen van de plukker op de schouders en druk op de schouders tijdens het dragen van ladders. Voor de rug noemen ze een statische ongemakkelijke houding tijdens het plukken, buigen tijdens het leggen van de plukkers en het dragen van een volle plukker. Gebaseerd op zuurstofopname en hartslag classificeren Costa *et al.* (1989) het in plukkers plukken van appels als middelmatig tot zwaar. Omdat in Nederland vrijwel alleen met laagstambomen wordt gewerkt en er nauwelijks wordt geplukt in plukkers wijkt die situatie af van die in Nederland. Het illustreert echter wel dat het vanuit ergonomisch oogpunt goed is dat deze werkmethoden niet veel meer worden toegepast.

Magora (1973) stelt dat de relatie tussen enerzijds veelvuldig buigen van de rug of ver reiken en anderzijds klachten aan de lage rug wellicht voor een groot deel het gevolg is van onverwachte bewegingen. Hij vond een sterkere relatie tussen onverwachte bewegingen en rugklachten dan tussen frequent buigen of reiken en rugklachten. In de fruitoogst kan dit betekenen dat werken met trapjes of andere opstapjes die gebruikt worden om hoog hangend fruit te kunnen plukken, maar die kunnen omvallen of wegzakken of waar men vanaf kan glijden kritisch beschouwd moeten worden.

In een vergelijking tussen het plukken van appels en peren door dezelfde personen hadden de plukkers na het plukken van peren meer last van stijfheid en pijn in de nek en schouders, gevoelige schouderpijnen en pijn bij het bewegen van de nek dan na het plukken van appels (Sakakibara *et al.*, 1995). In andere lichaamsdelen werden geen significante verschillen gevonden. Tijdens het plukken van de peren werden de armen gedurende 75% van de tijd meer dan 90° opgetild, tegenover 40% van de tijd tijdens het plukken van de appels. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat perenbomen over het algemeen hoger zijn dan appelbomen. In een eerdere studie vonden Sakakibara *et al.* (1987) soortgelijke resultaten toen ze het dunnen en plukken van appels vergeleken met hetzelfde werk in peren. De werknemers bleken toen eveneens meer last te hebben van vermoeidheid, stijfheid en pijn in de nek, schouders en armen tijdens het werk in perenbomen dan in appelbomen. Sakakibara *et al.* (1995) concluderen daarom dat bovenhands werken, waarbij de arm wordt opgetild en het hoofd naar achteren gebogen, een risicofactor is voor klachten in de nek-schouder regio.

Mensen die beroepsmatig langdurig (dagelijks minimaal 4 uur) moeten staan of nauwelijks (minder dan twee uur) de mogelijkheid hebben om te staan hebben een grotere kans op klachten aan de lage rug dan mensen die een groot deel van de dag afwisselend kunnen gaan zitten of staan (Magora, 1972). Medewerkers moeten tijdens de fruitoogst vrijwel continu staan, waardoor ze een verhoogd risico lopen op rugklachten.

Het doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen in de verschillen tussen oogstsystemen wat betreft arbeidsomstandigheden, plukprestatie en de invloed op de kwaliteit van de vruchten. Daarnaast hebben telers behoefte aan inzicht in de kosten bij het maken van investeringsafwegingen voor arbeidsvriendelijke oogsthulpmiddelen.

## 2 Materialen en methoden

### 2.1 Oogstsystemen

In het onderzoek zijn vier oogstsystemen met elkaar vergeleken, namelijk de pluktrein, plukkar met plukemmer, snarenband en de pluk-o-trak.

#### 2.1.1 Pluktrein

Een pluktrein is een oogststelsel waarbij voorraadkisten op een karretje geplaatst worden. Deze afzonderlijke karretjes worden aan elkaar gehaakt en achter een trekker door de rij gereden. De lengte van de pluktrein, ofwel het aantal karretjes dat aan elkaar gehaakt wordt, kan afgestemd worden op het aantal pukkens en/of de productie die geplukt moet worden. De vruchten worden rechtstreeks in de voorraadkisten weggelegd. Voor en achter de voorraadkist is een plateau boven de wielen gemaakt, waar een kist van 20 kg staat om 2<sup>e</sup> klasse fruit in te verzamelen. Tevens is hier ruimte voor een lege kist die gebruikt kan worden om op te staan om de kop van een hoge boom te plukken. Op het laatste karretje van de pluktrein ligt een trapje om enkele extra hoge bomen toch te kunnen plukken.

In de praktijk wordt op verschillende manieren met de pluktrein gewerkt. In dit onderzoek is gekozen voor het werken met 4 personen aan een pluktrein van 5 karretjes. Aan beide kanten van de pluktrein werd één zijde van de bomen geplukt. De koppen werden direct mee geplukt. De 2<sup>e</sup> klasse appels werden in aparte kistjes van 20 kg meegenomen.



**Afbeelding 2.1.1. Pluktrein.**

#### 2.1.2 Plukkar met plukemmer

Een plukkar is een apparaat waar een voorraadkist handmatig mee verzet kan worden. Deze kar heeft twee lepels die onder de voorraadkist doorschuiven en waarop de voorraadkist omhoog gepompt wordt. De voorraadkist komt dan los van de grond. Aan de zijkanten zitten wielen en aan de voorkant zit ook een wiel met stang met een handvat waarmee de voorraadkist door middel van trekken of duwen verplaatst kan worden. Twee haken worden aan de buitenkant aan de rand van de voorraadkist gehangen. Hierop wordt een kist van 20 kg geplaatst waar het 2<sup>e</sup> klasse fruit in wordt verzameld.

In een plukemmer kunnen circa 40-50 (circa 8-10 kg) appels verzameld worden. Deze plukemmer draagt men voor zich, met gekruiste banden op de schouders/rug. De plukemmer is van binnen bekleed met canvas. De plukemmer heeft geen vaste bodem. Aan de onderzijde van plukemmer heeft dit canvas een lange flap welke aan de buitenzijde aan de voorkant vast en los gemaakt wordt. Om de plukemmer vol vruchten te legen in de voorraadkist, wordt de flap aan de voorzijde van plukemmer losgemaakt en rollen de vruchten via de onderzijde van de plukemmer in de voorraadkist.

In dit onderzoek hebben 2 plukkers tegelijk aan één plukkar gewerkt, waarbij in één rijpad aan twee rijen bomen geplukt werd waarbij de bomen van één zijde geoogst werden. Beide plukkers droegen een plukemmer waarin de vruchten verzameld werden en aansluitend gelegd werden in de voorraadkist.



**Afbeelding 2.1.2 Plukkar met plukemmer.**

### 2.1.3 Snarenband

De snarenband is een relatief nieuw oogststelsel. Bij dit oogststelsel wordt machinaal in het rijpad een transportband van snaren uitgerold tot het eind van de rij. Deze band is gemaakt van deltexdraden met een onderlinge afstand van 1,5 cm. Tijdens het uitrollen van de band worden om de circa 15 meter handmatig ondersteuningspanelen geplaatst, waar de snarenband op rust. De hoogte van de snarenband is standaard 90 cm, maar kan aangepast worden door de ondersteuning te verlagen of te verhogen door de poten verder of minder ver uit elkaar te zetten. Afhankelijk van de productie, worden plukkers over beide kanten van de snarenband en over de lengte van de te plukken rij, verdeeld. Iedere plukker plukt een deel van de rij. De vruchten worden op de snarenband neergelegd. De snarenband transporteert de vruchten naar het begin van de rij. Aan het begin de rij staat een vulunit ofwel kistenvuller, deze vult automatisch de voorraadkisten met de geplukte vruchten.

Als de rij is leeggeplukt wordt het apparaat verzet naar de volgende rij. De plukkers kunnen tijdens het verzetten ergens anders met een ander oogststelsel aan de slag. Eerst moeten alle vruchten naar het begin van de rij worden getransporteerd. Daarna moet de snarenband helemaal ingerold worden. De ondersteuningspanelen worden door twee plukkers aan de oprolunit gehangen. Het apparaat wordt uit de rij gereden en verplaatst naar de volgende rij. Daar wordt de snarenband weer uitgereden tot het eind van de rij en worden de ondersteuningspanelen weer om de circa 15 meter neergezet.

Zodra de band uitgereden is, worden de snaren gespannen door de oprolunit nog wat verder te rijden en te verankeren. Daarna wordt met de pluk van de volgende rij gestart.

In dit onderzoek plukten 8 plukkers gelijktijdig aan de band, daarnaast was er continue iemand bezig bij de vulunit. Die verzorgde het wegzetten van volle voorraadkisten en het plaatsen van lege voorraadkisten in de kistenvuller. Het verzetten van het apparaat werd gedaan door 2 plukkers en de persoon die bij de kistenvuller werkzaam was. De overige plukkers gingen tijdens het verzetten van de snarenband ergens anders op het perceel aan de slag in een ander oogststelsel, en kwamen terug als de snarenband weer klaar stond. De bomen zijn steeds van één zijde geplukt en vruchten die in de koppen van de bomen hingen zijn meegenomen. 2<sup>e</sup> klasse vruchten zijn niet meegenomen.



**Afbeelding 2.1.3 Snarenband.**

#### 2.1.4 Pluk-o-trak

De pluk-o-trak is een zelfrijdende fruitoogstmachine. Door middel van plukbandjes, een hoofdtransportband en een kistenvuller worden vruchten in de voorraadkisten verzameld. Plukkers leggen de geplukte vruchten weg op plukbandjes welke eenvoudig te verstellen zijn in hoogte en richting. Aan beide zijden van de machine is een plateau aangebracht op circa 1 meter hoog waar een plukker op staat die het bovenste deel van de boom plukt. Dit plateau is uitschuifbaar naar buiten om zo dicht mogelijk bij de bomen te kunnen staan. De machine is zelfrijdend, waarbij één van de plukkers de rijnsnelheid bepaalt en het stuur bedient. Hiermee kan de gehele combinatie van het ene rijpad in het volgende rijpad worden gestuurd. Achter de machine wordt een spoorvolgende voorraadkistenwagen gekoppeld. De voorraadkistenwagen is over de gehele lengte voorzien van rollenbanen en kan 8 tot 12 voorraadkisten tegelijk meenemen. De voorraadkist waarin wordt geplukt staat op de machine. Als de voorraadkist vol is, wordt deze schuin naar beneden gelaten, waarna deze gelost wordt. Terwijl de gevulde voorraadkist onder de voorraadkistenwagen door gaat, wordt een lege voorraadkist van de voorraadkistenwagen op de machine geplaatst. Dit gebeurt gedeeltelijk met handwerk, door de voorraadkist naar voren te schuiven. De kistenvuller/draaitafel gaat automatisch in de oorspronkelijke stand terug. De kistenvuller zorgt voor vulling van de voorraadkist. De aandrijving van de machine geschiedt door middel van een 11 pk benzinemotor in combinatie met een hydraulische variomatic en een 2-toerige versnellingskast. Hiermee is de snelheid traploos regelbaar van 0 tot 4 km per uur.

In dit onderzoek hebben 4 plukkers aan de machine gewerkt, twee plukkers op de plateaus en twee plukkers vooraan vanaf de grond. Aan de machine zat een leidstang vast, waarmee de rijrichting werd bepaald. Deze leidstang is niet noodzakelijk voor het functioneren van de machine.

De 2<sup>e</sup> klasse vruchten werden onderaan de machine verzameld in kisten van 20 kg. Zodra deze halfvol waren, werden ze geleegd in een grote voorraadbak boven de hoofdtransportband. De plukkers die op de plateaus stonden legden de 2<sup>e</sup> klasse vruchten rechtstreeks daarin weg. Aan het eind van de dag of rij werden deze vruchten gelost in een voorraadbak op de grond welke bestemd was voor 2<sup>e</sup> klasse vruchten. De bomen zijn van één zijde geplukt, de koppen van de bomen zijn helemaal rondom geplukt.



**Afbeelding 2.1.4 Pluk-o-trak.**

## 2.2 Praktijkbedrijf

Wat betreft plantsysteem en plantdichtheid is gekozen voor de meest gangbare vorm: een enkel rijstelsysteem met een plantdichtheid van 3.000 bomen per ha. Qua leeftijd is gekozen voor een volwassen aanplant van tenminste 5 jaar oud. Het onderzoek is uitgevoerd bij het appelras Jonagored bij de eerste pluk. Jonagored is een mutante van Jonagold, dat het tweede hoofdras is binnen de Nederlandse fruitteelt. Jonagored is een donkerrode mutante, welke vooral bij matige kleuring veelal tamelijk grof gestreept is in tegenstelling tot de vrijwel egaal gebloeste andere mutanten in de groep donkerrood (Bakker J. J. *et al.*, 1999). Jonagored is in vergelijking tot Elstar buttsgevoeliger, waardoor deze Jonagoldmutante vanuit het oogpunt van het kwaliteitsonderzoek de voorkeur heeft. De metingen zijn uitgevoerd op het bedrijf van de heer Timmer in Zeewolde (Tabel 2.2.1).

**Tabel 2.2.1. Kenmerken van het praktijkperceel waar het onderzoek is uitgevoerd.**

<i>Ras</i>	Jonagored, een donkerrode mutante van Jonagold
<i>Onderstam</i>	M9
<i>Plantdichtheid</i>	3.000 bomen per ha
<i>Plantsysteem</i>	Enkele rij, bomen gemiddeld ruim 2 meter hoog
<i>Leeftijd aanplant</i>	7 <sup>e</sup> groei-jaar

Het oogststelsysteem waarmee de heer Timmer zelf zijn fruit oogst is een pluktrein, waarbij met zes plukkers geplukt wordt. Van de zes plukkers plukken er vier rechtstreeks aan de pluktrein en twee aan de buitenzijde van de te plukken rijen. De plukkers aan de buitenzijden verzamelen de vruchten in een onderlosser op een plukslee.

Een onderlosser is een kist met een bodem die opengemaakt kan worden, net zoals bij een plukemmer. De onderlossers worden door de rij doorgegeven naar een plukker die rechtstreeks aan de pluktrein plukt om te legen in een voorraadkist op de pluktrein. Tijdens het onderzoek is niet geplukt met onderlossers, maar zoals aangegeven in paragraaf 2.1.

## 2.3 Arbeidsomstandigheden

Om inzicht te krijgen in de lichaamsdelen die tijdens het plukken van pitvruchten het meest worden belast en in de risicofactoren die de kans op lichamelijke klachten vergroten is gebruik gemaakt van de resultaten van de nulmeting ten behoeve van het Arboconvenant agrarische sectoren (Roelofs *et al.*, 2003) en is gezocht naar andere relevante literatuur. Hiertoe is met het zoekprogramma ERL Webspirs gebruik gemaakt van de databases Agricola (1984-2005), Agris current (1989-2005), Cab Abstracts (1972-2005), Current Contents (1996-2005) en Medline Advanced. Er is gezocht op basis van de zoekwoorden (orchard) + (work) en op (labour or working) and (pick\* or harvest\* not harvester) and (physical load or posture).

Het onderzoek in het veld naar de invloed van het oogststelsel op de arbeidsomstandigheden bestond uit de onderdelen dynamische en statische werkhoudingen, krachtgebruik (tillen, dragen en kracht zetten) en repeterende bewegingen. Het onderzoek naar arbeidsomstandigheden is in principe uitgevoerd aan steeds dezelfde acht proefpersonen die in alle vier oogstsystemen hebben gewerkt. De verschillende oogstsystemen zijn op opeenvolgende dagen telkens een hele dag toegepast, waarbij de proefpersonen ongeveer een uur aan het werk waren voordat met de waarnemingen werd begonnen. Het werk is beoordeeld voor zover het plukken en direct daaraan gerelateerd werk betrof (zoals verplaatsen van de plukkar, pluktrein, pluk-o-trak of snarenband of het plaatsen van een nieuwe voorraadkist in de voorraadkistenvuller van de snarenband). Transport naar het erf viel er buiten. De oogstsystemen zijn onder gelijke weersomstandigheden vergeleken, tijdens het gehele onderzoek was het droog en relatief warm.

De proefpersonen waren ervaren plukkers. Allen hadden ervaring met de pluktrein, geen van hen had ervaring met de snarenband, twee plukkers hadden ervaring met de pluk-o-trak en twee plukkers hadden ervaring met de plukemmer in combinatie met de plukkar. In principe hebben deze proefpersonen aan alle 4 oogstsystemen geplukt. Omdat slechts vijf van de acht proefpersonen konden plukken met plukkar en plukemmer is aan dit oogststelsel een negende persoon (met ervaring) toegevoegd.

### 2.3.1 Werkhoudingen

Werkhoudingen, zowel statisch 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'.

Voor het vastleggen van de werkhoudingen zijn per oogststelsel de lichaamshoudingen van de acht proefpersonen geregistreerd met behulp van Multi Moment Opnamen (MMO). Twee ervaren onderzoekers hebben per proefpersoon gedurende 10 minuten elke vijf seconden de stand geregistreerd van hoofd, romp (rug) en benen respectievelijk van bovenarmen, onderarmen en handen. De werkhoudingen werden hierbij gescoord in de belastingklassen I, II en III. Peereboom en Huysmans (2002) onderscheiden belastingklasse III alleen bij de lichaamsregio's 'romp' en 'bovenarmen'. Belastingklasse I is de neutrale houding en niet belastend. Belastingklasse II en III zijn meer belastend en schadelijker naarmate de werkhouding vaker voorkomt. Tijdens de Multi Moment Opnamen is gebruik gemaakt van invulformulieren (Bijlage 1). De waarnemers gebruikten metronomen die elke vijf seconden een geluidssignaal gaven. Omdat de linker en de rechter hand en arm sterk verschillend worden gebruikt (veelal met één hand plukken en met de andere vasthouden) zijn gedurende vijf minuten de standen van de linkerarmen en de linkerhanden vastgelegd en gedurende vijf minuten de rechter. Voor de houding van de benen is het totaalbeeld gescoord, zoals aangegeven in bijlage 1.



### 2.3.2 Repeterend werk

Als gedurende minimaal twee uur verdeeld over een dag of één uur aaneengesloten telkens ongeveer dezelfde bewegingen worden gemaakt, en de bewegingen telkens binnen 90 seconden worden herhaald is er sprake van 'repeteerend werk' (Voskamp *et al.*, 2005). De invloed van het oogststelsel op de mate waarin het plukken repeterend werk is, is geregistreerd zoals is beschreven in de paragraaf 2.2.1 en aan de hand van checklists over de onderdelen 'werktaken', 'werktijden', 'werkdruk', 'werkplek' en 'werkwijze'. Deze checklists zijn beschreven door Peereboom en Huysmans (2002), en zijn als 'tools' opgenomen op de CD-ROM bij het Handboek Ergonomie (Voskamp *et al.*, 2005). De checklists zijn dagelijks door de onderzoekers ingevuld; één set checklists voor elke oogstmethode.

### 2.3.3 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, welke 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 ('tijdsduur', 'tilfrequentie', 'hoogte boven de grond', 'rompdraaiing', 'afstand tot het lichaam', 'grip' en 'tilafstand') 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. In principe geldt de NIOSH-methode alleen voor situaties waarbij het te tillen voorwerp met de handen wordt gedragen. Bij het dragen van een plukker is dat niet het geval, en is de afstand van het zwaartepunt tot het te tillen voorwerp tot aan de wervelkolom gehanteerd.

### 2.3.4 Subjectieve beoordeling door plukkers

Aan de plukkers is aan het einde van de laatste meetdag gevraagd om alleen vanuit het standpunt van de plukker (dus los van plukprestatie en kosten voor de fruitteler) een cijfer tussen de 1 en de 10 toe te kennen aan elk van de vier oogstsystemen. Hiermee konden de plukkers aangeven welk oogststelsel naar hun mening het prettigst werkt qua arbeidsomstandigheden. De betekenis van de cijfers was zoals die van rapportcijfers: '1' is extreem slecht, '6' is voldoende en '10' is uitmuntend. Vier van de proefpersonen spraken geen Nederlands, voor hen zijn de oogstmethoden uitgetekend en is met hulp van een tolk gevraagd om eveneens een cijfer tussen de '1' ('sehr schlecht') en '10' ('kan nicht besser') te geven.

### 2.3.4 Verwerking gegevens

Van de Multi Moment Opnamen van de werkhoudingen is voor elk oogststelsel per persoon en per lichaamsregio berekend hoeveel van de scores lagen in belastingsklasse I, II en III<sup>2</sup>. De verdere analyses ten behoeve van de beoordeling van de dynamische werkhoudingen zijn uitgevoerd met het statistisch pakket SPSS (versie 11.5), met als experimentele eenheid de percentages van de scores in de afzonderlijke belastingsklassen. Per lichaamsregio zijn deze percentages grafisch weergegeven in afzonderlijke boxplots. Voor de bovenste ledematen (bovenarmen, onderarmen en handen) zijn boxplots gemaakt van beide ledematen gezamenlijk en van de minst belaste en de meest belaste zijde afzonderlijk. Dit omdat hier de ene lichaamszijde zwaarder belast kan zijn dan de andere. De boxplots tonen per oogststelsel de mediaan, interkwartielen en range van percentages van de scores in belastingsklasse I, II en III. Ook uitschieters (op 1,5 tot 3 keer de interkwartielafstand van de box) en extremen (op meer dan 3 keer de interkwartielafstand) zijn in de boxplots aangegeven.

---

<sup>2</sup> Klasse III is alleen onderscheiden bij de lichaamsregio's romp en bovenarmen (zie 2.3.1).

De normaliteit van de percentages van de scores in belastingsklasse I is gecontroleerd door berekening van de skewness en de kurtosis (verdelingen met een skewness en kurtosis<sup>3</sup> van tussen de -1 en +1 zijn bij benadering 'normaal' (Doorn en Rhebergen, 1999)) en getoetst met behulp van de Shapiro-Wilk's test. Omdat de meeste gegevens redelijk normaal verdeeld leken (zie bijlage 2) zijn verschillen tussen de oogstmethoden getoetst met behulp van de variantie-analyse. Waar een significant verschil werd aangetoond ( $p < 0,05$ ) is met behulp van de least-significant-difference test bepaald welke oogstsystemen verschillen. Bij p-waarden tussen 0,05 en 0,10 is de term 'tendens tot een verschil' gebruikt. Voor het beoordelen van de statische werkhoudingen is per lichaamsregio berekend hoeveel minuten per uur een belastende werkhouding (belastingsklasse II of III) minimaal 5 seconden aaneengesloten voorkwam. In bijlage 3 staat de codering van de lichaamshoudingen weergegeven. Deze tijden zijn in een tabel naast elkaar gezet. Voor lichaamsregio's waarin volgens het stoplichtmodel (Voskamp *et al.* (2005) de grenswaarde werd overschreden is met behulp van variantie-analyse berekend of er significante verschillen tussen de oogstsystemen waren. Hierbij zijn dezelfde criteria gehanteerd als bij de analyse van de dynamische werkhoudingen.

Met betrekking tot het repeterend werk zijn de antwoorden van de checklists van Peereboom en Huysmans (2002) voor de vier oogstsystemen naast elkaar in één tabel gezet en zijn conform Peereboom en Huysmans (2002) waardeoordelen gegeven voor de risicofactoren werктаak, werktijden, werkdruk, werkplek en werkwijze. Daarnaast is per oogststelsel over alle proefpersonen heen de gemiddelde plukcyclustijd (tijd van plukken tot wegleggen appels) berekend en is met variantie-analyse getoetst of verschillen significant waren.

De voor het berekenen van een Lifting Index benodigde gegevens evenals de relatieve tijd die aan de til- of draaghandelingen wordt besteed, zijn in een tabel bij elkaar gezet. Vervolgens zijn 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 in een tabel. Op basis van Peereboom en Huysmans (2002) is een oordeel gegeven over de gezondheidsrisico's.

Omdat niet alle proefpersonen met alle oogstsystemen hebben gewerkt zijn bij het vergelijken van de subjectieve beoordelingen door de plukkers alleen de antwoorden gebruikt van de proefpersonen die alle oogstsystemen hebben beoordeeld. Ook hier zijn verschillen getoetst met behulp van variantie-analyse en is in geval van significante verschillen ( $p < 0,05$ ) met behulp van de least-significant-difference test bepaald welke oogstsystemen verschillen en is bij p-waarden tussen 0,05 en 0,10 de term 'tendens tot een verschil' gebruikt.

## 2.4 Plukprestatie

De plukprestaties bij de verschillende oogstsystemen zijn met elkaar vergeleken. De plukprestatie wordt echter niet alleen beïnvloed door het oogststelsel, maar ook door andere factoren, zoals het ras. De productie per hectare is een andere factor die invloed heeft op de plukprestatie. De productie wordt op haar beurt voor een groot deel bepaald door de gehanteerde onderstam, de plantdichtheid en de leeftijd van de aanplant.

### 2.4.1 Meetmethode

Aan de hand van eerder arbeidskundig onderzoek in de appelteelt is de meetmethode vastgesteld (Groot M.J. *et al.*, 1998). Er zijn tijdmetingen verricht per 100 geplukte appels per persoon.

---

<sup>3</sup> 'Skewness' of 'scheefheid' staat voor de scheefheid of symmetrie van de frequentieverdeling ten opzichte van de Gausskromme. Bij een normale verdeling is de skewness 0, bij een 'lange staart' naar rechts is deze positief en bij een 'lange staart' naar links negatief. Ook de kurtosis is 0 bij een normale verdeling. Als de staarten van de frequentieverdeling dikker zijn dan normaal is de kurtosis positief, zijn ze dunner dan bij een normale verdeling dan is deze negatief.

Met deze methode zijn in het onderzoek van Groot M. J. *et al.* in 1998 goede resultaten behaald, waardoor deze methode nu opnieuw is toegepast.

De tijdmetingen zijn uitgevoerd met behulp van een stopwatch welke de tijd meet in minuten en centiminuten (honderdsten van een minuut). De meting is uitgevoerd bij iedere plukker per oogststelsel door per persoon meerdere keren achter elkaar de tijd op te nemen die nodig was voor het plukken van circa 100 appels.

Het begin- en eindpunt van het te plukken deel van de rij (meetpunten) zijn telkens willekeurig gekozen. De tijd die nodig was voor het verzetten van de plukopstelling is in deze tijdmeting meegenomen bij de pluktrein en plukkar. Het verzetten van de snarenband is apart gemeten. De pluk-o-trak verplaatst zich continue, de rijwisseling is apart gemeten. De positie van de persoon binnen de plukopstelling en de mate van vulling van de voorraadkisten (bij plukkar en pluktrein) zijn meegenomen als invloedsvariabele op de plukprestatie, door meerdere metingen te verrichten op het moment dat de voorraadkist nog bijna leeg was en ook als deze bijna vol was. Gedurende de dag, zowel 's ochtends als 's middags, zijn tijdmetingen uitgevoerd om de invloed van vermoeidheid naarmate er langer gewerkt is, mee te nemen. De metingen zijn begonnen nadat de plukkers minimaal al een uur geplukt hadden.

De metingen zijn verricht aan andere plukkers dan de proefpersonen voor het beoordelen van de arbeidsomstandigheden (paragraaf 2.3). De proefpersonen voor het beoordelen van de plukprestatie hadden allen ervaring met het te beoordelen oogststelsel. Hierbij is er vanuit gegaan dat plukkers die ervaring hebben met plukken met een pluktrein, ook kunnen plukken met een plukkar in combinatie met een plukker en ook aan de snarenband kunnen plukken (dit in overleg met de fabrikant van de snarenband). Met de pluk-o-trak werkte een andere groep plukkers die hiermee meerdere jaren ervaring had en op elkaar waren ingewerkt.

Naast de tijd voor het plukken zijn ook tijdmetingen verricht aan de bij de plukmethode behorende handelingen zoals het wisselen van de voorraadkist, het vervangen van de pluktrein, het inrijden van lege voorraadkisten en het uitrijden van volle voorraadkisten. De tijdmeting startte op het moment dat de lege voorraadkisten op de kopakker van het betreffende perceel stonden en eindigde op het moment dat deze weer vol op de betreffende kopakker stonden. Dit om de invloed van bedrijfsfactoren, zoals de afstand van het erf naar de rijen, op de plukprestatie uit te sluiten.

Plukprestatie wordt normaliter niet uitgedrukt in minuten per 100 vruchten of aantal vruchten per uur, maar in kg/uur/persoon. Daarom is bij ieder oogststelsel van meerdere monsters van 100 vruchten, het gemiddelde vruchtgewicht bepaald. In totaal zijn 19 monsters verdeeld over de oogstsystemen en de geplukte rijen, gewogen. De monsters zijn uit verschillende volle voorraadkisten genomen, uit verschillende delen van het perceel, zowel voor- als achter aan de rij.

#### 2.4.2 Gegevensanalyse

Om te bepalen of het oogststelsel een significante invloed heeft op de plukprestatie, is nagegaan welke invloed de (onafhankelijke) variabelen op de (pluk-)prestatie bij het plukken van appels hebben. In het statistisch pakket Genstat is hiervoor een paarsgewijze vergelijking uitgevoerd. Op grond van deze statistische analyse is bepaald of de oogstmethode een significantie invloed heeft op de plukprestaties.

De plukprestaties zijn per rij bepaald. Daarbij geldt een rijlengte van 250 meter met 250 bomen per rij. Uitzondering hierop was het oogststelsel met de snarenband. De lengte van de snarenband bedraagt 225 meter, daardoor kon niet de volledige rij geplukt worden, maar 225 bomen. De te plukken productie in het praktijkperceel is vastgesteld op 50.000 kg per ha: de totale productie is geschat op 70.000 kg per ha, waarvan 70% in de eerste pluk (tijdens de metingen) is geplukt. Bij 3.000 bomen per ha komt dit neer op 16,7 kg vruchten per boom. Bij 250 bomen per rij is dit 4.167 kg per rij. Bij 225 bomen was de te plukken productie per rij 3.758 kg.

Een taaktijd is gedefinieerd als "de benodigde menstijd voor uitvoering van werkzaamheden volgens een bepaalde werkmethode, bij een standaard werktempo en met voldoende gelegenheid tot het opnemen van rust". Kortweg het aantal benodigde uren per ha dat gezonde mensen nodig hebben om een werkzaamheid uit te voeren.

Omdat de tijd die is besteed aan rust en storingen van veel factoren afhankelijk is, is die niet gemeten, maar zijn er bij het berekenen van de taaktijd normatieve toeslagen aan de gemeten tijd toegevoegd. Dit zijn gestandaardiseerde normen (van Lookeren Campagne, 1978). De gehanteerde toeslagen zijn:

Rust en persoonlijke verzorging:	8%
Storingen (normale gevoeligheid):	7%
Subtotaal:	15%
Toeslag kort cyclisch werk 1,1 x 15%:	2%
Mentale en geestelijke belasting:	5%
Totaal:	22%

Het percentage rust is gebaseerd op de mate van fysieke belasting bij de bewerking en werkmethode. Voor storing is een standaard percentage genomen, geldend voor een eenvoudige gemechaniseerde werkmethode. Omdat de eigenlijke plukhandeling repeterend van aard is met een plukcyclusduur van minder dan 1 minuut, is de rust en storingstoelag verhoogd met de factor 1,1. De toeslag voor mentale belasting komt voort uit de vereiste visuele vaardigheden (zoals plukrijpheid beoordelen per appel). Voor het berekenen van de taaktijd is de gemeten arbeidsbehoefte vermenigvuldigd met een factor 1,22. Voor de bijkomende werkzaamheden zoals het wisselen van de voorraadkist, het vervangen van de pluktrein, het inrijden van lege voorraadkisten en het uitrijden van volle voorraadkisten, geldt dat dit geen kort cyclische werk omvat, waardoor voor deze taaktijd de gemeten arbeidsbehoefte is vermenigvuldigd met factor 1,20.

#### Omstandigheden tijdens metingen

De uitgangspunten die gehanteerd zijn bij de metingen voor bepaling van de plukprestatie, staan weergegeven in Tabel 2.4.1. De uitgangspunten bij de snarenband wijken iets af van de overige drie oogstsystemen, omdat de snarenband iets korter was dan de te plukken rijen van 250 m.

**Tabel 2.4.1 Omstandigheden tijdens metingen.**

	<i>Pluktrein Plukkar met plukemmer Pluk-o-trak</i>	<i>Snarenband</i>
Rijlengte in m	250	225
Aantal bomen per rij	250	225
Te plukken oogst per boom in kg	16,7	16,7
Te plukken oogst per rij in kg	4.175	3.758
Aantal voorraadkisten per rij	11,9	10,5

## 2.5 Kwaliteitsbeoordeling

Kwaliteitsbeoordeling van appels geplukt met de vier verschillende oogstsystemen heeft plaats gevonden op twee manieren:

1. Op basis van monsters uit voorraadkisten met appels die volgens één van de vier oogstsystemen zijn geplukt.
2. Aan de hand van meetresultaten met een elektronische appel waarmee schokken (versnellingen) tijdens handling gemeten kunnen worden.

### 2.5.1 Monsternamen en beoordeling van monsters

Na de oogst zijn per oogststelsel monsters uit vier voorraadkisten samengesteld volgens een vaste werkwijze. Per voorraadkist zijn drie monsterkisten samengesteld. De inhoud van deze monsterkisten is ca. 14 kg, wat neer komt op 60 tot 70 vruchten per monsterkist. Laag voor laag zijn appels over geraapt vanuit negen plaatsen in de voorraadkist (Figuur 2.5.1). Per monsterplaats zijn iedere keer 3 appels gepakt. Deze 3 appels zijn verdeeld over de 3 monsterkisten. Door vervolgens een aantal vruchten over te leggen is een volgende laag voor monsternamen vrijgemaakt.

In deze laag zijn op de zelfde wijze vruchten uit de negen monsterplaatsen geraapt. Afhankelijk van de maat van de appels zijn zo 7 tot 8 lagen per voorraadkist bemonsterd. De laatste laag betrof altijd de laag vruchten op de bodem van de voorraadkist. De lagen zijn zo goed mogelijk verdeeld over de voorraadkist. Op deze wijze zijn vruchten vanuit de gehele voorraadkist opgenomen in de monsterkisten.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

***Figuur 2.5.1 Denkbeeldige verdeling van monsterplaatsen per laag per voorraadkist.***

Na de pluk zijn de vruchten getransporteerd naar PPO-fruit te Randwijk. Op drie verschillende momenten na mechanische koeling zijn de vruchten beoordeeld op de aanwezigheid van beschadigingen:

- Na mechanische koeling bij T = 3°C tot 20 oktober 2005 (circa 2 weken na pluk)
- Na mechanische koeling bij T = 3°C tot 15 december 2005 (circa 10 weken na pluk)
- Na mechanische koeling bij T = 3°C tot 15 december 2005 en een week uitstallen bij 18°C (circa 11 weken na pluk)

Voorafgaand aan de beoordeling zijn de vruchten gedurende twee dagen bij 18°C opgewarmd. De vruchten zijn in oktober door een andere waarnemer beoordeeld dan in december. Per beoordeling zijn de vruchten van alle monsters wel door dezelfde waarnemer beoordeeld.

De vruchten zijn allen beoordeeld op de aanwezigheid van meerdere vormen van schade, te weten:

1. Rot
2. Streepvormige afdrukken in de schil (Figuur 2.5.2).
3. Open beschadigingen door steeltjes (Figuur 2.5.3) of andere oorzaken.
4. Butsen (Figuur 2.5.4)

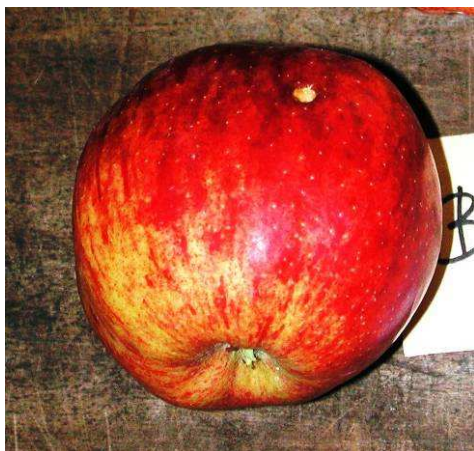
Indien op een vrucht butsschade aanwezig was, is het oppervlak van de totale butsschade geschat en ingedeeld in verschillende klassen. Deze klassen komen overeen met de kwaliteitsindeling zoals vastgelegd in de Kwaliteitsvoorschriften van het Kwaliteit Controle Bureau (KCB) (Tabel 2.5.1).

**Tabel 2.5.1 Klasse indeling vruchten met butsschade.**

<i>Oppervlakte per appel met butsschade</i>	<i>Kwaliteit (voorschriften KCB)</i>
kleiner dan 1 cm <sup>2</sup>	klasse I
1 tot 2,5 cm <sup>2</sup>	klasse II
groter dan 2,5 cm <sup>2</sup>	Industrie



**Figuur 2.5.2 Streepachtige schade**



**Figuur 2.5.3 Open beschadiging door steel**



**Figuur 2.5.4 Buttschade**

Het percentage vruchten met verschillende schadebeelden is geanalyseerd aan de hand van GLM (Gegeneraliseerd Lineair Model) in Genstat 8, vanwege het feit dat het een binomiale verdeling betreft.

### 2.5.2 Werkwijze elektronische appel

Metingen met de elektronische appel (Techmark type INC 400 serie IRD) geven informatie over het aantal schokken/versnellingen en over de intensiteit van deze schokken/versnellingen. Meer versnellingen maakt de kans op schade groter en grotere schokken/versnellingen vergroten de mate van de schade. Deze waarde wordt aangeduid als G. G is een veelvoud van de versnelling van de zwaartekracht 'g'.  $G = \text{versnelling}/g$ . Dit levert een dimensieloos getal op.

Met behulp van zo'n elektronische appel is vastgesteld hoe vaak een appel in het traject van pluk tot en met transport naar het erf is blootgesteld aan botsingen met plukmateriaal, voorraadkist en andere vruchten. Er is niet waargenomen op welke plaatsen of door welke oorzaken deze schokken tot stand kwamen. Per oogststelsel zijn vier metingen uitgevoerd, bij de plukkar met plukemmer drie. Voor de vier oogstsystemen zijn de hieronder vermelde handelingen in de meting meegenomen. Een beperking in deze waarnemingen is het feit dat de plukhandeling zelf niet meegenomen werd. Feitelijk is binnen de vier oogstsystemen gemeten na wegleggen van de vrucht. De elektronische appel is neergelegd op de plaats waar een plukker de appel in eerste instantie neer zou leggen. Bij elk oogststelsel is transport naar het erf specifiek voor elke oogstmethode bij de meting meegenomen, waarbij vanuit de rij over een kavelpad (beton) de voorraadkist naar het erf is getransporteerd. Alle schokken/versnellingen met de G-waarde  $> 15$ , zijn meegerekend (op advies van de eigenaar van de apparatuur). In de analyse van de data is het aantal schokken/versnellingen geteld dat boven  $G = 15$  en  $G = 20$  kwam.

De kans op schade is echter niet alleen afhankelijk van de G-waarde maar ook van de gevoeligheid van het appelras en snelheidsverandering waarbij de gemeten G-waarde optreedt. De snelheidsverandering is weer afhankelijk van het materiaal waarop de vrucht terecht komt. Bij een zachte, dempende ondergrond is de snelheidsverandering vrij groot (sterk remmend) en zal de kans op schade minder groot zijn dan bij een hardere ondergrond waarop de vrucht min of meer stuitert en de snelheidsverandering (remmen) niet zo groot zal zijn.

De informatie is additioneel en verder niet direct in relatie gebracht met waarnemingen aan de monsters. Het doel van de metingen met de elektronische appel was een extra indruk te verkrijgen.

#### Pluktrein

- Optillen en neerzetten van de voorraadkist op het erf.
- De locaties van de elektronische appel in de voorraadkisten waren achtereenvolgens: in  $\frac{1}{4}$  volle voorraadkist,  $\frac{1}{2}$  tot  $\frac{3}{4}$  volle voorraadkist, bijna bovenin de voorraadkist en op ca.  $\frac{3}{4}$  van een volle voorraadkist.

#### Snarenband

- De elektronische appel is op 5, 10, 35 en 40 meter afstand geplaatst vanaf de kistenvuller.
- Het transport op de band en het vullen van de voorraadkist.
- Het verwijderen van de voorraadkist uit de vulunit.
- De elektronische appel is in voorraadkisten gelegd die  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  en vrijwel vol waren.

#### Pluk-o-trak

- Transport via banden naar voorraadkist.
- Rijden door boomgaard.
- Lossen van de voorraadkist in de boomgaard.
- Uitrijden van voorraadkisten uit boomgaard.
- De elektronische appel is in tweemaal via de bovenste (kortste) band en tweemaal via de onderste (langste band) in de voorraadkisten terecht gekomen. Zowel bij de bovenste als de onderste band is dit eenmaal in een voorraadkist die voor de helft en eenmaal in een voorraadkist die driekwart gevuld was, uitgevoerd.

#### Plukkar

- Het legen van de plukker in de voorraadkist.
- Verplaatsten van de voorraadkist met behulp van de plukkar door plukkers, bij 2 van de 3 metingen.
- Transport van de voorraadkist uit boomgaard naar het erf bij 2 van de 3 metingen.

## 2.6 Financiële vergelijking

Per oogststelsel zijn de kosten op een rij gezet en met elkaar vergeleken. Voor een praktijkbedrijf met 12 ha appels is op basis van de gemeten arbeidsprestaties berekend hoeveel eenheden nodig zijn om de volledige oogst in 7 weken te realiseren. Vervolgens is per oogststelsel berekend wat de jaarlijkse kosten zijn voor de investering aan de hand van percentages voor afschrijving, rente en onderhoud. De nieuwwaarde van de oogstsystemen zijn bepaald aan de hand van KWIN gegevens of in overleg met de eigenaar. De arbeidskosten en brandstofkosten zijn uitgewerkt per oogststelsel. Opbrengstderiving als gevolg van het niet meenemen van 2<sup>e</sup> klasse fruit en als gevolg van verminderde kwaliteit is ook in de berekening meegenomen. Overige gehanteerde uitgangspunten staan vermeld in paragraaf 3.4.

# 3 Resultaten

## 3.1 Arbeidsomstandigheden

### 3.1.1 Dynamische werkhoudingen

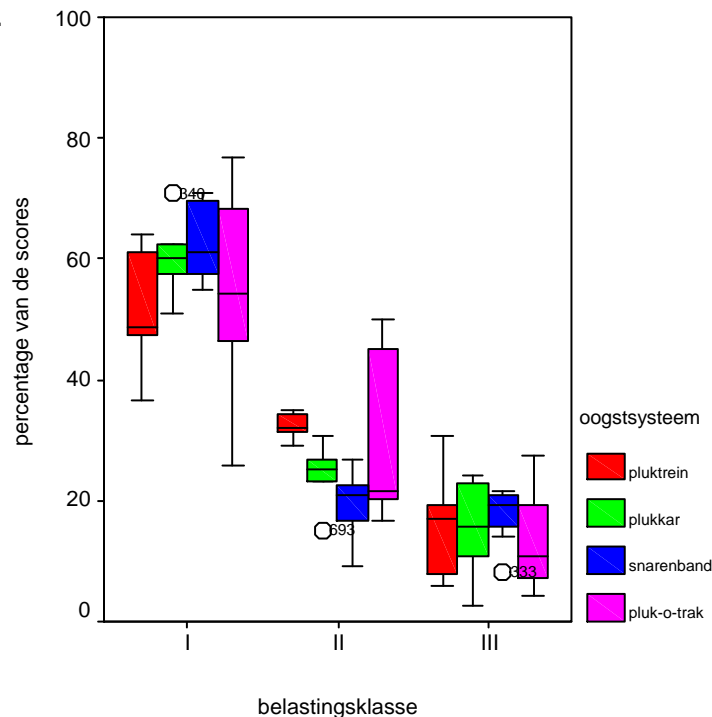
Bij het beoordelen van de werkhoudingen tijdens de oogst is onderscheid gemaakt tussen romp, hoofd, benen, bovenarmen, onderarmen en handen. In deze paragraaf is per lichaamsregio weergegeven gedurende welke fractie van de totale pluktijd de werkhouding niet belastend (belastingsklasse I) of wel belastend (belastingsklasse II of III) was. De pluktijd omvatte het plukken en wegleggen van de appels, inclusief bijvoorbeeld het legen van plukemmers. Bijkomende handelingen die niet door alle plukkers werden uitgevoerd, zoals het verzetten van de pluktrein of de snarenband, zijn hierin niet meegenomen.

In onderstaande figuren komen enkele definities aan bod:

- Gemiddelde: som van alle waarnemingen gedeeld door het aantal.
- Getrimd gemiddelde: hetzelfde als gemiddelde, alleen is aan de bovenkant en de onderkant een percentage van de waarden weggelaten. De grootte van dit percentage is geen vast gegeven. Dit om te voorkomen dat uitschieters het gemiddelde sterk beïnvloeden.
- Mediaan: het middelste getal als je de getallen op volgorde van klein naar groot zet. Bij een oneven aantal getallen kan dat, maar bij een even aantal is de mediaan het gemiddelde van de twee middelste getallen.

#### Houding van de romp

In Figuur 3.1.1 is de verdeling weergegeven van de scores voor de houding van de romp tijdens het plukken in de vier oogstsystemen.



**Figuur 3.1.1** Boxplots van de scores voor belasting van de romp van de plukkers over de belastingsklassen (klasse I is niet belastend, klasse III is het meest belastend) tijdens het plukken in de vier oogstsystemen. De horizontale lijn in de boxen geeft de mediaan weer, de helft van de waarnemingen ligt binnen de gekleurde boxen. De horizontale lijnen buiten de boxen geven de uiterste waarden aan (range) of 1,5 keer de interkwartielafstand. Uitschieters (O) staan op 1,5 tot 3 keer de interkwartielafstand van de box.



Opvallend in Figuur 3.1.1 is de grote variatie in werkhouding tussen de plukkers met de pluk-o-trak. Deze is het gevolg van de verschillende werkplekken op deze machine. De plukkers op de grond plukken de laagst hangende appels en staan meer voorover gebogen dan de plukkers in de andere oogstsystemen, die appels op alle hoogten plukken. De plukkers op de machine staan juist relatief veel in een gunstige werkhouding, en veroorzaken de uitloop naar boven in de box voor belastingsklasse I. De grote range bij belastingsklasse I heeft als gevolg dat er ook een grote spreiding is bij belastingsklasse II (tot 20° buigen).

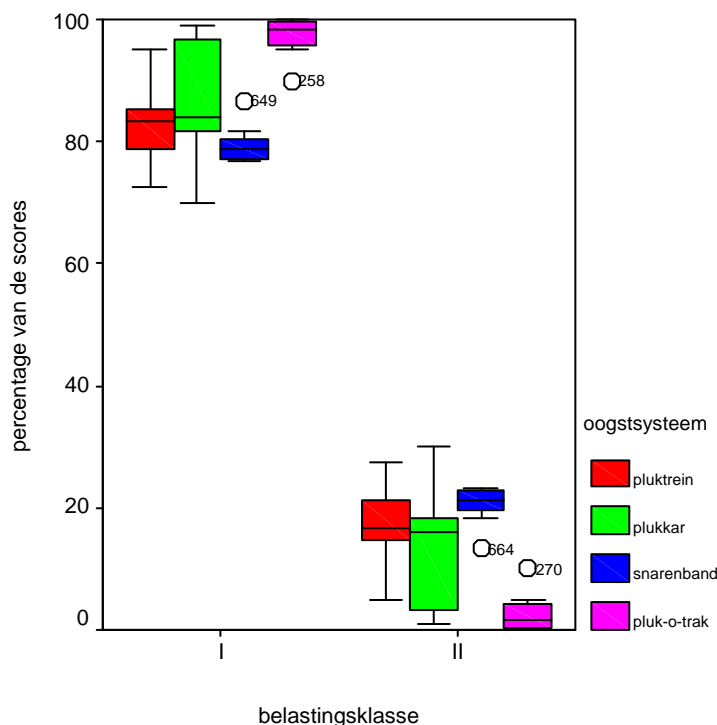
Gemiddeld valt 57% van de scores in belastingsklasse I, de klasse met een neutrale werkhouding (rechttop tot maximaal 20° voorover buigen). Er zijn qua scores in belastingsklasse I geen duidelijke verschillen tussen de oogstsystemen, er is alleen een tendens ( $p = 0,06$ ) naar meer plukken in een gunstige houding bij de snarenband (63% van de scores) dan bij de pluktrein (52% van de scores).

Wat betreft scores in belastingsklasse II (20 tot 60° buigen) zijn de verschillen groter. Opmerkelijk is hier dat de mediaan (21,7%) veel lager is dan het gemiddelde (31,3) en het gemiddelde zonder de extremen (31,1). Omdat het gemiddelde en het zogenaamde 5% getrimde gemiddelde dicht bij elkaar liggen is hier gerekend met het gemiddelde. Scores in belastingsklasse II komen bij de snarenband (20%) minder voor dan bij de pluk-o-trak (31%,  $p = 0,009$ ) en de pluktrein (32%;  $p = 0,004$ ). Het verschil met de plukkar (24%) is niet significant, maar de plukkar scoort wel gunstiger dan de pluktrein ( $p = 0,08$ ).

De beschreven verschillen met betrekking tot scores in belastingsklasse II kunnen overschaduwd worden door de scores in belastingsklasse III (meer dan 60° buigen of achterover buigen), maar daar zijn geen significantie verschillen aangetoond. Gemiddeld viel 16% van de scores in deze belastingsklasse.

#### Houding van het hoofd

In Figuur 3.1.2 is de verdeling weergegeven van de scores voor de houding van het hoofd tijdens het plukken in de vier oogstsystemen.

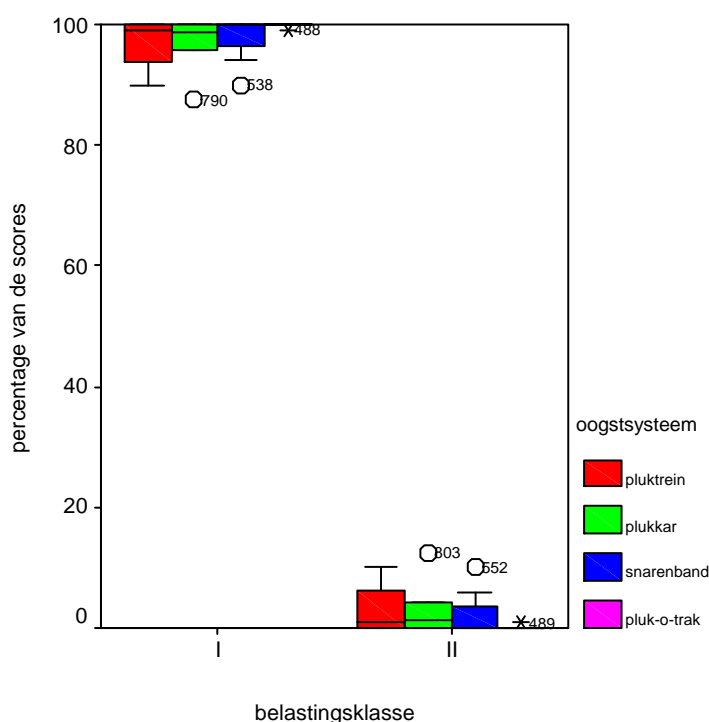


**Figuur 3.1.2** Boxplots van de scores voor belasting van het hoofd van de plukkers over de belastingsklassen (klasse I is niet belastend, klasse II is belastend) tijdens het plukken in de vier oogstsystemen. De horizontale lijn in de boxen geeft de mediaan weer, de helft van de waarnemingen ligt binnen de gekleurde boxen. De horizontale lijnen buiten de boxen geven de uiterste waarden aan (range) of 1,5 keer de interkwartielafstand. Uitschieters (O) staan op 1,5 tot 3 keer de interkwartielafstand van de box.

Uit Figuur 3.1.2 blijkt dat het hoofd gedurende het grootste deel van de tijd (gemiddeld 86% van de scores) in een gunstige houding wordt gehouden. Tijdens het plukken met de pluk-o-trak is de houding van het hoofd gunstiger (97% van de scores in belastingsklasse I;  $p = 0,005$ ) dan in de andere oogstsystemen. Dit komt doordat er minder omhoog hoeft te worden gekeken, omdat de plukkers die de hoogt hangende appels plukken op een plateau staan. Er is een tendens ( $p = 0,08$ ) naar een ongunstigere houding van het hoofd tijdens plukken met de snarenband (79%) dan tijdens plukken met een plukkar (86%), het verschil met de pluktrein (83%) is niet significant. Het is niet duidelijk waardoor de verschillen tussen de oogstsystemen worden veroorzaakt. Bij het wegleggen van appels in een lege voorraadkist buigt wel de romp, maar het hoofd draait niet meer dan 25 graden (grenswaarde belastingklasse I, bijlage I) omlaag.

#### Houding van de benen

In Figuur 3.1.3 is de verdeling weergegeven van de scores voor de houding van de benen tijdens het plukken in de vier oogstsystemen.

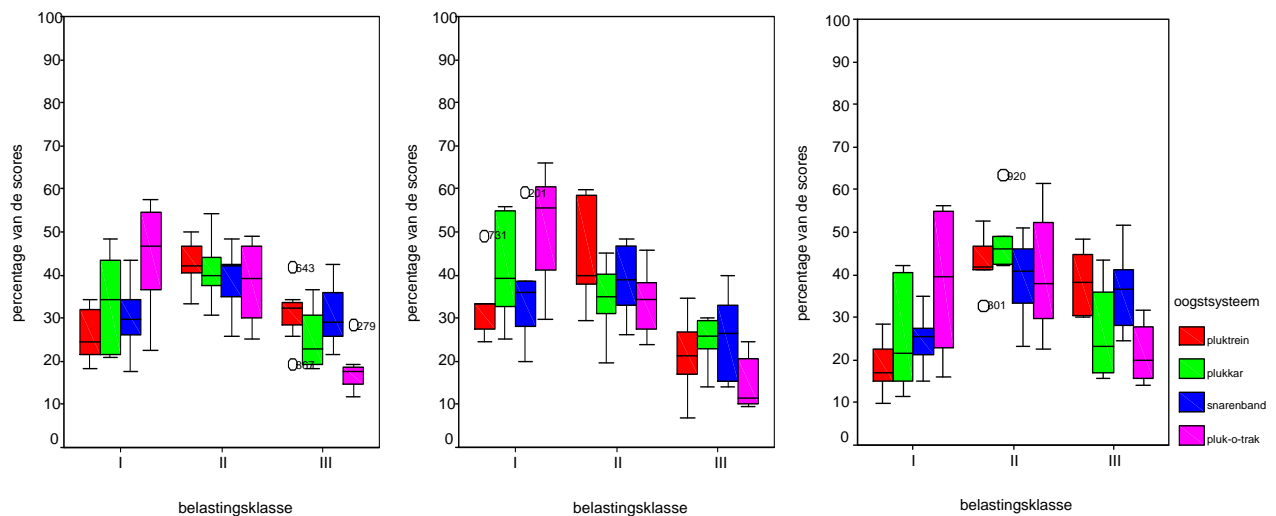


**Figuur 3.1.3** Boxplots van de scores voor belasting van de benen van de plukkers over de belastingsklassen (klasse I is niet belastend, klasse II is belastend) tijdens het plukken in de vier oogstsystemen. De horizontale lijn in de boxen geeft de mediaan weer, de helft van de waarnemingen ligt binnen de gekleurde boxen. De horizontale lijnen buiten de boxen geven de uiterste waarden aan (range) of 1,5 keer de interkwartielafstand. Uitschieters (O) staan op 1,5 tot 3 keer de interkwartielafstand van de box, extremen (\*) meer op meer dan 3 keer de interkwartielafstand.

Uit Figuur 3.1.3 blijkt dat de houding van de benen gunstig is, gemiddeld viel 98% van de scores in belastingsklasse I (Zie Bijlage I). Er zijn geen significante verschillen tussen de oogstsystemen aangetoond.

#### Houding van de bovenarmen

In Figuur 3.1.4 is de verdeling weergegeven van de scores voor de houding van de bovenarmen tijdens het plukken in de vier oogstsystemen.



**Figuur 3.1.4** Boxplots van de scores voor belasting van beide bovenarmen (links), de minst belaste bovenarm (midden) en de zwaarst belaste bovenarm (rechts) van de plukkers over de belastingsklassen (klasse I is niet belastend, klasse III is het meest belastend) tijdens het plukken in de vier oogstsystemen. De horizontale lijn in de boxen geeft de mediaan weer, de helft van de waarnemingen ligt binnen de gekleurde boxen. De horizontale lijnen buiten de boxen geven de uiterste waarden aan (range) of 1,5 keer de interkwartielafstand. Uitschieters (O) staan op 1,5 tot 3 keer de interkwartielafstand van de box.

Wanneer beide bovenarmen worden beschouwd (linker grafiek in Figuur 3.1.4) valt over de oogstsystemen heen 33% van de scores in belastingsklasse I, 40% in klasse II en 27% in belastingsklasse III. Tijdens oogsten met de pluk-o-trak worden de bovenarmen minder belast dan in de andere oogstsystemen. Dit blijkt uit een groter percentage van de scores in belastingsklasse I (44% bij de pluk-o-trak, ten opzichte van 34% bij de plukkar ( $p = 0,07$ ), 30% bij de snarenband ( $p = 0,01$ ) en 26% bij de pluktrein ( $p = 0,002$ ). De scores in belastingsklasse II verschillen niet significant. Daarom is het conform de verwachting dat het percentage scores in belastingsklasse III (arm naar achter heffen of meer dan  $60^\circ$  naar voren heffen, zie bijlage A) lager is bij de pluk-o-trak (18%) dan bij de snarenband en de pluktrein (beide 31%,  $p = 0,01$ ) en dat er een tendens is naar een lager percentage dan bij de plukkar (25%,  $p=0,06$ ).

Ook bij de minst zwaar belaste bovenarmen (middelste grafiek in Figuur 3.1.4) is het percentage scores in belastingsklasse I tijdens plukken met de pluk-o-trak (51%) hoger dan bij de snarenband (35%,  $p=0,02$ ) en de pluktrein (34%,  $p = 0,02$ ). Het percentage van de scores in belastingsklasse I wijkt bij de plukkar (41%) niet significant af van dat in de andere oogstsystemen.

Met betrekking tot de scores in belastingsklasse II is er een tendens naar een lager percentage bij de plukkar en de pluk-o-trak (beide 34%,  $p=0,07$ ) dan de pluktrein (45%). Het percentage scores II voor de belasting van de minst zwaar belaste bovenarm tijdens plukken met de snarenband wijkt niet significant af van die in de overige oogstsystemen.

Het percentage van de scores in belastingsklasse III bij de pluk-o-trak (15%) is lager dan bij de snarenband (25%,  $p = 0,03$ ) en tendeert lager te zijn dan bij de snarenband (25%,  $p=0,05$ ). Het percentage scores in belastingsklasse III bij de pluktrein wijkt niet af van de overige.

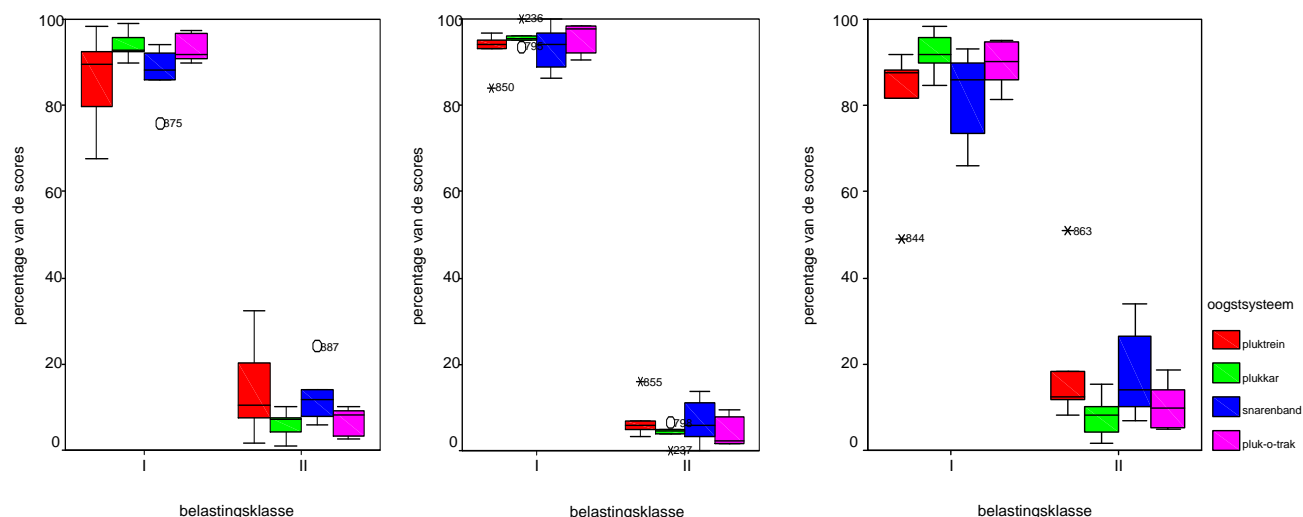
Specifiek voor de zwaarst belaste bovenarmen (rechter grafiek in Figuur 3.1.4) is het percentage scores in belastingsklasse I tijdens plukken met de pluk-o-trak (38%) hoger dan bij de snarenband (25%,  $p=0,04$ ) en de pluktrein (19%,  $p = 0,01$ ). Ook het percentage in belastingsklasse I bij de plukkar (25%,  $p=0,07$ ) tendeert hoger te zijn dan bij de pluktrein.

Ook hier zijn met betrekking tot het percentage van de scores in belastingsklasse II geen significante verschillen aangetoond tussen de oogstsystemen. Gemiddeld viel 42% van de scores in belastingsklasse II.

Het percentage van de scores in belastingsklasse III tijdens plukken met de pluk-o-trak (22%) is lager dan tijdens plukken met de pluktrein (38%,  $p = 0,04$ ) of met de snarenband (36%,  $p = 0,008$ ). Ook is er een tendens naar een lager percentage in belastingsklasse III bij de plukkar (26%) dan bij de snarenband (36%,  $p = 0,06$ ).

### Houding van de onderarmen

In Figuur 3.1.5 is de verdeling weergegeven van de scores voor de houding van de onderarmen tijdens het plukken in de vier oogstsystemen



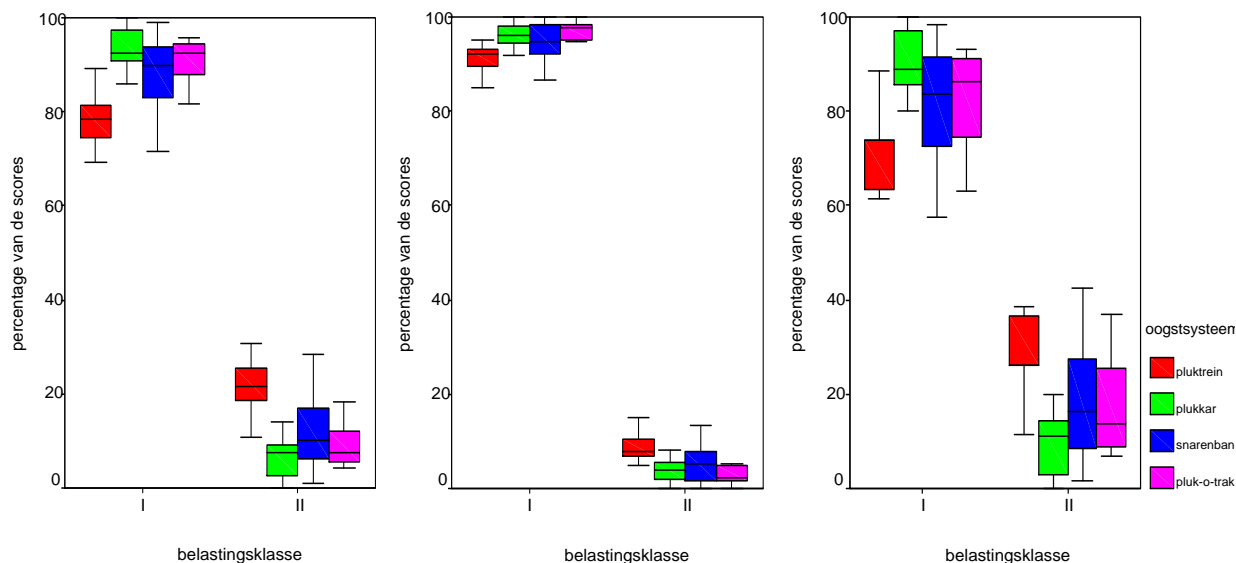
**Figuur 3.1.5** Boxplots van de scores voor belasting van beide onderarmen (links), de minst belaste onderarm (midden) en de zwaarst belaste onderarm (rechts) van de plukkers over de belastingsklassen (klasse I is niet belastend, klasse II is belastend) tijdens het plukken in de vier oogstsystemen. De horizontale lijn in de boxen geeft de mediaan weer, de helft van de waarnemingen ligt binnen de gekleurde boxen. De horizontale lijnen buiten de boxen geven de uiterste waarden aan (range) of 1,5 keer de interkwartielafstand. Uitschieters (O) staan op 1,5 tot 3 keer de interkwartielafstand van de box.

Gemiddeld over de oogstsystemen heen valt 90% van de scores van beide onderarmen (linker grafiek in Figuur 3.1.5) in belastingsklasse I, waarbij de onderarmen in een neutrale houding (zie bijlage 1) worden gehouden. Tijdens plukken met de pluktrein is dit percentage (86%) wat lager dan tijdens plukken met de pluk-o-trak (93%,  $p=0,04$ ) of de plukker (94%,  $p=0,04$ ). Het verschil met de snarenband is niet significant.

Wanneer alleen de lichtst belaste onderarm wordt beschouwd (middelste grafiek in Figuur 3.1.5), zijn er geen verschillen tussen de oogstsystemen, en valt 94% van alle scores in belastingklasse I. Specifiek voor de zwaarst belaste bovenarmen (rechter grafiek in Figuur 3.1.5) is er een tendens naar een hoger percentage scores in belastingklasse I tijdens plukken met de plukkar (92%) dan bij de pluktrein (80%,  $p=0,06$ ) en de snarenband (82%,  $p = 0,09$ ). Het percentage in belastingklasse I bij de pluk-o-trak (90%) wijkt niet af van dat in de andere oogstsystemen.

### Houding van de handen

In Figuur 3.1.6 is de verdeling weergegeven van de scores voor de houding van de handen tijdens het plukken in de vier oogstsystemen.



**Figuur 3.1.6** Boxplots van de scores voor belasting van beide handen (links), de minst belaste hand (midden) en de zwaarst belaste hand (rechts) van de plukkers over de belastingsklassen (klasse I is niet belastend, klasse II is belastend) tijdens het plukken in de vier oogstsystemen. De horizontale lijn in de boxen geeft de mediaan weer, de helft van de waarnemingen ligt binnen de gekleurde boxen. De horizontale lijnen buiten de boxen geven de uiterste waarden aan (range) of 1,5 keer de interkwartielafstand.

De scores voor de houding van de handen (linker grafiek in Figuur 3.1.6) vallen in 87% van de gevallen in belastingsklasse I (zie bijlage I). Tijdens plukken met de pluktrein is dit percentage (78%) lager dan in de andere oogstsystemen, namelijk 88% bij de snarenband ( $p=0,009$ ), 91% bij de pluk-o-trak ( $p=0,002$ ) en 93% bij de plukkar ( $p=0,001$ ). Tussen deze drie laatste oogstsystemen zijn geen verschillen gevonden.

De scores voor de houding van de minst belaste hand zijn iets minder gunstig tijdens het plukken met de pluktrein (91% in belastingsklasse I) dan bij de pluk-o-trak (97%;  $p=0,009$ ) en de plukkar met plukemmer (96%;  $p=0,03$ ). Ook de snarenband tendert naar een gunstigere score (95% in klasse I;  $p=0,09$ ) dan de pluktrein. Tussen de overige oogstsystemen zijn geen verschillen aangetoond.

Voor de meest belaste hand is het beeld hetzelfde. Bij de pluktrein is de score (72% in belastingsklasse I) ongunstiger dan voor de plukkar (90% in belastingsklasse I), het verschil met de andere oogstsystemen (81% en 82% voor respectievelijk snarenband en pluk-o-trak) is niet significant.

De oorzaak van de iets ongunstige score voor de pluktrein is waarschijnlijk dat die wat verder van de plaats staat waar wordt geplukt, waardoor meer appels in de handen worden genomen voordat ze worden weggelegd (3,08 appels per keer, tegenover 2,03, 2,52 en 2,46 bij respectievelijk plukkar + plukemmer, snarenband en pluk-o-trak). Bij de plukkar met plukemmer en bij de pluk-o-trak kunnen de appels direct worden weggelegd, waardoor minder appels in de hand worden verzameld.

### 3.1.2 Statische werkhoudingen

In Tabel 3.1.1 is per oogststelsel weergegeven hoeveel statisch belastende werkhoudingen zijn waargenomen.

**Tabel 3.1.1 Statisch belastende werkhouding (minuten per uur) per lichaamsregio, met in kleur de beoordeling volgens het stoplichtmodel<sup>1</sup>**

<i>oogststelsel</i>	<i>romp klasse II</i>	<i>romp klasse III</i>	<i>hoofd klasse II</i>	<i>benen klasse II</i>	<i>bovenarm klasse II</i>	<i>bovenarm klasse III</i>	<i>onderarm klasse II</i>	<i>hand klasse II</i>
pluktrein	0.50	0.31	0.13	0	0	0	0	0.56
plukkar + plukemmer	1.17	1.95	0	0	0	0.32	0	0
snarenband	0.19	1.06	0	0	0	0.44	0.06	0.19
pluk-o-trak	1.57	2.07	0	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> *I groen = er is geen sprake van een knelpunt; oranje = er is mogelijk sprake van een knelpunt; rood = er is sprake van een knelpunt, aanpassing nodig (Peereboom en Huysmans, 2002)*

Uit Tabel 3.1.1 blijkt dat met betrekking tot de statische werkhoudingen tijdens het plukken alleen de romp in drie van de vier oogstsystemen te zwaar wordt belast.

De grenswaarden voor de belastingsklasse III van de romp zijn 0,5 minuten/uur (groen) en 1 minuut per uur (oranje). Tijdens het werken aan de snarenband scoorde de rug net iets meer dan een minuut/uur in belastingsklasse III, dit was het gevolg van het zonder trapje reiken naar hoog hangende appels. De ongunstige score voor de pluk-o-trak is enigszins vertekend, doordat uitgerekend een lang persoon op de grond werkte en daardoor de laagst hangende appels moest plukken. Bij een gunstigere verdeling van de plukkers over de werkplekken zou de score gunstiger uitvallen, maar het is vrijwel zeker dat er toch meer gebogen zou worden gewerkt dan in de andere oogstsystemen.

### 3.1.3 Werksituatie

De oogstsystemen zijn met elkaar vergeleken aan de hand van de rekentool voor RSI-risicoanalyse (Voskamp *et al.*, 2005) en op basis van de plukcycluslengte. Een ander aspect van de werksituatie, dat niet wordt meegenomen in de rekentool, heeft te maken met werkomgeving. Bij het plukken met een plukkar met plukemmers, zijn geen draaiende motoren in de boomgaard aanwezig en is het stil. Bij de snarenband is er - afgezien van het verplaatsen van de snarenband - alleen de mechanische aandrijving van de machine. Dit kan elektrisch, maar in de meeste gevallen zal er op het kavelpad een aggregaat draaien. Wat verderop in de boomgaard is de aggregaat nauwelijks hoorbaar en zal men geen last hebben van uitlaatgassen. Afhankelijk van de werkmethode wordt de trekker van de pluktrein regelmatig gestart en vooruit gereden of blijft de motor continu draaien. Wat betreft de werkomgeving verdient het de voorkeur om de trekker telkens uit te zetten. Bij de pluk-o-trak tenslotte werken de plukkers continu in de omgeving van een machine met een draaiende benzinemotor, waardoor de mensen op de machine worden blootgesteld aan trillingen en alle plukkers worden blootgesteld aan het geluid van de motor en aan eventuele uitlaatgassen.

#### 3.1.3.1 RSI-risicoanalyse

In Tabel 3.1.2 zijn de vragen van het 'Meetformulier repeterende bewegingen' (Voskamp *et al.*, 2005) samengevat en per oogststelsel beantwoord.

**Tabel 3.1.2 Antwoorden op de vragen van 'Meetformulier repeterende bewegingen'.**

		<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snaren-band</i>	<i>pluk-o-trak</i>
<b>Blok 1: Werktaken</b>					
1	Bestaat de functie alleen uit uitvoerend werk?	ja	ja	ja	ja
2	Bestaat de functie uit combinatie gemakkelijke en moeilijke taken?	nee	nee	nee	nee
3	Kan bij problemen hulp ingeroepen worden?	ja	ja	ja	ja
4	Zijn handelingen sterk repeterend?	ja	ja	ja	ja
5	Is de plukcyclustijd korter dan 30 seconden?	ja	ja	ja	ja
6	Kan werknemer zelf het werktempo regelen?	ja	ja	ja	nee
7	Kent het werk uitdagingen voor de werknemer?	nee	nee	nee	nee
<b>Blok 2: Werktijden</b>					
1	Wordt dit repeterende werk jaar-in-jaar-uit uitgeoefend?	nee	nee	nee	nee
2	Wordt het werk in de regel langer dan vier uur per dag uitgeoefend?	ja	ja	ja	ja
3	Wordt het werk in de regel langer dan zes uur per dag uitgeoefend?	ja	ja	ja	ja
4	Zijn geregeld korte (micro-)pauzes in te lassen?	ja	ja	ja	ja
5	Wordt er wekelijks minimaal één keer meer dan acht uur gewerkt? <sup>4</sup>	ja	ja	ja	ja
<b>Blok 3: Werkdruk</b>					
1	Is er sprake van een jaagsysteem of hoge productienormen	nee	nee	nee	nee
2	Geregeld onder hoge werkdruk of in zeer hoog tempo werken?	nee	nee	nee	nee
3	Kan men werktempo, werkvolgorde en werkmethode deels kiezen?	ja	ja	ja	ja
4	Zijn er geregeld hinderlijke stringen of spoedklussen?	nee	nee	nee	nee
<b>Blok 4: Werkplek</b>					
1	Aantal handen geregeld meer dan 30 cm naar voren gereikt	2	2	2	2
2	Aantal handen geregeld meer dan 50 cm naar voren gereikt	0	0	0	0
3	Aantal goed ondersteunde onderarmen of ellebogen	0	0	0	0
4	Aantal geregeld meer dan 60 graden geheven bovenarmen	0	0	0	0
5	Aantal handen geregeld naast of achter het lichaam	0	0	0	0
6	Aantal polsen geregeld in extreme stand	0	0	0	0
7	Aantal geregeld gedraaide onderarmen	0	0	0	0
8	Aantal handen met geregeld ongunstige houding vingers	1	0	0	0
9	Hoofd geregeld of langdurig meer dan 25 graden voor-/achterover?	nee	nee	nee	nee
10	Bovenlichaam geregeld meer dan 20 graden gebogen / gedraaid?	ja	ja	ja	Ja
11	Overschrijding bepaalde grenzen in krachtinspanning	nee	nee	nee	nee

<sup>4</sup> Niet tijdens het onderzoek, maar in de praktijk gebeurt dit wel

		<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
12	Moeten producten precies gepositioneerd worden?	nee	nee	nee	nee
13	Geregeld sla-, stomp-, ruk-, trek- of gooibewegingen?	nee	nee	nee	nee
14	Geregeld druk op huid vinger, hand of arm?	nee	nee	nee	nee
15	Geregeld koude of tocht? <sup>5</sup>	nee	nee	nee	nee
16	Geregeld ingespannen turen?	nee	nee	nee	nee
17	Geregeld werken met trillend gereedschap?	nee	nee	nee	ja
18	Geregeld werken met handschoenen aan?	nee	nee	nee	nee
19	Beperkte communicatiemogelijkheden met collega's?	nee	nee	ja	nee
<b>Blok 5: Werkwijze</b>					
1	Is medewerker getraind in juiste werkwijze?	ja	ja	ja	ja
2	Staat medewerker zich met moeite een pauze toe?	nee	nee	nee	nee
3	Wordt langdurig statisch in één houding gewerkt?	nee	nee	nee	nee
4	Heeft medewerker een ontspannen werktechniek?	ja	ja	ja	ja
5	Gaat medewerker recht voor zijn werk staan of zitten?	ja	ja	ja	ja
6	Worden mogelijkheden om armen te ondersteunen gebruikt?	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	Geregeld rek- en strekoefeningen voor doorbloeding schouders?	nee	nee	nee	nee

De aard van het werk van de plukkers in de vier oogstsystemen is niet echt verschillend, het is daarom volgens verwachting dat de beoordelingen in Tabel 3.1.2 sterk op elkaar lijken. Er is alleen verschil in de mate waarin plukkers hun eigen werktempo kunnen regelen (de pluk-o-trak rijdt verder, en plukkers moeten het tempo bijhouden), het houden van de vingers in een ongunstige houding (bij plukken aan de pluktrein worden de handen vaak zo vol mogelijk geplukt alvorens naar de pluktrein te lopen) en communicatiemogelijkheden (bij snarenband staan plukkers verder uit elkaar). Wanneer de gegevens uit Tabel 3.1.2 worden ingevuld in de rekentool van Voskamp *et al.* (2005) berekent die een beoordeling zoals in Tabel 3.1.3.

**Tabel 3.1.3 Resultaat van RSI-analyse, met in kleur de beoordeling volgens het stoplichtmodel<sup>1</sup>**

<i>risicofactor</i> <sup>2</sup>	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
werktaak	8	8	8	10
werktijden	3	3	3	3
werkdruk	0	0	0	0
werkplek	4	3	4	3
werkwijze	1	1	1	1

<sup>1</sup> *groen* = er is geen sprake van een knelpunt; *oranje* = er is mogelijk sprake van een knelpunt; *rood* = er is sprake van een knelpunt, aanpassing nodig (Peereboom en Huysmans, 2002)

<sup>2</sup> een lage score is gunstig, een hoge score is ongunstig

Uit Tabel 3.1.3 blijkt dat de werktaak en de werktijden aanleiding kunnen zijn voor RSI gerelateerde gezondheidsklachten. In hoeverre de verschillende factoren samenhangen, bijvoorbeeld of een matige werkplek (oranje) en een vrij grote werkdruk (oranje) samen als rood moeten worden beoordeeld, is niet bekend. Wel geldt dat hoe meer risicofactoren oranje of rood scoren, hoe groter de kans op klachten als gevolg van repeterende bewegingen (Peereboom en Huysmans, 2002).

<sup>5</sup> Vooral aan het einde van het seizoen en aan het begin van ochtend en het eind van de middag kan het koud zijn, maar het is niet geregeld koud.



Het knelpunt met betrekking tot de werktijden is betrekkelijk, omdat het werk slechts een beperkt aantal weken per jaar wordt uitgevoerd. Indien de vraag 'Wordt het repeterende werk in de regel langer dan zes uur per dag uitgevoerd?' met 'nee' wordt beantwoord, verandert de score al in een 1, met een groene beoordeling volgens het stoplichtmodel.

De volledigheid van de werktaak van de plukkers kan een serieuzer probleem vormen. Plukkers doen alleen uitvoerend werk dat bovendien alleen eenvoudig van aard is en weinig persoonlijke uitdagingen voor de plukkers kent. Bij de pluk-o-trak komt daar nog bij dat het werk voor een deel van de plukkers in een gedwongen tempo moet worden uitgevoerd, met de kanttekening dat de plukkers elkaar bijspringen wanneer de één het veel drukker heeft dan de ander. Een verzachtende omstandigheid waar de rekentool slechts beperkt rekening mee houdt, is dat het seizoenswerk betreft. Hierdoor, en doordat het vooral mensen zijn die graag een aantal weken komen plukken is de kans op gezondheidsklachten als gevolg van de onvolledigheid van de werktaak gering.

### **3.1.3.2 Plukcycluslengte**

Plukcycluslengte omvat de tijd vanaf het beetpakken van de vrucht aan de boom tot en met het wegleggen/loslaten van de vrucht. Een langere plukcycluslengte (tijd tussen tweemaal wegleggen van appels) maakt het werk minder repeterend, wat gunstig is voor de fysieke belasting. Een langere plukcycluslengte hoeft niet samen te gaan met een lagere plukprestatie, omdat het mogelijk is dat meer appels per plukcyclus worden geplukt en weggelegd.

De plukcycluslengten in de vier vergeleken oogstsystemen pluktrein, plukkar met plukemmer, snarenband en pluk-o-trak waren respectievelijk 9,6, 5,0, 6,1 en 7,0 centiminuten per plukhandeling. Bij het plukken met de pluktrein duurt de plukcyclus langer ( $p = 0,02$ ) dan bij de andere pluksystemen. Dit komt doordat in de handen meerdere appels worden vastgehouden voordat de plukkers naar de pluktrein lopen om de appels in de voorraadkisten te leggen. Het gemiddelde aantal appels per plukhandeling (3,1) is hier dan ook het hoogst. De plukcycluslengten in de andere pluksystemen verschillen niet significant, al is er een tendens tot een kortere plukcycluslengte bij de plukkar met plukemmer dan bij de pluk-o-trak ( $p = 0,08$ ). De plukcycluslengte is hier het kortst doordat de appels direct in de plukemmer worden gelegd. Er worden dan ook slechts 2,0 appels per keer weggelegd. Tussen de snarenband en de pluk-o-trak (beide 2,5 appels per keer) is geen verschil aangetoond in plukcycluslengte of in aantal appels per keer.

## **3.1.4 Tillen & dragen, duwen & trekken**

### **3.1.4.1 Tillen en dragen**

De tijdens het plukken waargenomen til- en draagsituaties en de voor de fysieke belasting relevante eigenschappen zijn weergegeven in Tabel 3.1.4.

**Tabel 3.1.4 Overzicht van til- en draagsituaties per oogststelsysteem.**

Oogststelsysteem	handeling	til- of draageigenschappen									
		Percentage van de tijd <sup>1</sup>	gewicht (kg)	frequentie (/min)	Hoogte Begin (cm)	hoogte eind (cm)	asymmetrie (°)	afstand lichaam (cm)	grip	draagafstand (m)	LI of DI <sup>2</sup>
pluktrein	verplaatsen van de trap	100	7	< 0,2	79	79	0	15	Goed	3	0,36
	leggen van de kisten met 2 <sup>e</sup> klasse fruit in voorraadkist	0,8	25	0,4	80	110	15	40	Goed	2	1,54 – 1,97
plukkar + -emmer	leggen van de plukemmer	100	14	0,62	130	50	0	40	Ge- woon	-	1,77 – 1,69
	dragen van de plukemmer	100	6,25 <sup>3</sup>	-	150 <sup>4</sup>	150 <sup>4</sup>	0	15	Goed	2,1	0,15 – 2,8 <sup>5</sup>
snarenband	ondersteuningspanelen op en van oprolunit	2 <sup>6</sup>	16 <sup>7</sup>	3,2	90	150	0	45	Ge- woon	-	1,13 – 1,39
pluk-o-trak	dragen van de leidstang <sup>8</sup>	0,6	20	-	79 <sup>9</sup>	79 <sup>9</sup>	0	15	Ge- woon	20	1,13
	leggen van de kist met 2 <sup>e</sup> klasse fruit	0,1	15	-	75	170	10	40	Goed	-	1,24 – 1,74

<sup>1</sup> Betreft de tijd van de personen die de handeling uitvoeren: verplaatsen trap door 1 persoon, dragen en leggen plukemmer door elke plukker, tillen ondersteuningspanelen door twee van de acht personen, leggen kist tweede klasse door twee van de vier personen.

<sup>2</sup> DI ('draagindex') is hier gedefinieerd als het gedragen gewicht gedeeld door het maximaal aanbevolen gewicht. Dit is analoog aan het bestaande begrip 'Lifting index' voor tilsituaties

<sup>3</sup> Gemiddelde van 2,5 kg (lege emmer) en 14 kg (volle emmer).

<sup>4</sup> Omdat de plukemmer niet met de handen wordt gedragen maar op de rug hangt is gerekend met de ideale draaghoogte (79 cm).

<sup>5</sup> Omdat de plukkers soms rechtop en soms gebogen staan varieert het maximaal aanbevolen gewicht tussen 6,12 en 17 kg. Het gewicht van de emmer varieert tussen 2,5 en 14 kg. Door de laagst hangende appels te plukken met een (vrijwel) lege plukemmer kan de 'draagindex' worden beperkt tot 1.

<sup>6</sup> Twee personen tillen gedurende tweemaal 6,2 minuten 19 ondersteuningspanelen op respectievelijk van de oprolunit.

<sup>7</sup> De ondersteuningspanelen worden getild door twee personen; 8 kg per persoon

<sup>8</sup> Tijdens het wisselen van het pad wordt de leidstang die de pluk-o-trak door het pad geleid gedurende één minuut door één persoon gedragen.

<sup>9</sup> De leidstang wordt opgetild en neergelegd op ca. 25 cm hoogte, maar kan worden gedragen op de ideale hoogte van 79 cm.

Tijdens het plukken met een pluktrein wordt de tilnorm overschreden tijdens het leggen van de kisten met 2<sup>e</sup> klasse appels (6 volle kisten van 25 kg per trein). Dit gebeurt door één persoon, die enigszins gedraaid staat wanneer hij een volle kist vanaf de pluktrein pakt. Hij kiept deze om in een voorraadkist en zet de lege kist weer terug op de pluktrein. Omdat de kist zwaarder is dan 25 kg wordt LI 1 overschreden. De grenswaarde 2 wordt echter niet overschreden, en deze persoon is slechts een klein deel van de tijd hiermee bezig. Daarom valt het gezondheidsrisico mee. Wanneer deze persoon echter meerdere pluktreinen verzorgt neemt de tilfrequentie toe, en daarmee ook de kans op gezondheidsklachten. Het verdient daarom aanbeveling kleinere of minder volle kisten 2<sup>e</sup> klasse fruit te verzamelen, bijvoorbeeld twee kleinere kisten of plukemmers of onderlossers in plaats van houten kisten.

Bij het met een plukemmer in een plukkar plukken varieert de Lifting Index tijdens het leggen van de plukemmer – afhankelijk van de hoogte – tussen 1,7 en 1,8. Hoewel de Arbeidsinspectie niet direct tegen dergelijke situaties optreedt, is dit wel zwaar belastend, vooral voor de oudere werknemers onder de plukkers. Het dragen van de plukemmer kan nog aanzienlijk zwaarder zijn. Vooral wanneer de plukkers niet rechtop staan, zoals bij het plukken van de lager hangende appels, wordt de tilnorm zwaar overschreden bij het voller worden van de plukemmer. Dit is temeer belastend doordat de plukemmer continu wordt gedragen.

De enige tilsituatie tijdens het plukken met de snarenband is het op de oprolunit plaatsen van de ondersteuningspanelen en het er weer vanaf halen ervan. Dit gebeurt door twee personen en als ze goed samenwerken, varieert de LI tijdens deze handelingen tussen de 1,13 en 1,39. Omdat dit werk gedurende een zeer korte tijd wordt uitgevoerd (circa 2% van de werktijd) veroorzaakt dit geen knelpunt. Wel verdient het aanbeveling dit door de fysiek sterkere medewerkers te laten uitvoeren.

Hetzelfde geldt voor het dragen van leidstang van de pluk-o-trak, tijdens het verplaatsen van de machine van de ene rij naar een andere. De LI bedraagt 1,13 maar deze draaghandeling betreft minder dan 1% van de werktijd van degene die hem uitvoert. De andere tilsituatie bij het werken met de pluk-o-trak betreft het legen van de kist met tweede soort fruit. Vanwege de hoogte waarop de kist moet worden omgestort is de LI maximaal 1,7. Hier verdient het aanbeveling de kist niet te vol te doen voordat hij wordt omgekiept – tijdens het onderzoek werd de kist half vol geplukt – en deze te laten omstorten door de fysiek sterkere plukkers.

### 3.1.4.2 Duwen en trekken

De tijdens het plukken waargenomen duw- en treksituaties en de voor de fysieke belasting relevante eigenschappen zijn weergegeven in Tabel 3.1.5.

**Tabel 3.1.5 Overzicht van duw- en treksituaties per oogststelsel.**

handeling	armen/benen of lichaam	duw/trek	lichaamshouding <sup>1</sup>	afstand (m)	aanzetkracht (N)	volhoudkracht (N)	frequentie (per uur)	% van de tijd <sup>2</sup>	oordeel (stoplichtmodel)
<b>pluktrein</b>									
n.v.t.									
<b>snarenband</b>									
kist wisselen; volle kist over rollenbaan	armen	t	L	2	190	120	8,9	2	rood <sup>3</sup>
kist wisselen; lege kist over rollenbaan	armen	t	L	2	80	30	8,9	2	oranje <sup>3</sup>
kist wisselen; lege kist over betonnen pad	lichaam	t	-	2-8			8,9	4	rood
<b>Pluk-o-trak</b>									
omhoog pompen kisten op kistenwagen	armen	d	K	-	-	60	109 <sup>4</sup>	0	oranje
omhoog pompen kisten op kistenwagen	armen	t	M	-	-	25	109 <sup>4</sup>	0	groen
omver duwen kistenwagen op kopakker	lichaam	d	-	15	150	150	0,4	0,9	oranje
<b>Plukkar met plukemmer</b>									
omhoog pompen kist (hendel omlaag)	armen	d	K	-	-	50	18 <sup>5</sup>	0	groen
omhoog pompen kist (hendel omhoog)	armen	t	M	-	-	70	18 <sup>5</sup>	0	oranje
verplaatsen lege plukkar, verhard pad	lichaam	t	-	8	143	50	1	0	groen
verplaatsen lege plukkar, op graspad	lichaam	t	-	2	218	106	4	0,2	oranje <sup>7</sup>
verplaatsen volle plukkar, op graspad	lichaam	t	-	2	>350 <sup>6</sup>	>350 <sup>6</sup>	4	0,2	rood <sup>7</sup>

<sup>1</sup> Codering van de lichaamshouding bij duwen of trekken met de armen volgens Peereboom en Huysmans (2002) (Zie Bijlage III)

<sup>2</sup> Betreft de tijd van de personen die de handeling uitvoeren.

<sup>3</sup> Gevolg van de te hoge aanzetkracht. Als de voorraadkisten rustiger in gang worden gebracht worden de beoordelingen gunstiger. De volhoudkracht zou een 'groen' oordeel geven.

<sup>4</sup> 4,2 keer per uur 26 keer pompen

<sup>5</sup> 1,99 keer per uur 9 keer pompen

<sup>6</sup> meetbereik van de gebruikte unster was 350 N

<sup>7</sup> Indien de kar door één persoon wordt getrokken. Als deze door twee personen wordt getrokken worden de beoordelingen voor de lege plukkar groen en voor de volle plukkar oranje.

Tijdens het plukken met de pluktrein hoeven de plukkers niet te duwen of te trekken. Ook bij het plukken met een snarenband duwen of trekken de plukkers niet, maar de medewerker die de voorraadkisten wisselt trekt volle kisten over een rollenband opzij en meteen daarna een lege kist onder de kistenvuller. Als hij dit snel doet is de aanzetkracht hoger dan volgens het stoplichtmodel van Peereboom en Huysmans (2002) is toegestaan. Als hij de kisten rustiger in gang zet is de aanzetkracht lager, en kan het oordeel 'groen' worden. Tijdens het onderzoek werden lege kisten met een heftruck aangevoerd, maar handmatig over het pad naar de kistenvuller getrokken. Dit gaat gepaard met een hoge fysieke belasting, maar is eenvoudig te voorkomen door hiervoor een heftruck of een palletwagen te gebruiken.

Tijdens het plukken met de pluk-o-trak is voor duwen en trekken het oordeel 'oranje' gegeven voor het omhoog pompen van de lege kisten en voor het omduwen van de kistenwagons op de kopakker. Gezien de lage frequentie en het zeer geringe percentage van de werktijd is het onwaarschijnlijk dat deze handelingen zullen leiden tot fysieke klachten. Indien ze afwisselend door verschillende personen worden uitgevoerd wordt het oordeel 'groen'.

Bij gebruik van de plukkar is de lichaamshouding tijdens het omhoog pompen van de kist gunstiger en hoeft minder vaak te worden gepompt, waardoor deze handeling minder belastend is dan bij de pluk-o-trak. Het verplaatsen van de steeds voller wordende plukkar is echter wel belastend. Dit dient door twee personen (beide plukkers) gezamenlijk gedaan te worden, en dan nog is het oordeel 'oranje'. Hierbij is aangenomen dat de kar slechts een paar meter verzet hoeft te worden. Het in- en uitrijden gebeurt met een trekker.

### 3.1.5 Subjectieve beoordeling door plukkers

Vijf van de acht proefpersonen hebben geplukt in alle oogstsystemen, en met behulp van 'rapportcijfers' aangegeven in hoeverre ze het werken in deze oogstsystemen aantrekkelijk vonden. De gemiddelde beoordeling van het werk was met een 6,6 ruim voldoende. De beoordelingen per oogststelsel staan in Tabel 3.1.6.

**Tabel 3.1.6 Beoordeling van het werk in de oogstsystemen door de plukkers.**

<i>oogststelsel</i>	<i>gemiddelde beoordeling</i>	<i>standaarddeviatie</i>
pluktrein	8,20	0,84
plukkar + plukemmer	3,60	0,82
snarenband	6,50	1,66
pluk-o-trak	8,20	0,84

De plukkers vonden het werken met de pluktrein (8,2) en de pluk-o-trak (8,2) het meest aantrekkelijk, er was een tendens ( $p=0,07$ ) naar een iets mindere beoordeling van het werken met de snarenband (6,5). Hoewel nadrukkelijk was aangegeven dat de plukkers alleen de arbeidsomstandigheden moesten beoordelen, bleek uit het argument van een gevoelsmatig lagere plukprestatie bij de snarenband, dat sommigen dit ook meewogen. Met name het tijdverlies door het verplaatsen van de snarenband leidde tot irritatie. Wellicht verklaart dit de veel grotere variatie in beoordelingen bij de snarenband dan bij de andere oogstsystemen. Andere opmerkingen waren dat bij de snarenband de positieve prikkel van het 'weer gevuld hebben van een voorraadkist' veel minder was en dat het erg lastig was om een trap mee te nemen voor het plukken van de hoog hangende appels.

De pluk-o-trak werd even goed beoordeeld als de pluktrein, ondanks het feit dat de plukkers daar minder ervaring mee hadden. Een argument voor een wat lagere beoordeling was dat het een voorwaarde is dat de ploeg op een pluk-o-trak goed op elkaar moet zijn ingewerkt. Tijdens het beoordelen van de arbeidsomstandigheden was dit in sommige gevallen duidelijk niet het geval.

Het oordeel over de plukkar met plukemmer was eenduidig negatief. Vooral tijdens het plukken van de laagst hangende appels werd het dragen van de plukemmer als zeer belastend ervaren.

### 3.1.6 Totaaloverzicht arbeidsomstandigheden

In Tabel 3.1.7 is een overzicht gegeven van de beoordeelde aspecten van de arbeidsomstandigheden. In de Tabel is zowel een rangorde gegeven van de arbeidsomstandigheden van de plukkers in de oogstsystemen als een oordeel ervan volgens het stoplichtmodel.

**Tabel 3.1.7 Totaaloverzicht van de arbeidsomstandigheden bij de plukkers in de vier oogstsystemen op 13 factoren<sup>1</sup>.**

	dynamische werkhouding						statische werkhouding		RSI analyse	plukcyclustlengte	tillen en dragen	duwen / trekken <sup>2</sup>	oordeel plukkers
	romp	hoofd	benen	boven- armen	onder- armen	handen	romp	overig					
pluktrein	3	3	1	3	3	3	1	4	3	1	1	1	1
plukkar + plukemmer	2	2	1	2	1	1	3	2	2	4	4	4	3
snarenband <sup>3</sup>	1	3	1	3	2	2	2	3	1	3	2	3	2
pluk-o-trak	3	1	1	1	1	2	3	1	2	2	3	2	1

<sup>1</sup> De cijfers 1, 2, 3, en 4 binnen een kolom geven de rangorde weer, 1 is het beste, 4 is het meest belastend. De kleur geeft een oordeel, met als betekenis: *groen* = er is geen sprake van een knelpunt; *oranje* = er is mogelijk sprake van een knelpunt; *rood* = er is sprake van een knelpunt, aanpassing nodig (Peereboom en Huysmans, 2002). Zwart = er is geen onderbouwing voor een kwalitatief oordeel.

<sup>2</sup> Bij het oordeel volgens het stoplichtmodel is aangenomen dat het werk door verschillende personen wordt uitgevoerd en dat de onder Tabel 3.1.5 weergegeven aanbevelingen worden nageleefd.

<sup>3</sup> Gemeten zonder gebruik van kistjes of trapjes voor het plukken van hoog hangende appels. Indien die wel worden gebruikt zullen de dynamische werkhouding van hoofd en bovenarmen en de statische werkhouding van de romp verbeteren, maar de dynamische werkhouding van de romp en het tillen en dragen verslechteren. Het is niet mogelijk deze effecten te kwantificeren.

Plukken met de pluk-o-trak heeft de beste dynamische werkhouding in vergelijking tot de overige oogstsystemen. De romp is echter een knelpunt. Hier scoort de snarenband significant beter dan de andere pluksystemen. De houding van de onderarmen en handen is het best bij de plukkar met plukemmer. De pluktrein heeft de meeste belastende dynamische werkhoudingen. De statische werkhouding is bij de pluktrein wel gunstig, met name bij de romp. Bij de pluk-o-trak komt de meest belastende statische werkhouding voor in vergelijking tot de overige oogstsystemen. Tillen en dragen en duwen en trekken is bij de plukkar met plukemmer het meest belastend, dit is bij de pluktrein het beste in vergelijking tot de overige oogstsystemen.

## 3.2 Plukprestatie

Het minimum aantal plukkers, dat met een oogststelsysteem appels geplukt heeft, was 4. Bij de plukkar is met maximaal 2 personen tegelijk geplukt om de plukprestatie optimaal te laten zijn. Per plukker en per oogststelsysteem is meerdere malen de tijd gemeten voor het plukken van 100 vruchten (Tabel 3.2.1).

**Tabel 3.2.1 Aantal tijdmetingen per oogststelsysteem voor het plukken van circa 100 vruchten.**

Oogststelsysteem	Aantal plukkers	Minimum aantal metingen per persoon	Totaal aantal metingen per oogststelsysteem
Pluktrein	4	15	63
Pluk-o-trak	4	12	52
Plukkar	4	9	57
Snarenband	8	6	54

Om de tijd voor het plukken van 100 vruchten te kunnen omrekenen naar de eenheid kg/uur/persoon is het gewicht vastgesteld van 100 vruchten. Gemiddeld wogen 100 vruchten 22,79 kg, met een standaarddeviatie van 0,97. Verder is er vanuit gegaan dat 50.000 kg per ha werd geplukt tijdens de meting, dit was de eerste pluk (70% van in totaal 70.000 kg/ha). In de voorraadkisten werd gemiddeld 350 kg fruit geplukt.

### 3.2.1 Pluktrein

Één pluktrein bestond uit vier aan elkaar geschakelde karretjes waaraan vier plukkers plukten. Per rij waren gemiddeld 3 pluktreinen nodig om de vruchten te verzamelen. De gemeten arbeidstijden zijn weergegeven in Tabel 3.2.2. Aansluitend wordt de berekening weergegeven van de totale werktijd (Tabel 3.2.3) om de totale plukprestatie (in kg/uur/persoon) weer te geven. Het verzetten van de pluktrein werd over het algemeen telkens door dezelfde plukker gedaan. De overige plukkers liepen met de pluktrein mee. De pluktreinwissel omvat de tijd die nodig is om een nieuwe lege trein op de juiste plaats neer te zetten en met de volle trein de rij uit te rijden tot op de kopakker. Het laden en lossen van de trein met voorraadkisten is meerdere malen gemeten. Het rijden naar het erf is niet meegenomen.

**Tabel 3.2.2 Gemeten arbeidstijden aan de pluktrein, exclusief toeslagen.**

	<i>Werktijd in minuten en centiminuten</i>	<i>Standaarddeviatie</i>
Gemiddelde tijd voor 100 vruchten per persoon	2,786	0,07
Verzetten van de pluktrein	0,91	0,08
Pluktreinwissel <sup>1</sup>	5,25	0,90
Laden en lossen pluktrein	7,54	1,14

<sup>1</sup> inclusief tijd voor rijden van en naar kopakker

De pluksnelheid is dan 8,18 kg/minuut/persoon of 490 kg/uur/persoon. (Berekening:  $22,79 / 2,786 = 8,18$  kg/minuut/persoon.  $8,18 * 60 = 490$  kg/uur/persoon)

**Tabel 3.2.3 Berekening van de totale werktijd per rij, inclusief toeslagen, bij plukken met de pluktrein.**

<i>Handeling</i>	<i>Frequentie per rij</i>	<i>% toeslag</i>	<i>Werktijd in minuten en centiminuten</i>
Totale pluktijd voor het plukken	183 <sup>1</sup>	22	623,10
Verzetten van de pluktrein <sup>2</sup>	20	20	21,84
Pluktreinwissel <sup>3</sup>	3	20	18,90
Laden en lossen voorraadkisten	3	20	27,14
Totaaltijd per rij			690,98

<sup>1</sup> aantal maal per rij dat 100 vruchten worden geplukt

<sup>2</sup> wordt uitgevoerd door 1 van de plukkers, andere plukkers lopen verder en plukken door

<sup>3</sup> wordt uitgevoerd door de fruitteler of een vaste medewerker, geen plukker

Per boom hangt gemiddeld 16,7 kg appels, wat neer komt op 4.167 kg per rij. Omgerekend is de totale plukprestatie bij de pluktrein 6,03 kg/minuut/persoon, ofwel 361,8 kg/uur/persoon.

### 3.2.2 Plukkar met plukemmer

Aan één plukkar stonden twee plukkers die in een plukemmer de vruchten verzamelden en vervolgens in de voorraadkisten leegden. De voorraadkist stond in een hydraulische kar, die de plukkers zelf verplaatsten in de rij. Tijdens de meetdag is zowel 's ochtends als 's middags aan de plukkar geplukt. 's Ochtends waren twee andere plukkers aan het werk dan 's middags. De gemeten arbeidstijden worden weergegeven in Tabel 3.2.4. In Tabel 3.2.5 wordt de berekening weergegeven wat aansluitend is omgerekend naar plukprestatie in kg/uur.

**Tabel 3.2.4 Gemeten arbeidstijden aan de plukkar met plukemmer, exclusief toeslagen.**

	<i>Werktijd in minuten en centiminuten</i>	<i>Standaarddeviatie</i>
Gemiddelde tijd voor 100 vruchten ochtendploeg, per persoon	3,29	0,06
Gemiddelde tijd voor 100 vruchten middagploeg, per persoon	3,12	0,11
Voorraadkistwissel	2,63	0,13
Inrijden lege voorraadkisten	18,40	
Uitrijden volle voorraadkisten	22,04	

Verdeeld over de ochtend- en de middaggroep was de pluksnelheid 7,1 kg/ minuut/persoon ofwel 426,2 kg/ uur/persoon. (Berekening: gemiddeld gemeten werktijd is 3,20. Daarom  $22,79 / 3,20 = 7,1$  kg/ minuut/persoon.  $7,1 * 60 = 426,2$  kg/ uur/persoon).

**Tabel 3.2.5 Berekende totale werktijd per rij, inclusief toeslagen, bij plukken met plukkar en plukkemmer.**

<i>Handeling</i>	<i>Frequentie per rij</i>	<i>% toeslag</i>	<i>Benodigde tijd in minuten en centiminuten</i>
Totale pluktijd (verdeeld over plukploegen) voor het plukken	183 <sup>1</sup>	22	717,90
Vorraadkistwissel <sup>2</sup>	11	22	38,19
Inrijden lege voorraadkisten <sup>3</sup>	1	20	22,08
Uitrijden volle voorraadkisten	1	20	26,45
Totaal			804,60

<sup>1</sup> aantal maal per rij dat 100 vruchten worden geplukt

<sup>2</sup> wordt uitgevoerd door 2 plukkers samen

<sup>3</sup> wordt uitgevoerd door de fruittelers of een andere vaste medewerker, geen plukker

Per boom hangt gemiddeld 16,7 kg appels, wat neer komt op 4.167 kg per rij. Omgerekend was de totale plukprestatie bij de plukkar 5,15 kg/ minuut/persoon, ofwel 310,9 kg/ uur/persoon.

### 3.2.3 Snarenband

Aan de snarenband waren 8 plukkers aan het plukken, daarnaast was 1 medewerker continue bezig met de voorraadkistwissel. De gemeten arbeidstijden worden weergegeven in Tabel 3.2.6. In Tabel 3.2.7 wordt de berekening weergegeven waarmee de plukprestatie in kg/ uur is vastgesteld.

**Tabel 3.2.6 Gemeten arbeidstijden aan de snarenband, exclusief toeslagen.**

	<i>Werkijd in minuten en centiminuten</i>	<i>Standaarddeviatie</i>
Gemiddelde tijd voor 100 vruchten	2,60	0,09
Het inrollen van de band vanaf moment dat de laatste plukker appels op de band legde	10,20	
Het verzetten naar de volgende rij	3,30	
Het uitrollen en straktrekken van de snaren en de tijd totdat de eerste plukker weer aan het werk was	8,90	
Lopen naar ander oogststelsel tijdens verzetten snarenband	2,60	

De pluksnelheid van de plukkers die plukten aan de snarenband was 8,74 kg/ minuut/persoon ofwel 524,4 kg/ uur/persoon. (Berekening:  $22,79/2,60 = 8,7$  kg/ minuut/persoon.  $8,7 * 60 = 524,4$  kg/ uur/persoon).

Naast de pluksnelheid van de plukkers zijn bijkomende werkzaamheden vastgesteld, welke van de pluksnelheid zijn afgetrokken om tot de totale plukprestatie in kg/ uur/persoon te komen. Gedurende het verzetten van de snarenband kunnen plukkers niet aan het snarenband oogststelsel verder plukken. Indien een ander oogststelsel beschikbaar is, kan gedurende het verzetten hiermee verder geplukt worden door de plukkers die niet helpen met het verzetten. In de berekening is er van uitgegaan dat er een tweede oogststelsel is en waarbij gerekend is met dezelfde plukprestatie als de snarenband (Tabel 3.2.7).

**Tabel 3.2.7 Berekende totale werktijd per rij, inclusief toeslagen, bij plukken met snarenband.**

<i>Handeling</i>	<i>Frequentie per rij</i>	<i>% toeslag</i>	<i>Benodigde tijd in minuten en centiminuten</i>
Totale pluktijd voor het plukken	183 <sup>1</sup>	22	579,10
Verzetten van de snarenband naar de volgende rij <sup>2</sup>	1	20	36,72
Het verzetten naar de volgende rij <sup>2</sup>	1	20	11,90
Het uitrollen en straktrekken van de snaren <sup>2</sup>	1	20	32,04
Lopen naar ander oogststelsel tijdens verzetten snarenband <sup>3</sup>	1	22	19,00
Totaal			678,80

<sup>1</sup> aantal maal per rij dat 100 vruchten zijn geplukt

<sup>2</sup> De waargenomen tijden voor het verzetten van de snarenband zijn herhalingen, waarvan het gemiddeld is berekend. Dit getal is met 3 vermenigvuldigd omdat er 3 personen bij hielpen.

<sup>3</sup> 6 plukkers hebben tijdens het verzetten van de snarenband aan een ander oogststelsel verder geplukt

De totale plukprestatie was bij de snarenband 5,42 kg/minuut/persoon, ofwel 325,3 kg/uur/persoon.

### 3.2.4 Pluk-o-trak

Aan de pluk-o-trak waren 4 plukkers aan het werk. Daarvan stonden twee plukkers op de plateaus aan weerszijden van de machine, twee andere plukkers liepen voor de machine uit en plukten vanaf de grond. Alle pluksystemen zijn in hetzelfde perceel gemeten. De bomen in dit perceel waren echter niet hoog genoeg om de pluk-o-trak optimaal te kunnen laten functioneren. Daardoor hadden de plukkers die op de plateaus aan het werk waren niet de hele tijd voldoende appels om door te kunnen werken. De pluksnelheid voor de plukkers die op de plateaus plukten is daarom aangepast aan de pluksnelheid van de plukkers die vanaf de grond plukten. De gemeten arbeidstijden worden weergegeven in Tabel 3.2.8. In Tabel 3.2.9 wordt de berekening weergegeven, waarmee de plukprestatie in kg/uur/persoon is vastgesteld.

**Tabel 3.2.8 Gemeten pluksnelheid aan de pluk-o-trak, exclusief toeslagen.**

	<i>Werkijd in minuten en centiminuten</i>	<i>Standaarddeviatie</i>
Gemiddelde tijd voor 100 vruchten, per persoon	3,06	0,04
Voorraadkistwissel <sup>1</sup>	3,22	0,47
Rijwissel	1,93	0,035
Laden lege voorraadkisten kar	5,70	
Uitrijden volle voorraadkisten	22,04	1,46

<sup>1</sup> wordt uitgevoerd door 2 plukkers samen

De pluksnelheid bij de pluk-o-trak was 7,45 kg/minuut/persoon ofwel 447,24 kg/uur/persoon. (Berekening:  $22,79 / 3,06 = 7,45$  kg/minuut/persoon.  $7,45 * 60 = 447,24$  kg/uur/persoon).

**Tabel 3.2.9 Berekende totale werktijd per rij, inclusief toeslagen, bij plukken met pluk-o-trak.**

<i>Handeling</i>	<i>Frequentie per rij</i>	<i>% toeslag</i>	<i>Benodigde tijd in minuten en centiminuten</i>
Totale pluktijd voor plukken vruchten	183 <sup>1</sup>	22	683,60
Voorraadkistwissel <sup>2</sup>	11,9	22	46,75
Rijwissel	1	22	2,35
Laden lege voorraadkisten kar <sup>3</sup>	1	20	6,84
Uitrijden volle voorraadkisten <sup>3</sup>	1	20	26,44
Totaal			766,00

<sup>1</sup> aantal maal per rij dat 100 vruchten worden geplukt

<sup>2</sup> met het verwisselen van de kist zijn alleen de 2 plukkers die vanaf de grond plukken bezig

<sup>3</sup> wordt uitgevoerd door de fruitteler of een andere vaste medewerker, geen plukker

De totale plukprestatie was bij de pluk-o-trak 5,44 kg/minuut/persoon, ofwel 326,4 kg/uur/persoon.



### 3.2.5 Vergelijking oogstsystemen

De pluksnelheid voor het plukken van 100 vruchten varieert tussen van 2,6 minuut/persoon bij de snarenband tot 3,2 minuut/persoon bij de plukkar met plukemmer. Omgerekend wordt bij de snarenband 8,7 kg appels per minuut per persoon geplukt tegen 7,1 kg bij de plukkar met plukemmer. De pluktrein en pluk-o-trak zitten daar tussen in. De pluksnelheid van de plukkers wordt verlaagd door overige werkzaamheden die uitgevoerd worden, naast puur alleen het plukken. De plukprestatie varieert tussen 311 kg/uur/persoon met de plukkar met plukemmer tot 362 kg/uur/persoon met de pluktrein. De snarenband en de pluk-o-trak zitten daar tussen in (Tabel 3.2.10).

**Tabel 3.2.10 Plukprestatie per oogststelsel.**

	<i>Pluktrein</i>	<i>Plukkar + plukemmer</i>	<i>Snarenband</i>	<i>Pluk-o-trak</i>
Gem. pluksnelheid voor 100 vruchten in min.	2,8	3,3	2,6	3,1
Gem. pluksnelheid in kg/min	8,2	7,1	8,7	7,5
Gem. pluksnelheid in kg/uur alleen plukken (excl. Mentale toeslag)	490,7	426,2	524,5	447,2
Gem. plukprestatie in kg/uur totaal*	<b>361,8 (b)</b>	<b>310,9 (a)</b>	<b>325,3 (a)</b>	<b>326,4 (a)</b>

\*Waarden binnen een rij met dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar ( $P=0,05$ )

**Tabel 3.2.11 Vergelijking tussen de oogstsystemen op plukprestatie per uur per persoon.**

<i>Oogststelsel 1</i>	<i>Oogststelsel 2</i>	<i>Verskil in kg/uur</i>	<i>Standaardafwijking</i>	<i>P-waarde *</i>
Pluktrein	Plukkar met plukemmer	50,95	25,42	0.058
Pluktrein	Snarenband	36,56	18,05	0.056
Pluktrein	Pluk-o-trak	35,44	14,88	0.029
Plukkar met plukemmer	Snarenband	14,39	24,31	0.329
Plukkar met plukemmer	Pluk-o-trak	15,51	22,06	0.305
Snarenband	Pluk-o-trak	1,119	12,89	0.392

\*P-waarde kleiner dan 0,05 = betrouwbaar verschillend

De hoogst gemeten plukprestatie was bij de pluktrein, dit is betrouwbaar hoger dan de plukkar met plukemmer, de snarenband en de pluk-o-trak (Tabel 3.2.11).

## 3.3 Kwaliteitsbeoordeling

De kwaliteit van de vruchten geplukt met verschillende oogstsystemen is beoordeeld door middel van vruchtmonsters visueel te scoren en door met elektronische appel schokken (versnellingen) te meten.

### 3.3.1 Vruchtmonsters

De monsters met vruchten van elk oogststelsel zijn in totaal drie maal beoordeeld, éénmaal in oktober en twee maal in december 2005. Bij de beoordeling van de vruchten is het aantal vruchten gescoord op 4 visuele kwaliteitsaspecten:

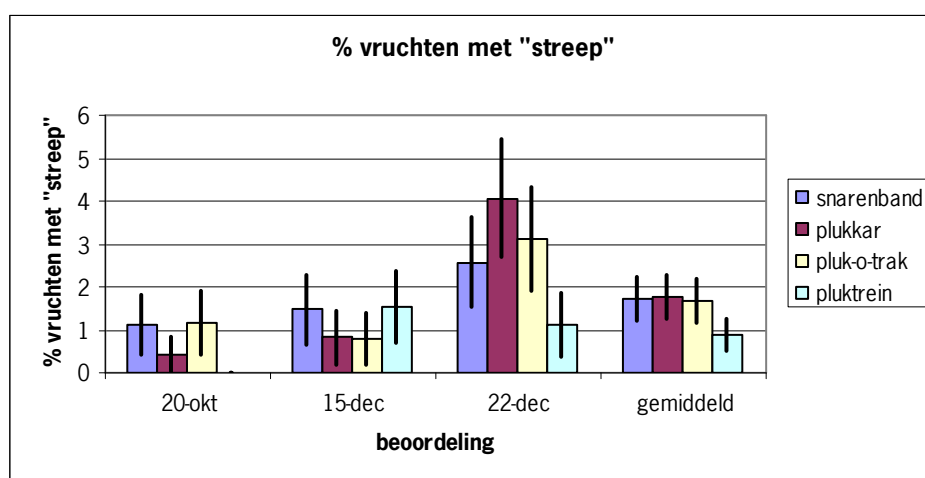
1. rot
2. streepachtige afdrucken
3. open beschadiging
4. butsen

Ad.1

In de resultatenuitwerking zijn de rotte vruchten buiten beschouwing gelaten daar dit aantal te gering (3 vruchten verdeeld over 3 verschillende pluksystemen) was voor een zinvolle analyse.

Ad 2.

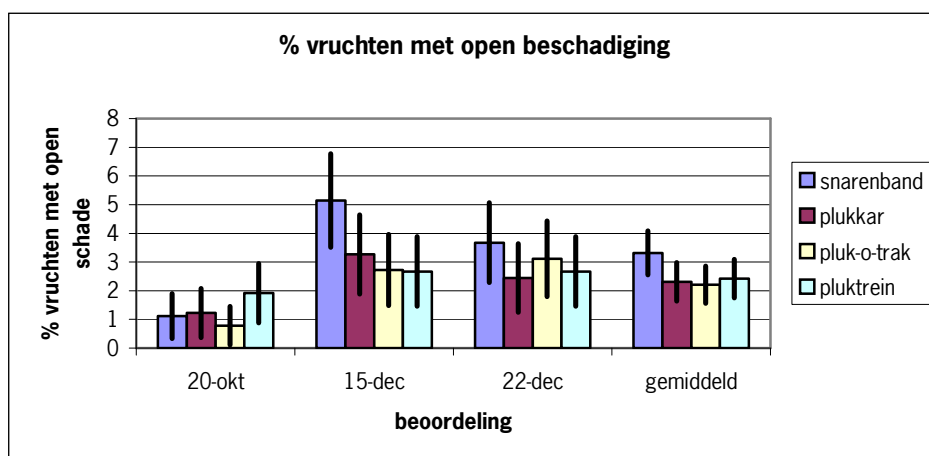
Bij de streepachtige afdrucken op de vruchten deed zich de vraag voor of dit het gevolg was van een beschadiging opgetreden tijdens de pluk of dat dit mogelijk al aan de boom tijdens de groei is ontstaan. Vruchten met "strepen" kwamen bij alle oogstsystemen voor (Figuur 3.3.1). Uit de statistische analyse kwam naar voren dat geen betrouwbare verschillen tussen de oogstsystemen aangetoond kunnen worden. Opvallend aan deze data is dat bij de vruchten die op 22 december zijn beoordeeld betrouwbaar meer strepen voorkwamen dan op de vruchten die werden beoordeeld op 20 oktober en 15 december. Mogelijk speelt hierin het uitstallen van de vruchten gedurende een week bij 18°C een rol, waardoor deze strepen beter zichtbaar werden. Hierover is echter geen literatuur gevonden.



**Figuur 3.3.1** Percentage vruchten met streepachtige afdruk op de schil, weergegeven per beoordelingsmoment en als gemiddelde over de drie beoordelingen (gemiddelde van 4 monsterkisten, met 60-70 vruchten per kist).

Ad3.

Vruchten met open beschadigingen zijn alleen geconstateerd als gevolg van schade opgetreden door een steeltje van een andere vrucht dat door de schil is gedrukt. Analyse van de data leidde niet tot aantoonbare verschillen van deze schade per oogststelsysteem (Figuur 3.3.2). Wel viel op dat het beoordelingsmoment van invloed was op de hoeveelheid geconstateerde open beschadigingen. Mogelijke verklaring hiervoor is dat door het bewaren en uitstallen de open beschadiging bruin verkleurd is, waardoor de beschadiging beter zichtbaar geworden zou kunnen zijn.



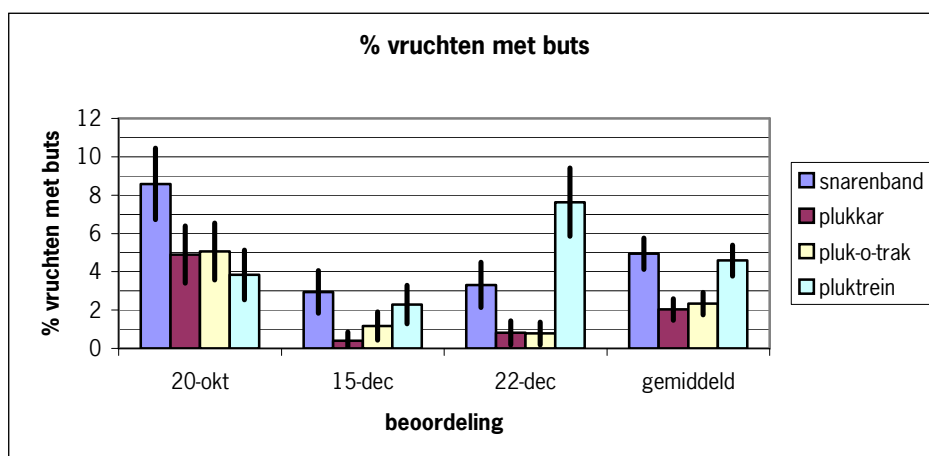
**Figuur 3.3.2 Percentage vruchten met open beschadiging van de schil, weergegeven per beoordelingsmoment en als gemiddelde over de drie beoordelingen (gemiddelde van 4 monsterkisten, met 60-70 vruchten per kist).**

Ad 4.

Bij schade in de vorm van butsen werden kleine verschillen per oogststelsel waargenomen (Figuur 3.3.3). In de vruchten die geplukt waren met plukkarren (2,0 %) en de pluk-o-trak (2,3%) zijn (significant) minder vruchten met butsen waargenomen dan in de vruchten die geplukt zijn met snarenband (4,9%) en pluktrein (4,6%). Opvallend daarbij zijn twee zaken:

- Bij alle oogstsystemen was het aantal vruchten met butsen in oktober hoger dan in december. Wellicht is dit toe te schrijven aan het gedeeltelijke wegtrekken of minder zichtbaar worden van de lichte butsen gedurende de bewaarperiode. Dit is in de praktijk wel waargenomen (pers. Mededeling Dhr. A. van Schaik).
- Opvallend is dat bij de pluktrein in de beoordeling van 22 december relatief veel vruchten met lichte butsen (< 1 cm<sup>2</sup>) zijn aangetroffen ten opzichte van de beoordeling op 15 december. In de praktijk is waargenomen dat bij opwarming meer butsen zichtbaar zijn (pers. Mededeling Dhr. A. van Schaik). Bij de andere oogstsystemen is dit verschil in mate van butsen tussen deze twee data niet aangetroffen. Voor plukkar, pluk-o-trak en snarenband waren de percentages vruchten met butsen in oktober hoger terwijl in het monster geplukt met de pluktrein het percentage op 22 december het hoogst was en betrouwbaar hoger dan op 15 december. Een sluitende verklaring hiervoor ontbreekt.

De hoge score op 22 december in de vruchten die geplukt zijn met een pluktrein ligt in belangrijke mate in het feit dat in twee van de vier monsters vrij veel vruchten (10 en 13%) met een lichte butsen gevonden zijn. In de monsterkisten zaten deze vruchten met butsschade verspreid door de hele kist. Schade ontstaat bij het te hard wegleggen van enkele vruchten bij het samenstellen van de monsters zou zich meer concentreren op één of enkele plaatsen. Er zijn geen aanwijzingen die rechtvaardigen de data van deze twee monsters buiten beschouwing te laten. Dit wordt ondersteund doordat ook tussen monsters van andere oogstsystemen behoorlijke verschillen voorkomen. Bijvoorbeeld in de in totaal twaalf monsters geplukt met plukkarren varieert het percentage vruchten met butsen tussen 0 en bijna 10%.



**Figuur 3.3.3 Percentage vruchten met buttschade op de schil, weergegeven per beoordelingsmoment en als gemiddelde over de drie beoordelingen (gemiddelde van 4 monsterkisten, met 60-70 vruchten per kist).**

Een indeling van de mate van butts (grootte van het totale oppervlak met buttsen) maakt duidelijk dat verreweg de meeste appels in de klasse I (minder dan 1 cm<sup>2</sup> butts) ingedeeld konden worden (Tabel 3.3.1). Het is aannemelijk dat dit niet leidt tot declassering omdat het formeel voldoet aan de kwaliteitseisen voor klasse I, maar de kans bestaat dat dan de hele partij een lagere prijs krijgt. Omdat dit ook voor de appels zonder butts geldt (95% van de productie) is het aannemelijk dat gebutste appels uitgesorteerd worden. Dit betekent dat bij de oogstsystemen snarenband en pluktrein 2,5 % meer vruchten als klasse II in plaats van klasse I verkocht kunnen worden. Op basis van een 5-jaars gemiddelde (KWIN-fruitteelt) is het prijsverschil tussen Jonagold klasse I en klasse II 10 ct/kg. Dit leidt tot een opbrengstderving van 2,5% \* 1000 \* €0,10 = € 2,50 per ton of 2,5% \* 320 \* €0,10 = € 0,80 per voorraadkist.

**Tabel 3.3.1 Percentage vruchten met buttschade per klasse en per oogststelsysteem.**

% vruchten met	snarenband	plukkar	pluk-o-trak	pluktrein
Minder dan 1 cm <sup>2</sup> butts	4.3%	1.8%	1.9%	4.3%
Tussen 1-2.5 cm <sup>2</sup> butts	0.6%	0.3%	0.4%	0.3%
Meer dan 2.5 cm <sup>2</sup> butts	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Totaal <sup>1</sup>	4.9% b	2.1% a	2.3% a	4.6% b

<sup>1</sup> Getallen binnen een rij gevolgd door verschillende letters, verschillen significant van elkaar

### 3.3.2 Elektronische appel

Bij de pluktrein is het aantal gemeten schokken (versnellingen) met de elektronische appel bij G>15 en G>20, lager en dan bij de overige oogstsystemen en op grond van de gemeten snelheidsverandering niet als mogelijk schadelijk te kwalificeren (Tabel 3.3.2). Daarna, in volgorde van toename van het gemiddelde aantal gemeten schokken, volgen plukkar, pluk-o-trak en snarenband. Ook het aantal gemeten schokken op gemiddeld gevoelige appels en op gevoelige appels waarbij de kans op schade aanwezig was, was het hoogst bij het snarenbandsysteem, gevolgd door pluk-o-trak en daarna plukkar.

Alleen bij de pluk-o-trak is eenmalig een waarde gemeten die mogelijk ook bij minder gevoelige appels tot schade zou leiden.

Het gemiddelde van de hoogst gemeten meetwaarden per meetronde was het hoogst bij de snarenband (45). Bij plukkar (30,4) en pluk-o-trak (31,3) lagen deze waarden lager en bij de pluktrein lag deze waarde duidelijk het laagst (19,9).

In Bijlage 4 staan de meetresultaten en is de verhouding tussen G en snelheidsverandering weergegeven voor 3 "typen appels", een gevoelige appel, een gemiddelde appel en een weinig gevoelige appel. Naar mate een meting meer rechts van de lijn uitkomt, wordt de kans op schade groter, links van iedere lijn is die kans op schade zeer klein.

**Tabel 3.3.2 Het aantal gemeten schokken boven 15 en 20 en de gemiddelde waarde van schokken boven 15 , het aantal waarnemingen dat op basis van G waarde en snelheidsverandering tot schade kan leiden en de hoogste meetwaarde bij gebruik van elektronische appel.**

		aantal versnellingen		Aantal versnellingen dat tot schade kan leiden						
oogststelsel	meting	G>15	G>20	Gevoelige appel ***		Gemiddelde appel ***		Weinig gevoelige appel ***		hoogste meetwaarde G
				G= 15-20	G> 20	G= 15-20	G> 20	G= 15-20	G> 20	
pluktrein	1	1	1	0	0	0	0	0	0	22.9
pluktrein	2	1	1	0	0	0	0	0	0	17.0
pluktrein	3	0	0	0	0	0	0	0	0	*
pluktrein	4	0	0	0	0	0	0	0	0	*
	gemiddeld	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19.9</b>
pluk-o-trak	1	8	5	0	3	0	1	0	1	43.5
pluk-o-trak	2	4	3	0	1	0	0	0	0	25.3
pluk-o-trak	3	3	2	0	0	0	0	0	0	27.4
pluk-o-trak	4	5	3	0	1	0	0	0	0	29.0
	gemiddeld	<b>5.0</b>	<b>3.25</b>	<b>0</b>	<b>1.25</b>	<b>0</b>	<b>0.25</b>	<b>0</b>	<b>0.25</b>	<b>31.3</b>
plukkar	1	2	0	0	0	0	0	0	0	18.4
plukkar	2	5	2	0	1	0	1	0	0	40.4
plukkar	3	3	1	0	1	0	0	0	0	32.4
plukkar	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	gemiddeld	<b>3.3</b>	<b>1.0</b>	<b>0</b>	<b>0.67</b>	<b>0</b>	<b>0.33</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30.4</b>
snarenband	1	6	4	0	3	0	1	0	0	37.7
snarenband	2	11	6	0	3	0	1	0	0	32.3
snarenband	3	9	5	0	2	0	0	0	0	44.3
snarenband	4	12	5	0	3	0	2	0	0	65.6
	gemiddeld	<b>9.5</b>	<b>5.0</b>	<b>0</b>	<b>2.75</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45.0</b>

\* = geen waarden > 15 waargenomen, waarden onder < 15 zijn niet geregistreerd

\*\* = geen waarnemingen

\*\*\* = zie ook bijlage 4 meetresultaten Techmark INC 400

## 3.4 Financiële vergelijking

De vier oogstsystemen zijn vergeleken aan de hand van meerdere kostenposten: jaarlijkse kosten, arbeidskosten, brandstofkosten en opbrengstderiving. Dit is uitgewerkt voor de optimale capaciteit per oogststelsel en voor een praktijkvoorbeeld.

### 3.4.1 Capaciteit per oogststelsel

De beschikbare capaciteit per oogststelsel, afhankelijk van de plukprestatie en het aantal te plukken hectares, is in Tabel 3.4.1 uitgewerkt. Daarbij is er van uitgegaan dat de oogst binnen 35 dagen geplukt moet zijn en dat er gemiddeld 45.000 kg per ha geplukt wordt. Voor deze situatie is aan de hand van de resultaten van de gemeten plukprestaties (paragraaf 3.2) berekend hoeveel oogstsystemen ingezet moeten worden. De gemeten plukprestatie is met 20% verlaagd (aannahme vanuit PPO). Reden hiervoor is dat tijdens de metingen de omstandigheden zoals het weer en de te plukken productie, optimaal waren. In de praktijk zal dit gedurende 7 weken aaneengesloten waarschijnlijk niet haalbaar zijn. Met deze uitgangspunten kan met 1 snarenband met 9 plukkers 14,6 ha geplukt worden, tegen 3,1 ha met 1 plukkar met 2 plukkers met een plukemmer.

**Tabel 3.4.1 Capaciteit per oogststelsysteem bij de gemeten plukprestaties bij te plukken productie van 45.000 kg per ha in 35 dagen.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
Aantal personen aan 1 oogststelsysteem	4	2	9	4
Plukprestatie (kg/uur/persoon )	289,4	248,7	260,2	261,1
Plukprestatie met 1 oogststelsysteem per dag (8 uur) met benodigd aantal personen zoals in rij 1 is weergegeven	9.261	3.979	18.734	8.355
Plukprestatie in 35 dagen (in kg)	324.135	139.265	655.690	292.432
Capaciteit in ha per oogststelsysteem (bij productie van 45.000 kg/ha te oogsten binnen 35 dgn)	7,2	3,1	14,6	6,5

Voor een financiële vergelijking gelden meerdere kostenposten: jaarlijkse kosten, arbeidskosten, brandstofkosten en opbrengstderving. Deze worden onderstaand uitgewerkt.

#### Jaarlijkse kosten

Oogstsystemen met toebehoren zijn duurzame productiemiddelen. Duurzame productiemiddelen zijn de activa die vele jaren door een bedrijf gebruikt kunnen worden en geven rentekosten, jaarlijkse kosten en onderhoudskosten. Voor de berekening zijn voor elk oogststelsysteem met toebehoren verschillende uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van het percentage voor rente, afschrijving en onderhoud (Tabel 3.4.2). Hierbij wordt uitgegaan van de nieuwwaarde van het duurzame productiemiddel. KWIN-fruitteelt (Peppelman en Groot, 2004) is als bron gebruikt, waarbij de opgenomen nieuwwaarden met een inflatiecorrectie van 1.02 % zijn opgewaarderd. Voor de pluk-o-trak en de snarenband is een actuele prijsopgave door de fabrikanten verstrekt. De restwaarde van de snarenband is door de fabrikant verstrekt op basis van 40% van de investeringsswaarde na 10 jaar. De restwaarde van de pluk-o-trak, alsook het percentage onderhoud, is verstrekt door de fabrikant. De nieuwwaarde van een plukkar is op basis van telefonisch contact met twee leveranciers vastgesteld. Het percentage voor onderhoudskosten bij de plukkar en de pluktrein is door PPO vastgesteld, alsook het percentage voor jaarlijkse kosten bij de pluktrein.

- De hoogte van de afschrijving is afhankelijk van de waarde van het duurzame productiemiddel, de levensduur en de restwaarde
- De onderhoudskosten zijn inclusief verzekeringskosten
- De rentekosten worden berekend op basis van het gemiddeld geïnvesteerd vermogen, met de formule  $(\text{nieuwwaarde} + \text{restwaarde})/2 * \text{rente } \%$ . Het gehanteerde rentepercentage is 5%.

Per oogststelsysteem zijn verschillende toebehoren nodig:

- bij de pluktrein een extra trekker en een hefmast
- bij de plukkar met plukemmer, de snarenband en de pluk-o-trak een trekker met hefmast en een platte wagen.

Bij een plukkar wordt altijd geplukt met 2 plukkers, dus gelden ook kosten voor 2 plukkers. Het oogststelsysteem pluktrein functioneert alleen indien gewisseld kan worden, waardoor altijd 2 pluktreinen nodig zijn. Daarom zijn dan ook de kosten van 2 pluktreinen berekend. Omdat bij elk oogststelsysteem een trekker met hefmast nodig is, zijn de kosten daarvoor niet apart berekend. Er is aangenomen dat de extra benodigde trekker bij de pluktrein een tweede hands trekker is.

De jaarlijkse kosten zijn afhankelijk van de nieuwwaarde van het oogststelsysteem (Tabel 3.4.2).

**Tabel 3.4.2 Nieuwwaarde en jaarlijkse kosten per oogststelsysteem met toebehoren (in €).**

	<i>Nieuwwaarde per stuk</i>	<i>Restwaarde</i>	<i>Rente kosten</i>	<i>% afschrijving</i>	<i>Afschrijvingskosten</i>	<i>% onderhoud</i>	<i>Onderhoudskosten</i>
2 Pluktreinen + trekboom (1 pluktrein heeft 4 karren)	3.288,48		82,21	10	328,84	2	65,76
Plukkar	700,00		17,50	10	70,00	4	28,00
Plukemmers (2)	81,60		2,04	10	8,16	2	1,63
Snarenband	49.500,00	19.800,00	1.732,50	10	2.970,00	6	2.970,00
Pluk-o-trak Junior	26.800,00	4.500,00	782,50	10	2.230,00	2	536,00
Platte wagen	5.610,00		140,25	4,5	252,45	2	112,20
Hefmast	5.370,00		134,25	6	322,20	2	107,40
2 <sup>e</sup> hands trekker	2.805,00		70,13	10	280,50	2	56,10

De jaarlijkse kosten per oogststelsysteem, onderverdeeld naar rentekosten, afschrijvingskosten en onderhoudskosten voor de oogstsystemen en de benodigde machines en apparaten staan in Tabel 3.4.3. De kosten zijn afgeleid van Tabel 3.4.2.

**Tabel 3.4.3 Jaarlijkse kosten (in euro) per oogststelsysteem bij optimale benutting.**

	<i>1 pluktrein + 1 tweede hands trekker</i>	<i>1 plukkar + 2 plukemmers + 1 platte wagen</i>	<i>1 snarenband + 1 platte wagen</i>	<i>1 pluk-o-trak + 1 platte wagen</i>
Rente	152,34	159,79	1.872,75	922,75
Afschrijving	609,34	330,61	3.222,45	2.482,45
Onderhoud	121,86	141,83	3.082,20	648,20
Extra kosten voor pluktrein tijdens verzetten snarenband			79,64	
<b>Totale jaarlijkse kosten</b>	<b>883,54</b>	<b>632,23</b>	<b>8.257,04</b>	<b>4.053,40</b>
Capaciteit per oogststelsysteem	7,2	3,1	14,6	6,5
<b>Totale jaarlijkse kosten per ha</b>	<b>122,71</b>	<b>203,94</b>	<b>565,55</b>	<b>623,60</b>

*Arbeidskosten*

De benodigde arbeidskosten behorend bij de optimale capaciteit van de oogstsystemen zijn weergegeven in Tabel 3.4.4, waarbij de kosten zijn teruggerekend naar kosten per ha.

**Tabel 3.4.4 Arbeidskosten (in euro) per ha bij optimale benutting van de oogstsystemen, bij productie van 45.000 kg per ha.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
X aantal ha (capaciteit)	7,2	3,1	14,6	6,5
Plukprestatie in kg/uur/persoon	289,4	248,7	260,2	261,1
Aantal benodigde plukuren bij betreffend aantal ha	1.120	561	2.525	1.120
% vaste arbeid <sup>1</sup>	8,4	8,8	12,6	5,00
Uren vaste arbeid	94	49	318	56
Uren losse arbeid	1.026	512	2.207	1.064
Vaste arbeidskosten in € (€ 22,23 per uur)	2.090	1.089	7.069	1.245
Losse arbeidskosten in € (€ 19,88 per uur)	20.397	10.179	43.875	21.152
Totale arbeidskosten bij optimale capaciteit	22.487	11.268	50.944	22.397
<b>Totale arbeidskosten per ha</b>	<b>3.123,20</b>	<b>3.634,80</b>	<b>3.489,30</b>	<b>3.445,70</b>

<sup>1</sup> bron metingen

#### *Brandstofkosten*

De brandstofkosten zijn berekend aan de hand van het prijspeil van januari 2006:

- Diesel voor landbouwgebruik € 0,70 per liter
- Benzine € 1,30 per liter

Bij stationair draaien van de motor wordt 2 liter per uur verbruikt, bij normaal gebruik 4 liter (Peppelman en Groot, 2004). De brandstofkosten zijn per oogststelsysteem uitgerekend waarbij gerekend wordt tot dat de volle voorraadkisten op de kopakker staan.

#### Pluktrein

- Laden en lossen: Per pluktrein worden 4 voorraadkisten van 320 kg per stuk uit het perceel vervoerd, met in totaal 1280 kg. Met een productie per ha van 45.000 kg komt dat neer op ongeveer 35 pluktreinen per ha. Het laden en lossen van één pluktrein kost in totaal gemiddeld 7,5 minuut per keer, bij 35 pluktreinen is dit 262 minuten, ofwel 4,39 uur per ha. Kosten voor brandstofverbruik zijn  $4,39 * € 2,80 = € 12,29$  per ha.
- Verzetten van de pluktrein tijdens plukken: 1 ha omvat ongeveer 3.300 meter rijpad, waar de pluktrein overheen rijdt. Elke keer dat de pluktrein tijdens het plukken verder gereden wordt, wordt ongeveer 15 meter overbrugd. Per ha wordt de pluktrein dan 220 maal verzet. De trekker staat uit als er geplukt wordt. Het aanrijden van de pluktrein kost per keer gemiddeld 55 seconden (= 0,91 minuut, zie Tabel 3.2.2). Dit kost per ha 202 minuten, ofwel 3,36 uren. Kosten voor brandstofverbruik zijn  $3,36 * € 2,80 = € 9,40$  per ha.
- In- en uitrijden pluktrein in en uit de rijen: Het uitrijden van de volle pluktrein tot op de kopakker kost gemiddeld 5,25 minuten bij rijen van 250 meter (Tabel 3.2.2). Bij 45.000 kg per ha, groeit per boom 13,6 kg en in een rij van 250 meter hangt een productie van 3.409 kg. Hiervoor zijn 2,6 pluktreinen per rij nodig van 1.280 kg per pluktrein. Per rij komt dit neer op 2,6 pluktreinen maal 5,25 minuten is 13,7 minuten per rij, en 178 minuten per ha, wat overeenkomt met 2,9 uur per ha. Voor het inrijden van de lege pluktrein is dezelfde tijd nodig als voor het uitrijden. Het totaal komt daarmee op 5,8 uur. Kosten hiervoor zijn  $5,8 * € 2,80 = € 16,24$  per ha.

Totale brandstofkosten per ha zijn hiermee € 37,93.

#### Plukkar + plukemmer

Het inrijden van lege voorraadkisten bij rijen van 250 meter kost 18,4 minuten per rij (zie Tabel 3.2.4), wat neer komt bij 13 rijen per ha op 234 minuten ofwel 3,9 uur per ha.



Het uitrijden van volle voorraadkisten kost bij rijen van 250 meter 22 minuten per rij (zie Tabel 3.2.4), wat neer komt bij 13 rijen per ha op 286 minuten ofwel 4,77 uren per ha.

Inrijden en uitrijden samen kost per ha 8,67 uren. Brandstofkosten hiervoor zijn  $8,67 * €2,80 = € 24,28$  per ha.

#### Snarenband

De snarenband kan voorzien worden van een benzineaggregaat voor de aandrijving of er wordt een stroomkabel gebruikt. In deze situatie worden de kosten op een rij gezet voor het gebruik van een benzinemotor met een verbruik van 2 liter per uur (bron: Burg machinefabriek). Per ha zijn de kosten € 60,66.

#### Pluk-o-trak

De pluk-o-trak is bij de bedrijfssituatie in werking gedurende 35 dagen van 8 uren, dit is 280 uur. De pluk-o-trak is voorzien van een benzinemotor, met een verbruik van 0,5 liter per uur (bron: Machinefabriek van den Munckhof). De totale kosten zijn  $280 * € 0,65 = € 182,00$  voor 1 oogststelsel. Voor 2 oogstsystemen zijn de kosten € 364,00.

Het uitrijden van volle voorraadkisten kost bij rijen van 250 meter 22 minuten per rij (zie Tabel 3.2.8) wat neer komt bij 13 rijen per ha op 286 minuten ofwel 4,77 uren per ha. Bij de bedrijfssituatie komt dit neer op  $12 * 4,77 = 57,24$  uren, waarbij normaal brandstof verbruikt wordt. Dit kost  $57,24 * € 2,80 = € 160,16$ . Per ha zijn de kosten € 43,69.

#### *Opbrengstderving*

##### Vruchten van lagere kwaliteit worden niet meegenomen

Bij de snarenband zijn in dit onderzoek de vruchten van lagere kwaliteit niet meegenomen tijdens de pluk, deze werden op de grond gegooid en bleven in het perceel achter. Aangenomen wordt dat 2% van de productie bestemd is voor industrie. De prijs per kg ligt gemiddeld op € 0.13 (gemiddeld gewogen prijs 1998/1999 t/m 2002/2003), hiervan gaan € 0,01 per kg af voor storkosten en tevens € 0,01 voor transportkosten. Per ton levert dit € 2,20 opbrengstderving op, per voorraadkist € 0,70.

Deze wijze van plukken is uitgevoerd tijdens de metingen, er gelden hierdoor geen lagere arbeidskosten, doordat slechts 98% geplukt wordt. Bij de overige oogstsystemen zijn extra kisten beschikbaar waarin vruchten van lagere kwaliteit worden verzameld.

#### Kwaliteitsvermindering

Lichte butsschade komt bij de snarenband en pluktrein op 4,5 tot 5 % van de vruchten voor. Bij de oogstsystemen plukkar en pluk-o-trak ligt dit op ca. 2%. Bij de snarenband en de pluktrein zullen daardoor meer vruchten uitgesorteerd moeten worden. Voor deze uitgesorteerde vruchten zal een lagere opbrengstprijzen worden behaald omdat deze als klasse II en niet als klasse I verkocht zullen worden. Op basis van een 5-jaars gemiddelde (KWIN-fruitteelt) is het prijsverschil tussen Jonagold klasse I en klasse II 10 ct/kg. Dit leidt tot een opbrengstderving van  $2,5% * 1000 * € 0,10 = € 2,50$  per ton of  $2,5% * 320 * € 0,10 = € 0,80$  per voorraadkist bij de oogstsystemen pluktrein en snarenband.

De totale kosten uit voorgaande tabellen zijn in Tabel 3.4.5 op een rij gezet, waarbij naar voren komt dat de pluktrein bij optimale capaciteit de laagste totale kosten heeft. De snarenband is het duurste oogststelsel vergeleken met een pluktrein, een plukkar met plukemmer en de pluk-o-trak.

**Tabel 3.4.5 Totale kosten in euro per ha bij optimale benutting van de oogstsystemen.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
Jaarkosten	122,71	203,94	565,55	623,60
Arbeidskosten	3.123,20	3.634,80	3.489,30	3.445,70
Brandstofkosten (zie p.51)	37,93	24,28	60,66	43,69
Opbrengstderving met productie van 45.000 kg/ha (zie p. 51)	-	-	88,00	-
Opbrengstderving kwaliteit (zie p. 51, 45 ton x € 2,50)	112,50		112,50	
<b>Totale kosten bij optimale capaciteit</b>	<b>3.296,34</b>	<b>3.863,02</b>	<b>4.203,51</b>	<b>4.112,99</b>

Teruggerekend naar de optimale capaciteit van de oogstsystemen, blijkt de pluktrein de laagste kosten te hebben. De arbeidskosten als gevolg van de hoogste plukprestatie zijn bij de pluktrein het laagst. De snarenband heeft naast hogere jaarlijkse kosten als gevolg van de investering in het oogststelsel, ook redelijk hoge arbeidskosten en nog een bijkomende opbrengstderving, waardoor de totale kosten het hoogst zijn.

### 3.4.2 Praktijkvoorbeeld

Voor de vier oogstsystemen is een financiële vergelijking gemaakt voor een gemiddeld fruitbedrijf met 12 ha appelteelt met een productie van 45.000 kg per ha, waarbij de pluk binnen 7 weken gerealiseerd moet zijn (Tabel 3.4.6).

**Tabel 3.4.6 Uitgangspunten bedrijfssituatie praktijkvoorbeeld.**

<i>Bedrijfsomvang appelteelt</i>	<i>12 ha</i>
Productie per ha	45.000 kg
Totale oogst	540.000 kg
Lengte plukperiode	7 weken
Aantal effectieve plukuren per dag	8
Aantal werkbare dagen	35

Een gemiddelde productie van 45.000 kg per ha is redelijk hoog, echter bij dit uitgangspunt ligt het benodigde aantal oogstsystemen voor alle vier oogstsystemen net onder het benodigde afgeronde aantal, waarmee de vergelijking zo eerlijk mogelijk gemaakt kan worden (Tabel 3.4.7).

**Tabel 3.4.7 Benodigde hoeveelheid oogstsystemen voor de bedrijfssituatie van 12 ha met 45.000 kg productie per ha, te oogsten binnen 35 dagen.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
Aantal benodigde oogstsystemen voor de bedrijfssituatie	1,7	3,9	0,8	1,8
Aantal benodigde oogstsystemen (afgerond)	2	4	1	2
Bezettingsgraad	83%	97%	82%	92%

#### *Jaarlijkse kosten*

Het is niet mogelijk om de jaarlijkse kosten per ha van 1 ha naar 12 ha op te schalen omdat sommige machines nodig zijn en ingezet kunnen worden op zowel 1 ha als 12 ha, bijvoorbeeld een platte wagen. Voor de bedrijfssituatie zijn de jaarlijkse kosten uitgewerkt in Tabel 3.4.8., deze zijn afgeleid uit Tabel 3.4.3.

Voor de bedrijfssituatie geldt:

- 2 pluktrein oogstsystemen (4 in totaal) + 2 tweede hands trekkers
- 4 plukkarren + 8 plukemmers en 1 platte wagen
- 1 snarenband + 1 platte wagen
- 2 pluk-o-traks + 1 platte wagen

**Tabel 3.4.8 Jaarlijkse kosten per oogststelsysteem met toebehoren voor de bedrijfssituatie van 12 ha met 45.000 kg productie per ha (in €).**

	<i>rente</i>	<i>afschrijving</i>	<i>onderhoud</i>
<b>Pluktrein + 2<sup>e</sup> hands trekker</b>			
- per oogststelsysteem	152,34	609,34	121,86
- bedrijfssituatie: 2 pluktrein oogstsystemen (4 in totaal) + 2 tweede hands trekkers	304,68	1.218,68	243,72
- per 1.000 kg	0,56	2,26	0,45
- per 320 kg (voorraadkist)	0,18	0,72	0,15
<b>Plukkar + plukemmer + platte wagen</b>			
- per oogststelsysteem	159,79	330,61	141,83
- bedrijfssituatie: 4 plukkarren + 8 plukemmers en 1 platte wagen	218,41	565,09	230,73
- per 1.000 kg	0,40	1,05	0,43
- per 320 kg (voorraadkist)	0,13	0,33	0,14
<b>Snarenband + platte wagen</b>			
- per oogststelsysteem	1.872,75	3.222,45	3.082,20
- bedrijfssituatie: 1 snarenband + 1 platte wagen	1.872,75	3.222,45	3.082,20
- per 1.000 kg	3,47	5,97	5,71
- per 320 kg (voorraadkist)	1,11	1,91	1,83
<b>Pluk-o-trak + platte wagen</b>			
- per oogststelsysteem	922,75	2.482,45	648,20
- bedrijfssituatie: 1 pluk-o-trak + 1 platte wagen	1.705,25	4.712,85	1.184,20
- per 1.000 kg	3,16	8,73	2,19
- per 320 kg (voorraadkist)	1,01	2,79	0,70

#### *Arbeidskosten*

De benodigde vaste en losse arbeid per oogststelsysteem is vastgesteld aan de hand van resultaten van de gemeten plukprestaties (Tabel 3.4.9). Hierbij is aangenomen dat het plukken wordt uitgevoerd door losse arbeidskrachten en dat vaste arbeidskrachten (onder andere de ondernemer) overige en bijkomende werkzaamheden uitvoeren, zoals de aan- en afvoer van volle en lege voorraadkisten. Vaste arbeid kost € 22,23 per uur, losse arbeid kost € 19,88 per uur (Bron: LEI, 2005).

**Tabel 3.4.9 Percentage vaste en losse arbeid per oogststelsysteem. (bron metingen)**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
Losse arbeid	91,6	91,2	87,4	95,0
Vaste arbeid	8,4	8,8	12,6	5,0

De arbeidskosten zijn weergegeven in Tabel 3.4.10. Daarbij geldt dat de plukprestatie zoals weergegeven in Tabel 3.2.10 is verlaagd met 20%.

**Tabel 3.4.10 Benodigde losse en vaste arbeidsuren met bijhorende kosten in €, voor het plukken van 1.000 kg en 320 kg (voorraadkist) in de bedrijfssituatie van 12 ha met 45.000 kg productie per ha.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
<b>Plukken van 1.000 kg</b>				
Totaal benodigde uren <sup>1</sup>	3,45	4,02	3,84	3,83
Waarvan vaste arbeid	0,29	0,35	0,48	0,19
Waarvan losse arbeid	3,16	3,67	3,36	3,64
Totale vaste arbeidskosten in €	6,45	7,87	10,76	4,26
Totale losse arbeidskosten in €	62,91	72,90	66,77	72,33
Totale arbeidskosten in €	<b>69,37</b>	<b>80,76</b>	<b>77,53</b>	<b>76,58</b>
<b>Plukken van 320 kg (voorraadkist)</b>				
Totaal benodigde uren <sup>1</sup>	1,11	1,29	1,23	1,23
Waarvan vaste arbeid	0,09	0,11	0,15	0,06
Waarvan losse arbeid	1,01	1,17	1,07	1,16
Totale vaste arbeidskosten in €	2,06	2,52	3,44	1,36
Totale losse arbeidskosten in €	20,13	23,33	21,37	23,14
Totale arbeidskosten in €	<b>22,20</b>	<b>25,84</b>	<b>24,81</b>	<b>24,51</b>

<sup>1</sup> gebaseerd op uitkomsten van Tabel 3.2.10, verlaagt met 20%.

#### Brandstofkosten

De brandstofkosten zijn afgeleid uit paragraaf 3.4.1

- Pluktrein: € 37,93 per ha en € 455,16 bij de bedrijfssituatie. Per ton € 0,84; per voorraadkist € 0,27.
- Plukkar + plukemmer: € 24,28 per ha en € 291,21 bij de bedrijfssituatie. Per ton € 0,54; per voorraadkist € 0,17.
- Snarenband: € 60,66 per ha en € 728,00 bij de bedrijfssituatie. Per ton € 1,45; per voorraadkist € 0,47.
- Pluk-o-trak: € 43,69 per ha en € 524,27 bij de bedrijfssituatie. Per ton € 0,97; per voorraadkist € 0,31.

#### Totaaloverzicht

Per oogststelsel staat een overzicht van de kosten bij de bedrijfssituatie uitgerekend per 1.000 kg en per voorraadkist in Tabel 3.4.11. De jaarlijkse kosten zijn afgeleid van Tabel 3.4.10, de arbeidskosten van Tabel 3.4.5.

**Tabel 3.4.11 Totale kosten per oogststelsel bij de bedrijfssituatie van 12 ha met een productie van 45.000 kg per ha, per ton en per voorraadkist (320 kg).**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
<b>Per 1.000 kg</b>				
Jaarlijkse kosten				
- rente	0,56	0,40	3,47	3,16
- afschrijving	2,26	1,05	5,97	8,73
- onderhoud	0,45	0,43	5,71	2,19
Arbeidskosten	69,37	80,76	77,53	76,58
Brandstofkosten	0,84	0,54	1,45	0,97
Opbrengstderving 2 <sup>e</sup> klasse			2,20	
Opbrengstderving kwaliteit	2,50		2,50	
<b>Totaal</b>	<b>75,98</b>	<b>83,18</b>	<b>98,82</b>	<b>91,63</b>
<b>Per 320 kg (voorraadkist)</b>				
Jaarlijkse kosten				
- rente	0,18	0,13	1,11	1,01
- afschrijving	0,72	0,33	1,91	2,79
- onderhoud	0,15	0,14	1,83	0,70
Arbeidskosten	22,20	25,84	24,81	24,51
Brandstofkosten	0,27	0,17	0,47	0,31
Opbrengstderving 2 <sup>e</sup> klasse			0,70	
Opbrengstderving kwaliteit	0,80		0,80	
<b>Totaal</b>	<b>24,32</b>	<b>26,62</b>	<b>31,63</b>	<b>29,32</b>

De pluktrein blijkt de laagste kosten te hebben. De arbeidskosten als gevolg van de plukprestatie zijn bij de pluktrein het laagst. Bij de pluk-o-trak is geen opbrengstderving aan de orde. De investering met bijhorende jaarlijkse kosten bij de plukkar met plukemmer zijn laag, maar vanwege de lagere plukprestatie en daardoor hogere arbeidskosten, komt dit oogststelsel er qua kosten niet gunstig uit. De snarenband heeft naast hoge jaarlijkse kosten als gevolg van de investering in het oogststelsel, ook redelijk hoge arbeidskosten en nog een bijkomende opbrengstderving, waardoor de totale kosten het hoogst zijn.

Om het saldo te kunnen vergelijken moeten de opbrengsten berekend worden. Hiervoor is een opbrengstprijzen van € 0,28 per kg (Jonagold, gemiddelde prijs 1998-2003, Bron: Peppelman en Groot, 2004) gehanteerd (Tabel 3.4.12).

**Tabel 3.4.12 Saldovergelijking voor de bedrijfssituatie door middel van een partiële kostprijsberekening met een opbrengstprijzen van € 0,35 per kg.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
Totale kosten	41.131,80	44.917,20	53.362,80	49.480,20
Opbrengsten	151.200,00	151.200,00	151.200,00	151.200,00
<b>Saldo</b>	<b>110.068,20</b>	<b>106.282,80</b>	<b>97.837,20</b>	<b>101.719,80</b>

Doordat de pluktrein de laagste kosten heeft is het saldo het hoogst. Het saldo bij de snarenband is € 12.231,00 lager dan bij de pluktrein en het laagst ten opzichte van de overige oogstsystemen.

## 4 Discussie

### Arbeidsomstandigheden

Bij het beoordelen van werkhoudingen door middel van Multi Moment Opnamen (MMO) bestaat het risico dat de interval tussen de waarnemingen gelijk is aan een werkcyclus (waardoor steeds het zelfde moment in de cyclus wordt beoordeeld) en dat een deel van het werk vaker of minder vaak wordt beoordeeld dan een ander deel. Dit zou er bijvoorbeeld toe kunnen leiden dat tijdens de beoordeling van het ene oogststelsysteem vooral in de toppen van bomen is geplukt en tijdens de beoordeling van een ander oogststelsysteem juist in de onderste takken. De cyclustijd van 5 seconden tijdens de metingen was echter kort genoeg om het eerste risico uit te sluiten. Bovendien varieert de plukcyclustijd van de plukhandeling, bijvoorbeeld als gevolg van het aantal appels aan een tak. Ook het tweede risico kan worden uitgesloten omdat gedurende de meetperiode van 10 minuten meerdere bomen werden geplukt. Bovendien zijn per oogststelsysteem aan acht personen waarnemingen verricht, die begonnen te plukken op willekeurige momenten.

Tijdens plukken met de snarenband, de pluk-o-trak en de plukkar met plukemmer kan in principe de wegleghoogte worden afgestemd op de lichaamsmaten van de plukkers. Bij het plukken met de pluk-o-trak en met plukemmers gebeurt dit ook. Een plukker stelt de plukemmer op de door hem of haar gewenste hoogte in. Bij de pluk-o-trak kan de plukker de opvoerbanden eenvoudig in horizontale en verticale richting bewegen. Bij de snarenband staan echter meerdere mensen aan dezelfde band te plukken. Indien ze ieder een vaste sectie krijgen toegewezen die ze moeten plukken (waarbij ze andere plukkers kunnen gaan helpen als ze met hun eigen sectie klaar zijn) is het in principe mogelijk om de hoogte van de band enigszins af te stemmen op de persoon doordat de ondersteuningspanelen in hoogte verstelbaar zijn. Voorwaarde is dat de plukkers die aan weerszijden van de band staan even lang zijn. De ondersteuningspanelen in het onderzoek zijn niet aangepast per persoon en naar verwachting zal in de praktijk de hoogte ook niet gevarieerd worden. Daarom is in het onderzoek de band opgesteld op de door de leverancier geadviseerde hoogte, en is de beoordeling daarop gebaseerd.

Bij gebruik van de pluktrein is varieert de wegleghoogte met het vullen van de voorraadkist.

Afhankelijk van het oogststelsysteem kunnen de linker- en rechterarm of -hand verschillend worden gebruikt. Zo wordt bij de pluktrein en de snarenband vaak met één hand geplukt en worden de appels verzameld in de andere hand en arm, totdat deze 'vol' zijn en de appels in de voorraadkist of op de band worden gelegd. Bij gebruik van een plukemmer wordt veel meer tweehandig geplukt, en worden de appels direct in de plukemmer gelegd. Hierdoor is de belasting van de linker- en de rechterarm en -hand in sommige gevallen verschillend. Bij de analyse van de werkhoudingen is hier rekening mee gehouden door onderscheid te maken tussen de meest en de minst belaste bovenarm, onderarm of hand. Er is niet gekozen voor onderscheid tussen links en rechts, omdat onzeker was of alle rechtshandigen in alle oogstsystemen de rechter arm zwaarder (dan wel lichter) belasten en linkshandigen omgekeerd. Bij de keuze om onderscheid te maken tussen de meest en de minst zwaar belaste kant is impliciet aangenomen dat plukkers binnen een oogststelsysteem consequent op dezelfde manier blijven plukken zoals tijdens de waarnemingen. Indien er wordt afgewisseld met een interval langer dan 10 minuten is dat in de waarnemingen niet opgemerkt, en geeft de analyse van beide armen of handen gezamenlijk een realistischer beeld. Zoals uit paragraaf 3.1.1 blijkt heeft dit geen invloed op de resultaten.

Met betrekking tot het tillen is gebruik gemaakt van de NIOSH methodiek en normering. Deze norm is gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek en hanteert als uitgangspunt dat het tilgewicht maximaal – dat wil zeggen onder ideale omstandigheden – 23 kg mag zijn. Afhankelijk van de tilsituatie wordt het maximaal aanvaardbare tilgewicht naar beneden bijgesteld. De Lifting Index (LI) is het werkelijke gewicht gedeeld door het aanvaardbare gewicht. Hoewel de NIOSH normen geen wettelijke status hebben hanteert de arbeidsinspectie deze wel.

Een  $LI < 1$  vormt geen probleem. Bij een  $LI$  tussen 1 en 2 verwacht de Arbeidsinspectie van de werkgever dat hij binnen afzienbare tijd maatregelen treft. Bij een  $LI$  hoger dan 2 verlangt de Arbeidsinspectie onmiddellijke actie (FNV bondgenoten 2002).

### Plukprestatie

Indien gedurende het verzetten van de snarenband geen ander oogststelsysteem beschikbaar is, moeten de plukkers wachten totdat de snarenband weer in de volgende rij opgesteld staat. De plukkers staan gedurende die tijd stil, wat van invloed is op de plukprestatie (Tabel 4.1.1). De pluksnelheid voor het plukken van de vruchten blijft gelijk aan Tabel 3.2.6, maar er komt extra tijd bij doordat plukkers niet door kunnen plukken tijdens het verzetten.

**Tabel 4.1.1 Gemeten pluksnelheid aan de snarenband, exclusief toeslagen.**

	<i>Werktijd in minuten en centiminuten</i>	<i>Standaarddeviatie</i>
Gemiddelde tijd voor plukken van 100 vruchten, per persoon	2,60	0,09
Het inrollen van de band vanaf moment dat de laatste plukker appels op de band legde	10,20	
Het verzetten naar de volgende rij	3,30	
Het uitrollen en straktrekken van de snaren en de tijd totdat de eerste plukker weer aan het werk was	8,90	
Plukkers die gedurende het verzetten niet konden plukken	21,75	

De tijd voor het plukken van de vruchten, het in- en uitrollen en verzetten van de band blijft gelijk aan Tabel 3.2.7. Doordat er geen tweede oogststelsysteem is, en plukkers gedurende het verzetten niet door kunnen plukken wordt die tijd wel als werktijd beschouwd, maar wordt niet zodanig benut (Tabel 4.1.2).

**Tabel 4.1.2 Berekenende totale werktijd per rij, inclusief toeslagen, bij plukken met snarenband.**

<i>Handeling</i>	<i>Frequentie per rij</i>	<i>% toeslag</i>	<i>Benodigde tijd in minuten en centiminuten</i>
Totale pluktijd voor plukken vruchten	182	22	579,10
Het inrollen van de snarenband <sup>1</sup>	1	20	36,72
Het verzetten naar de volgende rij <sup>1</sup>	1	20	11,90
Het uitrollen en straktrekken van de snaren <sup>1</sup>	1	20	32,04
Plukkers die gedurende het verzetten niet konden plukken <sup>2</sup>	6	22	159,04
Totaal			818,80

<sup>1</sup> De waargenomen tijden voor het verzetten van de snarenband zijn herhalingen, waarvan het gemiddelde is berekend. Dit getal is met 3 vermenigvuldigd omdat er 3 personen bij hielpen.

<sup>2</sup> 6 plukkers konden tijdens het verzetten van de snarenband niet plukken

De totale plukprestatie per plukker was bij de snarenband indien de plukkers tijdens het verzetten niet doorplukten, 4,5 kg/minuut/persoon, ofwel 269,7 kg/uur/persoon. Er wordt 55,6 kg/uur/persoon minder geplukt zodra de plukkers tijdens het verzetten niet door kunnen plukken. Deze plukprestatie per uur was betrouwbaar lager in vergelijking tot de snarenband waarbij tijdens het verzetten geplukt wordt aan een ander oogststelsysteem ( $p = 0,001$ ), de pluk-o-trak ( $p = 0,000$ ) en de pluktrein ( $p = 0,000$ ). Ten opzichte van de plukkar met plukemmer was dit verschil niet betrouwbaar ( $p = 0,076$ ).

Aan de pluk-o-trak waren 4 plukkers aan het werk. Daarvan stonden twee plukkers op de plateaus aan weerszijden van het oogststelsysteem, twee andere plukkers liepen voor de pluk-o-trak uit en plukten vanaf de grond. De bomen in dit perceel waren niet hoog genoeg om de pluk-o-trak optimaal te kunnen laten functioneren. Daardoor hadden de plukkers die op de plateaus aan het werk waren niet de hele tijd voldoende appels om door te kunnen werken. De uitkomsten indien de plukkers die op de plateaus staan niet voldoende appels kunnen plukken, doordat de bomen niet extra hoog zijn, worden weergegeven in Tabel 4.1.3 en Tabel 4.1.4.

**Tabel 4.1.3 Gemeten pluksnelheid aan de pluk-o-trak waarbij bovenste plukkers niet optimaal kunnen functioneren vanwege boomhoogte, exclusief toeslagen.**

	<i>Werktijd in minuten en centiminuten</i>	<i>Standaarddeviatie</i>
Gemiddelde tijd voor plukken van 100 vruchten, per persoon	4,06	0,07
Vorraadkistwissel <sup>1</sup>	3,22	0,47
Rijwissel	1,93	0,035
Laden lege voorraadkisten kar	5,70	
Uitrijden volle voorraadkisten	22,04	1,46

<sup>1</sup> wordt uitgevoerd door 2 plukkers samen

De pluksnelheid per plukker was 5,62 kg/ minuut/persoon ofwel 337,20 kg/ uur/persoon.

**Tabel 4.1.4 Berekende totale werktijd per rij, inclusief toeslagen, bij plukken met pluk-o-trak waarbij bovenste plukkers niet optimaal kunnen functioneren vanwege boomhoogte.**

<i>Handeling</i>	<i>Frequentie per rij</i>	<i>% toeslag</i>	<i>Benodigde tijd in minuten en centiminuten</i>
Totale pluktijd voor plukken vruchten	183	22	906,70
Vorraadkistwissel <sup>1</sup>	11,9	22	46,75
Rijwissel	1	22	2,35
Laden lege voorraadkisten kar <sup>2</sup>	1	20	6,84
Uitrijden volle voorraadkisten <sup>2</sup>	1	20	26,44
Totaal			989,00

<sup>1</sup> met het verwisselen van de kist zijn alleen de 2 plukkers die vanaf de grond plukken bezig

<sup>2</sup> wordt uitgevoerd door de fruitteler of een andere vaste medewerker, geen plukker

De totale plukprestatie was bij de pluk-o-trak 4,21 kg/ minuut/persoon, ofwel 252,8 kg/ uur/persoon.

De hoogte van de gemeten plukprestaties zijn erg hoog in vergelijking tot de KWIN-normen, zoals vermeld in de inleiding. De reden hiervoor is dat gemeten is onder optimale weersomstandigheden, bij een volle oogst (70 ton/ha) Jonagored (grootvruchtig ras dat daardoor snel plukt) en het betrof de eerste pluk.

#### Kwaliteitsbeoordeling

De elektronische appel is bij aanvang van de metingen bij de pluktrein in de voorraadkist gelegd en afgedekt met andere appels. Het in de voorraadkist leggen van de vruchten is op deze wijze niet gemeten. Ook is het effect van een mogelijk rollende appel die tegen de elektronische appel tot stilstand komt niet gemeten.

Bij de andere oogstsystemen is het in de voorraadkist terecht komen van de elektronische appel wel meegenomen. Zo is bij de plukkar met plukemmer gemeten vanaf het moment dat de elektronische appel in de plukemmer is. Bij de snarenband heeft de elektronische appel de weg afgelegd over de snarenband en via de kistenvuller tot in de voorraadkist. Bij de pluk-o-trak is de elektronische appel getransporteerd over de transportbandjes en via automatische kistenvuller tot in de kist. De beschreven resultaten met de pluktrein zouden hierdoor een te gunstig beeld kunnen geven.

De Techmark wordt toegepast op sorteermachines om deze zo af te leveren dat vruchten na bewaring met zo min mogelijk schade gesorteerd kunnen worden. In dit onderzoek zijn de meetresultaten vergeleken met grenswaarden bepaald voor bewaarde Amerikaanse appels. Dit bood een objectief kader om de gemeten waarden te beoordelen. Bij de afweging welke grenswaarden (gevoelige, gemiddelde of weinig gevoelige appel) als meest relevant gezien moet worden lijkt het feit dat het hier om appels direct na de pluk gaat, die doorgaans kwetsbaarder zijn dan bewaarde vruchten, logisch om het meeste waarde te hechten aan de lijn voor gevoelige vruchten. Een verband tussen de in dit onderzoek gemeten schade en de data afkomstig van de Techmark is hier echter niet gelegd (geen doelstelling in dit onderzoek).



### Kostenvergelijking

Met de pluk-o-trak kunnen gemakkelijk hoge bomen worden geplukt. In de praktijk worden de bomen dan ook bewust hoger gekweekt, daar waar met de pluk-o-trak geplukt wordt. Uit onderzoek van Maas en van der Steeg (2001) blijkt dat bomen met een hoogte van 3,5 meter gemiddeld per jaar 45% meer produceren dan bomen met een (standaard-) hoogte van 2,25 m. Vanwege deze verhoogde productie is de capaciteit van de pluk-o-trak ontoereikend om de totale productie binnen de plukperiode te kunnen plukken en dient een extra pluk-o-trak aangeschaft te worden.

Deze situatie is doorgerekend met de volgende aannames:

- De bedrijfssituatie blijft zoals beschreven in paragraaf 3.4.2, aangepast voor hoge bomen. Met een 45% hogere productie (Maas en van der Steeg, 2001) is de productie 65.250 per ha in plaats van 45.000 kg per ha en de totale productie 783.000 kg in plaats van 540.000 kg. Om deze totale productie in 35 dagen te plukken, zijn 2,67 pluk-o-traks nodig, afgerond 3.
- De plantdichtheid van de bomen niet verandert.
- De kwaliteit van de appels gelijk blijft. Bij een opbrengstprijis van € 0,28 per kg (Jonagold, gemiddelde prijs 1998-2003, Bron: Peppelman en Groot, 2004) brengt deze extra productie ( $20.250 * € 0,28 = € 5.670$  per ha op.
- Jaarlijkse kosten gelden voor de veranderde bedrijfssituatie: 3x pluk-o-trak + 1 platte wagen.
- De brandstofkosten voor de pluk-o-trak moet voor de gewijzigde bedrijfssituatie vermenigvuldigd worden met 1,45, daarmee zijn de kosten € 546,-. Doordat er 45% meer productie uit het perceel gereden moet worden zijn de kosten hiervoor eveneens 45% hoger vanwege het hogere aantal volle voorraadkisten, dit komt neer op € 232,23. Totale kosten zijn dan € 778, 23.
- De plukprestatie verandert nauwelijks. Om een plukprestatie te berekenen die vergelijkbaar is met die in Tabel 3.2.9, wordt aangenomen dat er  $1.45 * 50.000 = 72.500$  kg per ha geplukt wordt, wat overeenkomst met 6.055 kg per rij. De totale werktijd per rij is uitgewerkt in Tabel 4.1.5.

**Tabel 4.1.5 Berekende totale werktijd per rij, inclusief toeslagen bij plukken met pluk-o-trak in bomen van 3,5 m hoog met een productie van 72.500 kg per ha.**

<i>Handeling</i>	<i>Frequentie per rij</i>	<i>% toeslag</i>	<i>Benodigde tijd in minuten en centiminuten</i>
Totale tijd voor plukken vruchten	265 <sup>1</sup>	22	989,30
Voorraadkistwissel (350 kg)	17,3	22	67,57
Rijwissel	1	22	2,35
Laden lege voorraadkisten kar (x 1,45)	1	20	9,92
Uitrijden volle voorraadkisten (x 1,45)	1	20	38,34
Totaal			1107,48

<sup>1</sup> aantal maal per rij dat 100 vruchten is geplukt

De totale plukprestatie bij het plukken met de pluk-o-trak in bomen van 3,5 m is dan 5,46 kg/minuut/persoon, ofwel 328 kg/uur/persoon. Deze uitkomst wordt eveneens met 20% verlaagd: 262,4 kg/uur/persoon. Voor het plukken van 1.000 kg is 3,81 uur nodig. Hiervan is 95% losse arbeid en 5% vaste arbeid. De kosten zijn dan € 71,95 + € 4,23 = € 76,18 per 1.000 kg te plukken vruchten.

De totale kostenvergelijking ziet er uit zoals in Tabel 4.1.6. De kosten voor de boomhoogte van 2,25 m zijn afgeleid van Tabel 3.4.11.

**Tabel 4.1.6 Invloed van 1,25 m hogere bomen op saldo bij gebruik van pluk-o-trak bij een bedrijfssituatie van 12 ha.**

Boomhoogte in m	<i>2,25</i>	<i>3,50</i>
<b>Totale productie</b>	540.000	783.000
Jaarlijkse kosten		
- rente	1.706,40	2.487,75
- afschrijving	4.714,20	6.942,45
-onderhoud	1.182,60	1.720,00
Arbeidskosten pluk	41.353,20	59.648,94
Brandstofkosten	523,80	778,23
<i>Totaal</i>	<i>49.480,20</i>	<i>71.577,37</i>
Opbrengst appels	151.200,00	219.240,00
<b>Verschil</b>	<b>101.719,80</b>	<b>147.662,63</b>

Voor de vergelijking van de kosten van het oogststelsel hoeven de kosten voor ondersteuningsmateriaal en extra arbeidskosten voor de teelt niet te worden meegenomen. Bij de beplantingen met hoge bomen moeten deze extra kosten wel gemaakt worden, dit bedraagt eenmalig € 2.000,- per ha. Dit gaat gedurende de gehele levensduur van de aanplant mee en kan daarom over 12 jaar worden afgeschreven. Per jaar zijn de kosten dan € 166,66 per ha. Daarnaast neemt de arbeidsbehoefte voor de teelt met 10% toe (aansluitend vanuit PPO). Arbeidskosten voor de teelt zijn in totaal € 4.297,97 per ha bij een standaardbeplanting (Peppelman en Groot, 2004). Bij een beplanting met hogere bomen met 10% meer arbeid, kost het € 492,79 per ha extra.

Geconcludeerd kan worden dat het totale rendement voor de betreffende bedrijfssituatie met het plukken met een pluk-o-trak hoger is bij een boomhoogte van 3,5 m in vergelijking tot een boomhoogte van 2,25 m.

De pluk-o-trak wordt behalve bij de pluk ook ingezet voor het snoeien van de koppen, het aanbinden van de koppen en het dunnen. De totale draaiuren van de pluk-o-trak zijn ongeveer 70% tijdens de pluk en 30% voor de overige werkzaamheden (Bron: Fruitteler Tijssen heeft hogere bomen). De fabrikant schat dit zelfs op 50%. De jaarlijkse kosten voor rente, afschrijving en onderhoud voor de pluk kunnen daarom verlaagd worden met 30%. Dit heeft tot gevolg dat de totale kosten per ton voor de bedrijfssituatie (Tabel 3.4.11) verlaagd worden van € 91,63 naar € 87,41 en per voorraadkist van € 29,32 naar € 27,97.

Indien geen tweede hands trekker bij de pluktrein wordt ingezet maar een nieuwe (smalspoortrekker, tweewiel aangedreven, 95 Pk, met cabine) met een nieuwwaarde van € 49.980,- (KWIN \* inflatiecorrectie), worden de totale kosten in de bedrijfssituatie (Tabel 3.4.11) per ton verhoogd van € 75,98 naar € 98,82 en per voorraadkist van € 24,32 naar € 31,62. Daarmee zijn de totale kosten hoger dan de totale kosten voor de snarenband, welke de hoogste kosten in de kostenvergelijking heeft.

Als de restwaarde van de snarenband na 10 jaar in plaats van € 19.800,-, € 8.000,- zou zijn, heeft dit tot gevolg dat de totale kosten per ton in de bedrijfssituatie (Tabel 3.4.11) omhoog gaan van € 98,82 naar € 100,46. Per voorraadkist gaan de totale kosten omhoog van € 31,63 naar € 32,15. Het kostenverschil is beperkt.

Als voor de restwaarde van de pluk-o-trak na 10 jaar, een marktprijs gehanteerd wordt van € 10.000,- in plaats van € 4.500,-, gaan de jaarlijkse kosten omlaag. Dit heeft tot gevolg dat de totale kosten in de bedrijfssituatie (Tabel 3.4.11) per ton omlaag gaan van € 91,63 naar € 90,60. Per voorraadkist gaan de totale kosten omlaag van € 29,32 naar € 29,20. Het kostenverschil is beperkt.

Als de plukprestatie niet 20% lager ligt, zoals aangenomen is ten opzichte van de metingen, maar 30% lager als gevolg van minder gunstige weersomstandigheden, een lagere productie of doorplukken, dan zijn de arbeidskosten per oogststelsel zoals weergegeven in Tabel 4.1.7. Dit geeft weer dat de arbeidskosten afhankelijk van de plukprestatie sterk van invloed zijn op de totale kosten.

**Tabel 4.1.7 Arbeidskosten bij verschillende plukprestaties per 1.000 kg en per 320 kg.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
<b>Per 1.000 kg</b>				
Arbeidskosten bij 30% lagere plukprestatie	79,28	92,30	88,60	87,52
Arbeidskosten bij 20% lagere plukprestatie	69,37	80,76	77,53	76,58
<b>Per 320 kg</b>				
Arbeidskosten bij 30% lagere plukprestatie	25,37	29,54	28,35	28,01
Arbeidskosten bij 20% lagere plukprestatie	22,20	25,84	24,81	24,51

Bij regenachtig weer en natte modderige paden in de boomgaard is het lastig om nog goed te kunnen rijden. Tijdens een natte herfst geeft het problemen om met pluktreinen door natte percelen te rijden. (Poldervaart, 2002). Bij slechte weersomstandigheden is het mogelijk dat de plukprestatie bij de snarenband minder achteruit gaat ten opzichte van de gemeten resultaten tijdens optimale omstandigheden, dan de andere oogstsystemen. Reden hiervoor is dat slechts eenmaal door een rij gereden hoeft te worden, terwijl bij de andere oogstsystemen meerdere malen door dezelfde rij gereden moet worden. In Tabel 4.1.8 een overzicht van de arbeidskosten als bij de snarenband een 10% lagere plukprestatie gerealiseerd zou worden, terwijl bij de overige oogstsystemen de plukprestatie 30% lager ligt. De arbeidskosten bij plukken met de snarenband is dan ruim € 11,- per 1.000 kg lager dan bij de pluktrein.

**Tabel 4.1.8 Arbeidskosten in € bij verschillende plukprestaties.**

	<i>pluktrein</i>	<i>plukkar + plukemmer</i>	<i>snarenband</i>	<i>pluk-o-trak</i>
	- 30%	- 30%	<b>-10%</b>	-30%
<b>Per 1.000 kg</b>	79,28	92,30	<b>68,91</b>	87,52
<b>Per 320 kg</b>	25,37	29,54	<b>22,05</b>	28,01

#### Algemeen

Bij de metingen van de arbeidsomstandigheden bij de snarenband hebben de plukkers geen kistjes of andere hulpmiddelen gebruikt om de hoog hangende appels te plukken, waardoor de arbeidsomstandigheden ten aanzien van de houding van de romp, het hoofd en de armen minder gunstig naar voren komen in vergelijking tot de overige oogstsystemen. Volgens de fabrikant van de snarenband is het echter wel mogelijk om een kistje tussen de snarenband en de te plukken bomen mee te nemen. In dat geval is het aannemelijk dat de arbeidsomstandigheden ten aanzien van de houding van de romp, het hoofd en de armen bij het plukken van de hoog hangende appels, vergelijkbaar zijn met die bij de plukkar en pluktrein.

Als marginale verschillen tussen de oogstsystemen kwam naar voren dat tijdens plukken met de pluk-o-trak een deel van de plukkers het werktempo niet zelf kan bepalen en zich dan laat opjagen. Tevens kwam naar voren dat tijdens plukken met de snarenband (bij de door de leverancier aanbevolen werkmethode) de afstand tussen plukkers zo groot was dat communicatie wat moeilijker was. Daar staat tegenover dat het in de boomgaard heel rustig is, doordat er geen motoren draaien en er zijn geen uitlaatgassen. Verder gaven de plukkers aan bij de snarenband de voldoening te missen van het weten dat er weer een kist vol is. Ze kunnen het wel merken doordat de band even stil staat, maar blijkbaar weegt dit niet op tegen de aanblik van een volle voorraadkist. Het gevoel van de plukkers dat 'de voorraadkist nooit vol raakt' bij de snarenband, kan persoonlijk zijn. Plukkers zouden tijdens de koffiepauze hierover navraag kunnen doen bij de persoon die de kistenvuller bedient, of als prestatie van de inzet het aantal geplukte rijen kunnen hanteren.

De aansturing van plukkers is bij de snarenband erg belangrijk. Dit houdt in dat iedere plukker bewust een deel van de rij plukt. Tijdens het onderzoek verliep communicatie met de plukkers moeizaam, vanwege taalproblemen. Hierdoor zou de plukprestatie bij de snarenband negatief beïnvloed kunnen zijn. Dit heeft echter de meetresultaten niet beïnvloed, omdat de wachttijden niet zijn meegerekend.

Tijdens de metingen zijn de 2<sup>e</sup> klasse appels bij de snarenband niet meegenomen. Volgens de fabrikant is dit echter wel mogelijk. Zo is het ook mogelijk om eerst een voorsortering te plukken. Hierbij kunnen bijvoorbeeld de bestgekleurde appels in aparte voorraadkisten terecht komen, na deze voorpluk wordt dezelfde rij nogmaals geplukt, waarbij de minder gekleurde vruchten worden meegenomen. Dit zou bij een verhoogd perceel van pas kunnen komen.

De plukprestatie hangt niet alleen af van het oogststelsel. Vooral de organisatie rondom de pluk heeft veel invloed op de hoeveelheid vruchten die per uur geplukt wordt. Fruittelers die de organisatie goed in handen hebben, houden tijd over om de plukkers te coachen en zo een betere kwaliteit van de geplukte vruchten te realiseren (Looijen 1999). De organisatie rond de oogst vraagt veel aandacht van de ondernemers. Bij de pluk-o-trak hebben de plukkers 12 lege voorraadkisten bij zich die vol geplukt moeten worden, en ze kunnen daarmee een tijd vooruit. Ter vergelijking: een pluktrein bestaat uit 4 of 5 voorraadkisten en moet daardoor vaker vervangen worden door een nieuwe trein met lege kisten. Bij de plukkar moeten de voorraadkisten vooraf in het perceel worden uitgereden en is een nauwkeurige inschatting van plaatsing van de lege voorraadkisten erg belangrijk. De snarenband moet na iedere geplukte rij verzet worden, afhankelijk van de productie en de lengte van de rijen kan de frequentie oplopen. Indien de ondernemer per dag slechts enkele malen hoeft te controleren of er nog voldoende lege voorraadkisten zijn waarmee de plukkers nog vooruit kunnen, ontstaat rust op het bedrijf en overzicht voor de ondernemer. In sommige oogstsystemen (zoals bij pluk-o-trak en plukkar) kan de ondernemer in tijdsblokken in- en uitrijden, en zo zijn eigen tijd efficiënt inzetten. In 1982 is een brochure uitgebracht door NFO bij Fruitteelt, waarin de oogstorganisatie centraal stond. Hieruit komt ook naar voren dat een goede organisatie positief werkt bij het streven naar goede vruchtkwaliteit.

Machinefabrikant van den Munckhof gaf aan dat naar voren is gekomen dat het gewicht van de voorraadkisten die gevuld zijn met een kistenvuller van de pluk-o-trak gemiddeld 4% hoger ligt. Dit heeft natuurlijk invloed op de benodigde koelruimte en het aantal benodigde voorraadkisten en de daarbij behorende kosten. Dit is echter niet meegenomen in de financiële vergelijking tussen de systemen. Of dit ook het geval is bij de kistenvuller van de snarenband is niet bekend.

Resultaten hebben alleen betrekking op het plukken van appels, het zou ook interessant zijn om de oogstsystemen te vergelijken met het plukken van peren. Perenbomen zijn in het algemeen hoger, daardoor zal de pluk-o-trak daarbij naar verwachting goed kunnen functioneren.

## 5 Conclusies

Een samenvattend eindoordeel van dit onderzoek is gegeven in Tabel 5.1.1. De conclusie hieruit is dat vanuit het oogpunt van preventie van gezondheidsklachten van de plukkers, de voorkeur gegeven moet worden aan de pluk-o-trak voor het plukken van appels. De statische werkhouding was bij dit oogststelsel echter een aandachtspunt. De plukprestatie bij gebruik van dit oogststelsel was niet het hoogst in vergelijking tot de overige oogstsystemen. De relatief hoge aanschafprijs van de pluk-o-trak en daarmee de hoge jaarlijkse vaste kosten kunnen een belemmering zijn voor brede toepassing in de praktijk. De pluktrein is het goedkoopste systeem maar scoort qua dynamische werkhouding onvoldoende, met uitzondering op de belasting aan de benen. De dynamische werkhouding bij de snarenband zou verbeteren ten opzichte van de meetresultaten indien plukkers hulpmiddelen hebben om de hoog hangende appels te plukken. Daarnaast was het belangrijk voor de plukprestatie dat de snarenband in combinatie met een ander oogststelsel ingezet wordt, zodat plukkers gedurende het verzetten toch door kunnen plukken. Hoewel het een relatief duur oogststelsel is, kan bij slechte weersomstandigheden de snarenband waarschijnlijk een uitkomst bieden, doordat er slechts eenmaal door een rij gereden hoeft te worden. Af te raden is de plukkar met plukemmer: de belasting was zodanig dat de tilnorm werd overschreden. Er zijn meerdere discussiepunten waarnaar verwezen wordt om de uitkomsten in de juiste context te kunnen plaatsen.

### Dynamische werkhoudingen (= te maken bewegingen)

Er bleek een grote variatie in werkhoudingen tussen de plukkers met de pluk-o-trak, als gevolg van verschillende werkplekken aan de machine. Het hoofd van de plukkers werd bij alle vier oogstsystemen gedurende het grootste deel van de tijd in een gunstige houding gehouden, bij de pluk-o-trak was dit het meest gunstig. Er bestond geen verschil in de houding van de benen tussen de verschillende oogstsystemen. De houding van de bovenarmen verschilde enigszins tussen de oogstsystemen waarbij dit met de pluk-o-trak het gunstigst was, er waren echter geen significante verschillen. De houding van de onderarmen was bij de plukkers die plukten aan de plukkar met een plukemmer wat gunstiger ten opzichte van de andere oogstsystemen. De houding van de handen was bij de pluktrein wat ongunstiger dan bij de andere oogstsystemen.

### Statische werkhoudingen

Tijdens het plukken werd alleen de romp bij drie van de vier oogstsystemen te zwaar belast: bij de plukkar met plukemmer, de snarenband en de pluk-o-trak. De overige lichaamsdelen werden niet te zwaar statisch belast. Plukkers die aan de pluk-o-trak vanaf de grond plukken staan meer langdurig gebogen dan bij de andere oogstsystemen, omdat zij alleen het onderste deel van de boom plukken. Wisseling van werkplek is hierbij belangrijk.

### Repeterend werk

De aard van het werk van de plukkers was bij alle vier oogstsystemen vergelijkbaar. Uit de RSI-analyse kwam naar voren dat de werктаak en de werktijden aanleiding kunnen zijn voor RSI gerelateerde gezondheidsklachten. De werктаak omvatte alleen uitvoerend werk van eenvoudige aard en er is weinig persoonlijke uitdaging voor de plukker. Een nuancering ten aanzien van de werktijden en werктаak is op zijn plaats doordat het werk slechts een beperkt aantal weken per jaar wordt uitgevoerd. Bij de pluktrein was de plukcycluslengte met 9,6 cmin/plukhandeling significant wat langer dan bij de snarenband (6,1) en de pluk-o-trak (7,0). Plukcycluslengte omvat de tijd vanaf het beetpakken van de vrucht aan de boom tot en met het wegleggen/loslaten van de vrucht. Bij gebruik van de plukemmer was er een tendens naar een kortere plukcycluslengte (5,0) vanwege de korte afstand tot de plukemmer.

### Tillen & dragen

Tijdens het plukken met de pluktrein werden alleen til- of draagnormen overschreden (minder dan 1% van de

werktijd LI<sup>6</sup> 1,5 tot 2) tijdens het legen van kisten met 2<sup>e</sup> klasse appels in een voorraadkist. Bij de pluk-o-trak leidde dit tot iets meer tillen. Hier werden de kisten met 2<sup>e</sup> klasse appels gelegeerd in een bak op 1,70 m hoogte (LI bij halfvolle kisten 1,2 tot 1,7). Daarnaast werd de gezondheidsnorm licht overschreden (minder dan 1% van de tijd LI 1,1) bij het dragen van de leidstang bij rijwisseling. De leidstang geleidt de pluk-o-trak door het pad en weegt 20 kg. Bij de snarenband was de LI iets te hoog (1,1 tot 1,4) bij het tillen van de ondersteuningspanelen tijdens het verplaatsen van de snarenband naar de volgende rij (2% van de werktijd bij twee van de acht plukkers). De tilbelasting in de drie genoemde oogstsystemen was zeer beperkt qua tijdsduur en zal daarom zelden tot gezondheidsklachten leiden. Tijdens het plukken in een plukkar met plukemmer werd de tilnorm voortdurend serieus overschreden door het dragen van de plukemmer (2,5 tot 14 kg, LI 0,15 tot 2,8) en het regelmatig legen van de volle plukemmer (LI 1,7 tot 1,8).

### Duwen & trekken

Tijdens het plukken met de pluktrein en de snarenband hoefden de plukkers niet te duwen of te trekken. Bij de snarenband moest de medewerker die de voorraadkisten verwisselt wel de volle kisten over de rollenband duwen en lege voorraadkisten in de voorraadkistenvuller trekken. Indien dit rustig werd gedaan hoeft dit geen klachten te veroorzaken. Het verplaatsen van de steeds voller wordende voorraadkist met de plukkar was belastend, zelfs als beide plukkers samen de plukkar verzetten.

### Subjectieve beoordeling plukkers

De plukkers vonden het werken met de pluktrein en pluk-o-trak het meest prettig. Het oordeel over de plukkar met plukemmer was eenduidig negatief omdat het dragen van de plukemmer als belastend en zwaar werd ervaren.

### Plukprestatie

De gemeten plukprestaties waren gemiddeld erg hoog. De reden hiervoor is dat gemeten is onder optimale weersomstandigheden, bij een volle oogst (70 ton/ha) Jonagored (grootvruchtig ras dat daardoor snel plukt) en het betrof de eerste pluk. De hoogst gemeten plukprestatie was bij de pluktrein (361,8 kg/uur/persoon), dit is betrouwbaar hoger dan de plukkar met plukemmer (310,9 kg/uur/persoon) en de snarenband (325,3 kg/uur/persoon) en de pluk-o-trak (326,4 kg/uur/persoon). Indien bij de snarenband geen ander oogststelsel gebruikt kon worden tijdens het verzetten van het apparaat naar de volgende rij, was de plukprestatie 269,7 kg/uur/persoon en betrouwbaar lager ten opzichte van de pluktrein en de pluk-o-trak. Indien met de pluk-o-trak in een boomgaard geplukt werd waarbij de bomen maximaal 2,5 meter hoog zijn, was de plukprestatie 252,8 kg/uur/persoon doordat de plukkers die op de plateaus stonden, niet optimaal konden werken omdat er niet voldoende appels te plukken waren. Deze uitkomst was betrouwbaar lager dan de snarenband, de plukkar met plukemmer en de pluktrein. Bij regenachtig weer en natte modderige paden in de boomgaard is het lastig om nog goed te kunnen rijden. Bij slechte weersomstandigheden is het mogelijk dat de plukprestatie bij de snarenband minder achteruit gaat ten opzichte van de gemeten resultaten tijdens optimale omstandigheden, dan bij de andere oogstsystemen. Reden hiervoor is dat slechts eenmaal door een rij gereden hoeft te worden, terwijl bij de andere oogstsystemen meerdere malen door dezelfde rij gereden moet worden.

### Kwaliteit

Bij de snarenband en de pluktrein werd een lichte extra butsschade waargenomen, bij circa 5 % van de vruchten. Bij de oogstsystemen plukkar en pluk-o-trak lag dit op ca. 2%. Bij de snarenband werden meer vruchten met een verhoogde kans op schade gemeten dan bij de andere oogstsystemen. De waargenomen butsschade bij de monsters geplukt met de pluktrein, was gelijk aan de snarenband. De metingen met de elektronische appel (Techmark INC 400) gaven een beeld van weinig schokken waarbij de kans op het ontstaan van schade zou bestaan. Echter, de metingen met de elektronische appel gaven bij de pluktrein alleen informatie over het transport in de boomgaard en het transport naar het erf. Mogelijk veroorzaakten rollende appels bij het wegleggen in de kist stevige schokken, maar konden die niet gemeten worden, omdat de elektronische appel afgeschermd was met andere appels.

---

<sup>6</sup> LI = Lifting Index, met als grenswaarde 1 voor veilig tillen

De metingen met de elektronische appel gaven aan dat voor gevoelige vruchten het aantal momenten waarop vruchten een schok kregen met een kans op schade, wat groter was bij de snarenband dan bij de andere systemen. Hier lijkt het beeld wel aan te sluiten op de waarneming aan de appels.

Er werden geen betrouwbare verschillen tussen de vier oogstsystemen vastgesteld wat betreft de waargenomen open beschadigingen door stelen van naburige vruchten en streepachtige afdrukken op de schil.

#### Financiële vergelijking

Teruggerekend naar de optimale capaciteit per oogststelsel, blijkt de pluktrein de laagste kosten te hebben (€ 3.296 per ha). Bij de pluktrein waren de jaarlijkse kosten en arbeidskosten als gevolg van de plukprestatie, in vergelijking tot de andere oogstsystemen het laagst. Plukken met de plukkar met plukemmer is wat duurder: € 3.863 per ha. De pluk-o-trak en de snarenband hadden hogere jaarlijkse kosten vanwege de investering in de machines. Plukken met de pluk-o-trak kost € 4.113 per ha en met de snarenband € 4.204 per ha. De snarenband had naast hoge jaarlijkse kosten als gevolg van de investering in de machine, ook redelijk hoge arbeidskosten en nog een bijkomende opbrengstderiving, waardoor de totale kosten het hoogst waren in vergelijking tot de overige oogstsystemen.

Bij een gemiddeld fruitbedrijf van 12 ha appelteelt met een productie van 45 ton per ha, waarbij de pluk binnen 7 weken gerealiseerd moest zijn bleek de pluktrein het hoogste saldo te realiseren (€ 110.068,-) en de snarenband het laagste (€ 97.837,-). De pluk-o-trak (€ 101.720,-) en de plukkar met plukemmer (€ 106.283,-) zaten daar qua saldo tussenin.

Het is voor een teler belangrijk dat hij met een oogststelsel werkt dat bij zijn bedrijfsvoering en zijn manier van werken past. De teler moet vertrouwen in het oogststelsel hebben. Het is van belang dat zowel teler als personeel prettig met het stelsel kan werken. Dit kan voorkomen dat de plukkers niet terug komen.

**Tabel 5.1.1. Eindoordeel van de onderzochte oogstsystemen op 16 factoren.**

	Dynamische werkhouding						Statische werkhouding			Plukcycluslengte <sup>1</sup>	Tillen/dragen	Duwen / Trekken	Oordeel plukkers	Werkomgeving <sup>3</sup>	Plukprestatie in kg/uur	Kwaliteit	Kosten in € per ha <sup>2</sup>
	romp	hoofd	benen	bovenarmen	onderarmen	handen	romp	overig	RSI analyse								
Pluktrein	--	--	++	--	-/0	--	++	+	--	1	++	++	1	0	361,8 (b)	-	3.353
Plukkar + plukemer	-	-/0	++	-	++	++	--	++	-	4	--	-/0	3	++	310,9 (a)	0	3.840
Snarenband	-	--	++	--	-/0	-/0	-	+	-	3	-/0	+	2	+	325,3 (a)	-	4.316
Plukotrak	--	++	++	-	++	-/0	--	++	-	2	-/0	+	1	-	326,7 (a)	0	4.016

<sup>1</sup> Een korte plukcycluslengte is goed voor de plukprestatie, maar ongunstig voor de arbeidsomstandigheden.

<sup>2</sup> Bij optimale capaciteit

<sup>3</sup> T.a.v. geluid, uitlaatgassen en trillingen

*De volgende symbolen zijn gebruikt: -- = slecht, - = onvoldoende, 0 = neutraal, + = voldoende, ++ = goed. Daarnaast geldt dat 1 = het best en 4 = het slechtst, bij een onderlinge vergelijking. Het eindoordeel is gebaseerd op de interpretatie van de meetresultaten.*



# Referenties

- Bakker J. J. et al., 1999. 19<sup>e</sup> rassenlijst voor Fruitgewassen deel grootfruit ISSN 0169-6750.
- Costa G., F. Berti en A. Betta, 1989. Physiological cost of apple-farming activities. *Applied Ergonomics* (20), nr. 4, pp. 281-286.
- Doorn P. K. en M. P. Rhebergen, 1999. Voortgezette Statistiek voor Historici. Instituut voor Geschiedenis, Universiteit Leiden. <http://www.let.leidenuniv.nl/history/res/vstat/html/intro.html>
- Excursiegids Grootfruit, 2002. Praktijkonderzoek Plant & omgeving p.p. 32-33.
- FNV bondgenoten, 2002. Bereken Maximaal Tilgewicht Online. <http://www.arbobondgenoten.nl/arbothem/lichblst/lift.htm>
- Fulmer S, L. Punnett, T. Slingerland en G. Earle-Richardson, 2002. Ergonomic exposures in apple harvesting: preliminary observations. In: *American journal of industrial medicine supplement*, nr. 2, pp. 3-9.
- Groot M. J., C. G. M. Geven, E. A. M. van Remortel, 1998. Plukprestaties bij verschillende oogstmethoden voor appel, FPO-rapportnummer 99.03.
- Hartvingsen J., L.S. Bakketeig, C. Leboeuf-Yde, M. Engberg en T. Lauritzen, 2001. The association between physical workload and low back pain clouded by the "Healthy worker" effect. *Spine* (26), nr. 16, pp 1788-1793.
- Kepers L. 2003. Kwaliteit belangrijker dan plukprestatie. *Groenten en Fruit* (2003) 38: 54-55
- LEI: interne memo: arbeidskosten.
- Looijen B., 1999. Het passende oogststelsel zoeken voor een betere plukprestatie. *Fruitteelt* 89(1999)28:12-13.
- Lookeren Campagne van P., 1978. Normbladen voor de fruitteelt.
- Maas F en P. vd Steeg, 2001. Hoge bomen Jonagold: toename productie met behoud van kwaliteit. *Fruitteelt* (91)25:10-11-12 + *Fruitteelt* (91)28:5.
- Magora A., 1972. Investigation of the relation between low back pain and occupation; III physical requirements: sitting, standing and weight lifting. In: *Industrial Medicine* (41), nr. 12, pp. 5-9.
- Magora A., 1973. Investigation of the relation between low back pain and occupation; IV physical requirements: bending, rotation, reaching and sudden maximal effort. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, nr. 5, pp. 186-190.
- Meer van der R., 2004. Arbeid blijft grootste kostenpost van fruitteeltbedrijf. *Fruitteelt* 94 (2004)29:12.
- Meyers J.M., J.A. Miles, J. Faucett, I. Janowitz, E. Weber, R. Smith en L. Garcia, 2001. Priority risk factors for back injury in agricultural field work: vineyard ergonomics. *Journal of Agromedicine* (8), nr. 1, 2001.
- NFO, oogstorganisatie, inlage bij *Fruitteelt* 72(1982)31.

Peereboom en Huysmans, 2002. Handboek fysieke belasting, een complete methode voor het inventariseren en oplossen van knelpunten. SDU-Uitgevers, Den Haag.

Peppelman G. en M. J. Groot, 2004. Kwantitatieve Informatie voor de Fruitteelt 2003-2004. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, sector Fruit. Rapportnummer 611.

Poldervaart G., 2002. Sneller, makkelijker en prettiger plukken. Fruitteelt 92(2002)40:8-9.

Roelofs P. F. M. M., A. A. J. Looije, A. T. M. Hendrix en H. H. E. Oude Vrielink, 2003. Eindrapportage onderzoek Arboconvenant agrarische sectoren; onderzoek naar 'Stand der techniek' met betrekking tot de fysieke belasting in de agrarische sector. In: M. M. M. Creemers, A. A. C. J. de Rooij, H. H. E. Oude Vrielink, P. F. M. M. Roelofs, J. Klein Hesselink en J. van Schie: Nulmeting en onderzoek stand der techniek fysieke en psychische belasting arboconvenant agrarische sectoren; eindrapportage. Ministerie van SZW, Den Haag.

Sakakibara H., M. Miyao, T. Kondo en S. Yamada, 1987. Relation between overhead work and complaints of pear and apple orchard workers. Ergonomics (30) nr. 5, pp. 805-815.

Sakakibara H., M. Miyao, T. Kondo en S. Yamada, 1995. Overhead work and shoulder-neck pain in orchard farmers harvesting pears and apples. Ergonomics (38) nr. 4, pp. 700-706.

Strik H., 1995. Plukprestaties verschillende plukmethoden verschillen nauwelijks. Fruitteelt 85(1995)27:18-19.

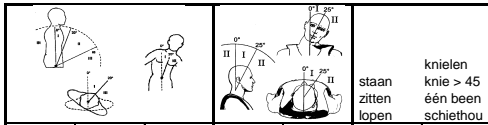
Voskamp P., P. A. M. van Scheijndel en K. J. Peereboom, 2005. Handboek ergonomie 2005. Kluwer, Alphen aan den Rijn.

# Bijlage 1 Invulformulieren voor registratie werkhoudingen

Voor de registratie van werkhoudingen zijn invulformulieren gemaakt zoals afgebeeld in onderstaande Figuur.

## Meetformulier werkhoudingen

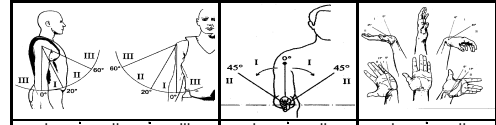
datum: ..... oogststelsel: .....  
 observator: ..... proefpersoon: .....  
 taakduur: < 4 uur >= 4 uur taak/functie: .....



		I	II	III	I	II	I	II
1	0:05							
2	0:10							
3	0:15							
4	0:20							
5	0:25							
6	0:30							
7	0:35							
8	0:40							
9	0:45							
10	0:50							
11	0:55							
12	1:00							
13	1:05							
14	1:10							
15	1:15							
16	1:20							
17	1:25							
18	1:30							
19	1:35							
20	1:40							
21	1:45							
22	1:50							
23	1:55							
24	2:00							
25	2:05							
26	2:10							
27	2:15							
28	2:20							
29	2:25							
30	2:30							
31	2:35							
32	2:40							
33	2:45							
34	2:50							
35	2:55							
36	3:00							
37	3:05							
38	3:10							
39	3:15							
40	3:20							
41	3:25							
42	3:30							

## Meetformulier werkhoudingen

datum: ..... oogststelsel: .....  
 observator: ..... proefpersoon: .....  
 taakduur: < 4 uur >= 4 uur taak/functie: .....



		I	II	III	I	II	I	II
1	0:05							
2	0:10							
3	0:15							
4	0:20							
5	0:25							
6	0:30							
7	0:35							
8	0:40							
9	0:45							
10	0:50							
11	0:55							
12	1:00							
13	1:05							
14	1:10							
15	1:15							
16	1:20							
17	1:25							
18	1:30							
19	1:35							
20	1:40							
21	1:45							
22	1:50							
23	1:55							
24	2:00							
25	2:05							
26	2:10							
27	2:15							
28	2:20							
29	2:25							
30	2:30							
31	2:35							
32	2:40							
33	2:45							
34	2:50							
35	2:55							
36	3:00							
37	3:05							
38	3:10							
39	3:15							
40	3:20							
41	3:25							
42	3:30							

Figuur: Registratieformulier voor registratie van houdingen van romp, hoofd en benen (links) respectievelijk overarmen, onderarmen en handen (rechts)

## Bijlage 2 Normaliteit waarnemingen houdingsanalyse







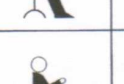
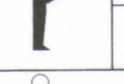

In onderstaande Tabel zijn de kengetallen met betrekking tot de normaliteit van de belangrijkste te toetsen variabele (percentage van de scores in belastingsklasse I) weergegeven.

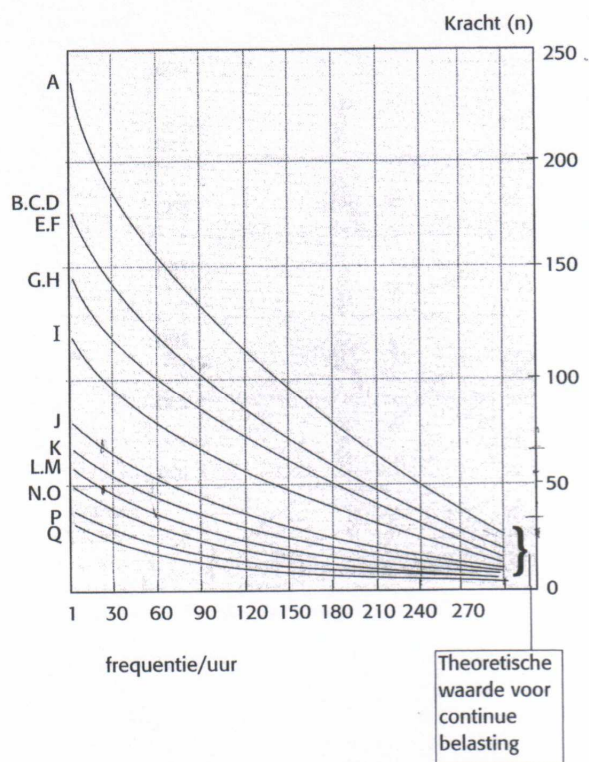
	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>
romp			
pluktrein	-0,85	-0,79	0,31
plukkar	0,28	1,10	0,87
snarenband	0,20	-1,85	0,20
pluk-o-trak	-0,46	-0,32	0,87
hoofd			
pluktrein	0,33	0,96	0,81
plukkar	-0,15	-0,59	0,67
snarenband	1,69	2,99	0,04
pluk-o-trak	-1,46	1,95	0,11
benen			
pluktrein	0,33	0,96	0,81
plukkar	-0,15	-0,59	0,67
snarenband	1,69	2,99	0,04
pluk-o-trak	-1,46	1,95	0,11
bovenarmen			
pluktrein	0,19	-1,54	0,39
plukkar	0,04	-2,93	0,09
snarenband	0,19	0,68	0,91
pluk-o-trak	-0,68	-0,61	0,50
bovenarm zwaar belast			
pluktrein	0,37	-0,36	0,95
plukkar	0,46	-2,12	0,22
snarenband	-0,13	0,52	0,56
pluk-o-trak	-0,27	-1,57	0,52
bovenarm licht belast			
pluktrein	0,37	-0,36	0,95
plukkar	0,46	-2,12	0,22
snarenband	-0,13	0,52	0,58
pluk-o-trak	-0,27	-1,57	0,52
onderarmen			
pluktrein	-0,95	0,29	0,42
plukkar	0,83	0,68	0,62
snarenband	-1,33	2,36	0,23
pluk-o-trak	0,24	-2,48	0,06
onderarm zwaar belast			
pluktrein	-2,00	4,11	0,02
plukkar	-0,25	0,27	0,93
snarenband	-0,63	-1,18	0,32
pluk-o-trak	-0,64	-0,53	0,63

	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>
onderarm licht belast			
pluktrein	-1,82	3,67	0,09
plukkar	1,69	3,77	0,09
snarenband	-0,16	-1,15	0,78
pluk-o-trak	-0,94	-1,43	0,04
handen			
pluktrein	0,21	0,27	0,80
plukkar	-0,05	-0,32	0,93
snarenband	-0,91	0,26	0,47
pluk-o-trak	-0,99	-0,45	0,19
hand zwaar belast			
pluktrein	0,82	0,40	0,44
plukkar	0,14	-0,85	0,85
snarenband	-0,88	-0,30	0,21
pluk-o-trak	-1,14	0,34	0,27
hand licht belast			
pluktrein	-0,99	0,74	0,67
plukkar	-0,15	-0,32	0,99
snarenband	-0,61	0,36	0,61
pluk-o-trak	-0,06	-1,58	0,55

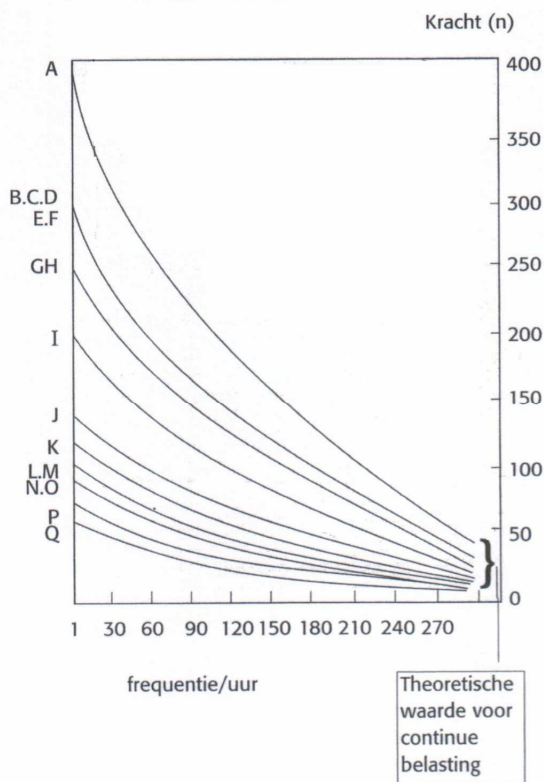
## Bijlage 3 Codering van de lichaamshouding

Bron: Peereboom en Huysmans (2002)

beweging	houding	uitbeelding	lijn•
duwen met één arm	zitten met rugleuning		B
	staan		J
trekken met één arm	zitten met voetsteun		G
	staan		L
naar beneden brengen met één arm	zitten		N
	staan		K
tillen met één arm	zitten		Q
	staan		M
binnenwaartse duwbeweging buitenwaartse duwbeweging knijpen met één hand	staan of zitten		O
			P
			C
draaien met twee handen aan een wiel (bijv. stuur)	zitten		I
			D
	staan		H
			E
met de voet op een pedaal duwen	zitten met rugleuning		A
	staan		F



**Grenswaarden: oranje**



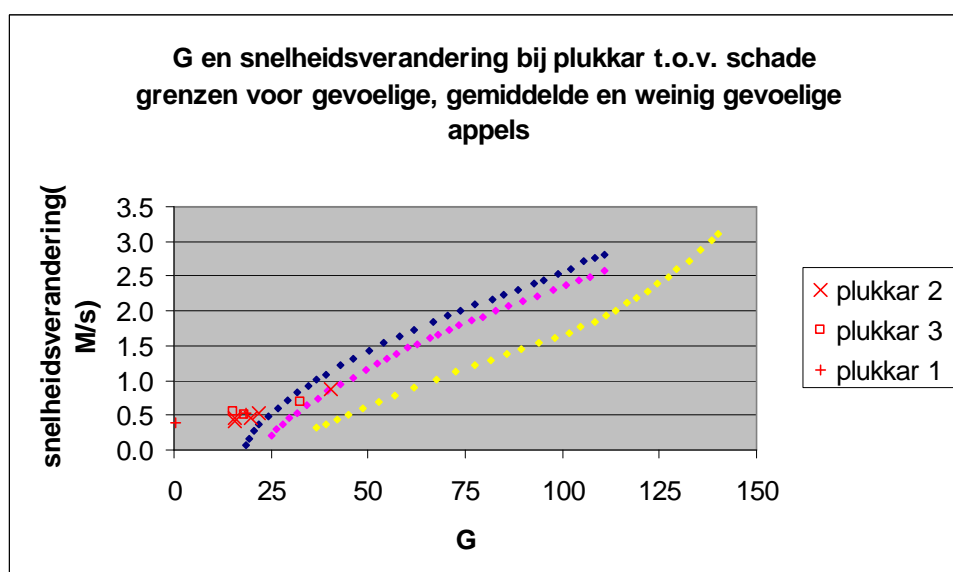
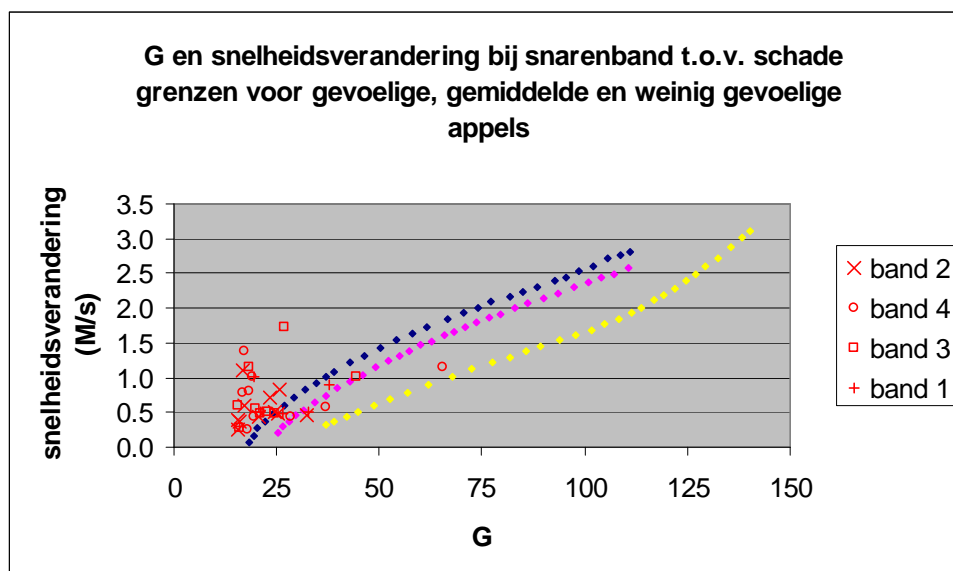
**Grenswaarden: rood**

## Bijlage 4 Meetresultaten Techmark INC 400

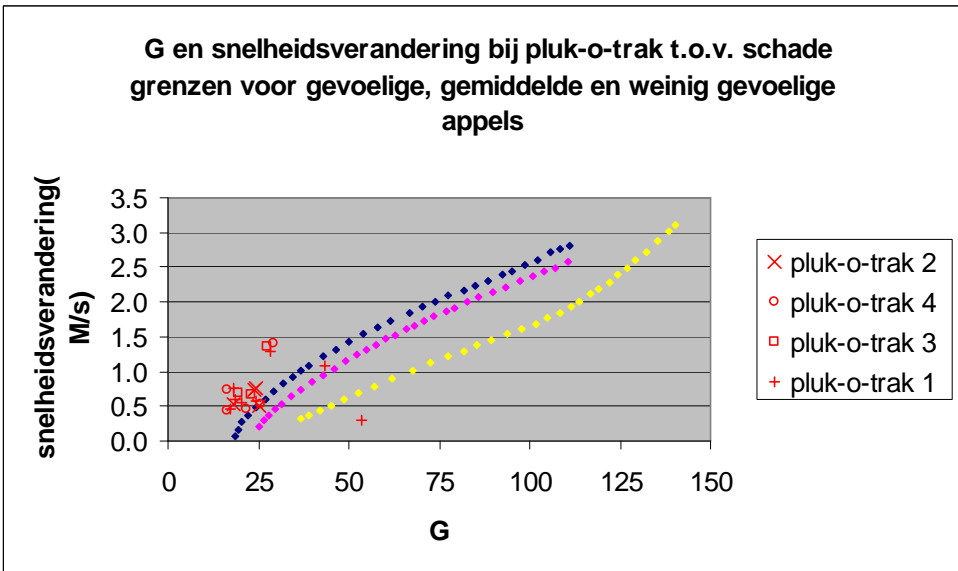
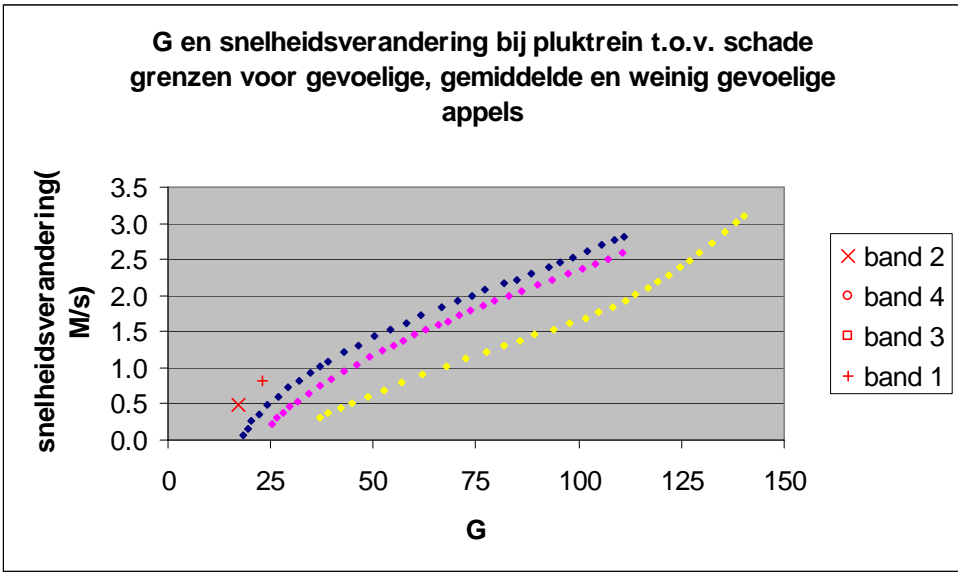
In onderstaande vier figuren zijn per pluksysteem de resultaten van drie of vier meetsessies weergegeven. In de grafiek is de kracht van de schok (in G) uitgezet tegen de bijbehorende snelheidsverandering.

De meetpunten (rood) zijn geplaatst in een grafiek waarin voor gevoelige, gemiddeld gevoelige en weinig gevoelige appels grenzen zijn aangegeven voor het optreden van schade. Links van een lijn is er weinig kans op schade rechts van de lijn is er kans op schade.

In alle vier grafieken geeft de blauw gestippelde lijn de grens voor gevoelige appels weer, de lila lijn die voor gemiddeld gevoelige appels en de gele lijn die voor weinig gevoelige appels.







Bron: Techmarc Inc. and G. M. Hyde van Washington State University