

ONDERZOEK VAN HET PLUKBANDENSISTEEM VOOR DE OOGST
VAN APPELS EN PEREN IN VOLVELDSBEPLANTINGEN

door

Ing. P. van Lookeren Campagne
Ing. Joh. van de Werken

Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen
Wageningen

Voorwoord

Dit onderzoek is tot stand gekomen door samenwerking van verschillende afdelingen van het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen met het Sprenger Instituut (B.J. Veltman en Ing. J. van de Krieken) en het Proefstation voor de Fruitteelt te Wilhelminadorp (Ing. J. Goedegebure, LEI-gestationeerde. en M.L. Joesse). Samenwerking met de praktijk is ook van wezenlijk belang geweest voor de uitslag van het onderzoek. Met name wil ik hierbij mijn dank uitspreken aan de firma J.M. van de Munckhof en de fruittelers Th. Vogelaar, G.J.M. de Moor en de Gebr. Wolters. Het resultaat van dit onderzoek is van waarde voor de praktische fruitteler die thans overweegt om nieuw in te planten en een bedrijf heeft dat in aanmerking komt voor de moderne beddensystemen of volveldsbeplanting.

Op de proeftuin van het IMAG de "Grebbedijk" worden zowel de portaal-trekker als de plukbandenmachine gebruikt en deze zijn voor demonstratieve doeleinden in een 7-rijen beplanting in het werk te bezichtigen. Toekomstig onderzoek, vooral op het gebied van de ziektebestrijding, moet nog aanvullende oplossingen geven om het systeem verder te vervolmaken.

De medewerkers aan dit onderzoek dank ik van harte voor de samenstelling van dit goed gedocumenteerd verslag en de aangedragen technische oplossingen voor het mechaniseren van de beddenteelt voor appels en peren.

Ir. A. Hagting,
Directeur,
Instituut voor Mechanisatie,
Arbeid en Gebouwen

Inhoud

Voorwoord	1	
1	Inleiding	5
2	Onderzoek in 1979	8
2.1	Experimenteel bandenstelsel	8
2.2	Proeven	8
2.3	Conclusies	11
3	Onderzoek in 1980	12
3.1	Het werktuigbouwkundig onderzoek	12
3.1.1	Het zelfrijdend maken	12
3.1.2	Het keren aan het eind van de rij	12
3.2	Het beschadigingsonderzoek	14
3.3	Het arbeidskundig onderzoek	15
3.4	Conclusies	16
4	Onderzoek in 1981	18
4.1	Werktuigbouwkundig onderzoek	18
4.1.1	Oplegplateau	19
4.1.2	Plukband	20
4.1.3	Hoofdtransportband	21
4.2	Beschadigingsonderzoek	21
4.2.1	James Grieve	21
4.2.2	Cox's Orange Pippin	22
4.2.3	Rode Schone van Boskoop	23
4.2.4	Golden Delicious	23
4.3	Arbeidskundig onderzoek	24
4.3.1	Plukprestatie	25
4.3.2	Resultaten multi-moment-opnamen	26
4.4	Ergonomisch onderzoek	27
5	Onderzoek in 1982	29
5.1	Werktuigbouwkundig onderzoek	29
5.2	Oogstproeven	29
6	Onderzoek in 1983	32
6.1	Definitieve uitvoering van de machine	32
6.2	Proeven	36
6.2.1	Beschadigingsonderzoek	36
6.2.2	Plukprestatie	39

7	De economische gevolgen van een aangepaste mechanisatie voor een intensieve beplanting met 3000 bomen	41

7.1	Uitgangspunten	41
7.2	Resultaten	43
7.2.1	Kostenberekeningen	43
7.2.2	Economische kengetallen	44
8	Eindconclusies	47

8.1	Teeltekundig	47
8.2	Arbeidskundig	47
8.3	Werktuigbouwkundig	49
8.4	Kwaliteit	49
8.5	Economie	49
	Laatste ontwikkelingen	52

	Summary	55

1 Inleiding

In de periode dat het IMAG onderzoek deed naar het automatisch oogsten van appels voor de enkelrijenteelt, werden op het Proefstation voor de Fruitteelt te Wilhelminadorp de mogelijkheden onderzocht van intensieve beplantingen. Dit onderzoek, verricht door Dr.Ir. S.J. Wertheim e.a. had tot doel een hogere opbrengst per oppervlakte-eenheid te verkrijgen bij gelijkblijvende kwaliteit.

Een extreme vorm van een dergelijke beplanting is het zgn. volvelds-systeem. Bij dit systeem zijn geen paden aanwezig, noch in de lengte- noch in de dwarsrichting. Een nadeel van dit plantsysteem is echter dat geen gebruik kan worden gemaakt van bestaande machines zoals de standaard trekker, de nevelspuit, de Pluc-o-trac, enz. Het IMAG kreeg daarom het verzoek een mechanisatiesysteem te ontwikkelen waarmee het mogelijk zou zijn in dichte aanplanten de benodigde bewerkingen zoals maaien, spuiten, onkruid bestrijden, oogsten en transporteren van fruit uit te voeren.

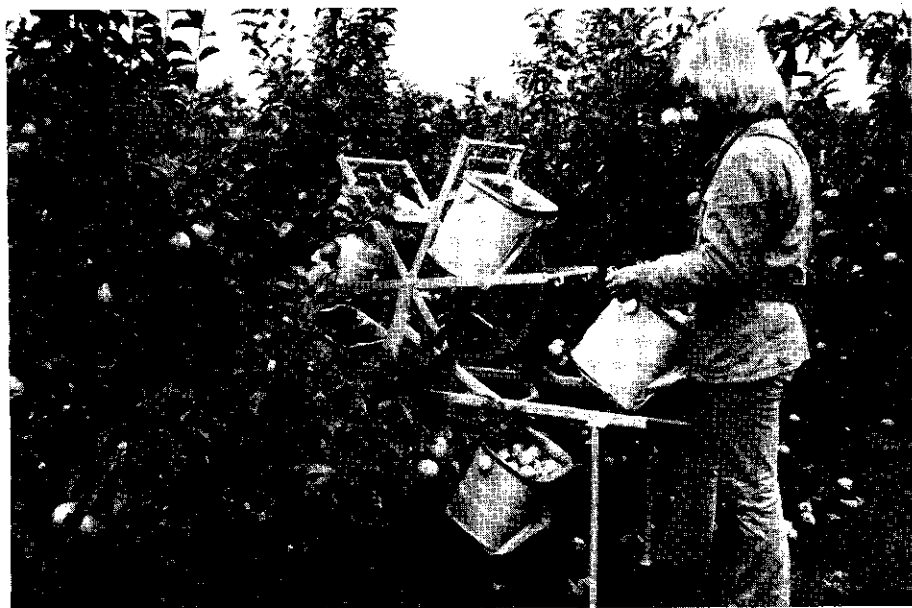
Aan de oplossing van dit mechanisatieprobleem was reeds veel aandacht besteed. Wij denken hierbij o.a. aan het oogststelsel Wiedenhoff, waarbij tussen de rijen bomen een band op de grond werd uitgelegd waarop het geplukte fruit werd gelegd. Nadat een rij geplukt was, werd het fruit verzameld door de band met behulp van een trekdoorn uit de aanplant te trekken. Een ander idee is geweest om bij het plukken gebruik te maken van een zgn. plukker-carrouselwagen (W.F. Frederiks). Dit is een wagen met daarop een verticaal draaiende carrousel gemonteerd, aan de omtrek waarvan een aantal plukkers kunnen worden opgehangen. De carrousel zelf is niet veel breder dan de plukker. Er wordt hierbij direct in de plukker geplukt. Wanneer alle plukkers vol zijn en in de carrousel zijn gehangen, wordt de wagen uit de aanplant gereden en worden de plukkers in een palletkist geleid (afb. 1).

Vanaf 1979 is door het fruitteeltmechanisatie-team van het IMAG getracht een totaal mechanisatiesysteem te ontwikkelen speciaal voor de intensieve beplantingen. Het team kwam al snel tot de conclusie dat een mechanisatiesysteem voor een volkomen gesloten volveldssysteem niet tot de mogelijkheden behoorde, omdat de werktuigen en transportmiddelen toch op enigerlei wijze in de buurt van de bomen moeten kunnen komen. Om reëel te kunnen mechaniseren bleken langspaden onontkoombaar. Gestreefd moest worden naar zo weinig mogelijk paden, d.w.z. naar zo breed mogelijke bedden.

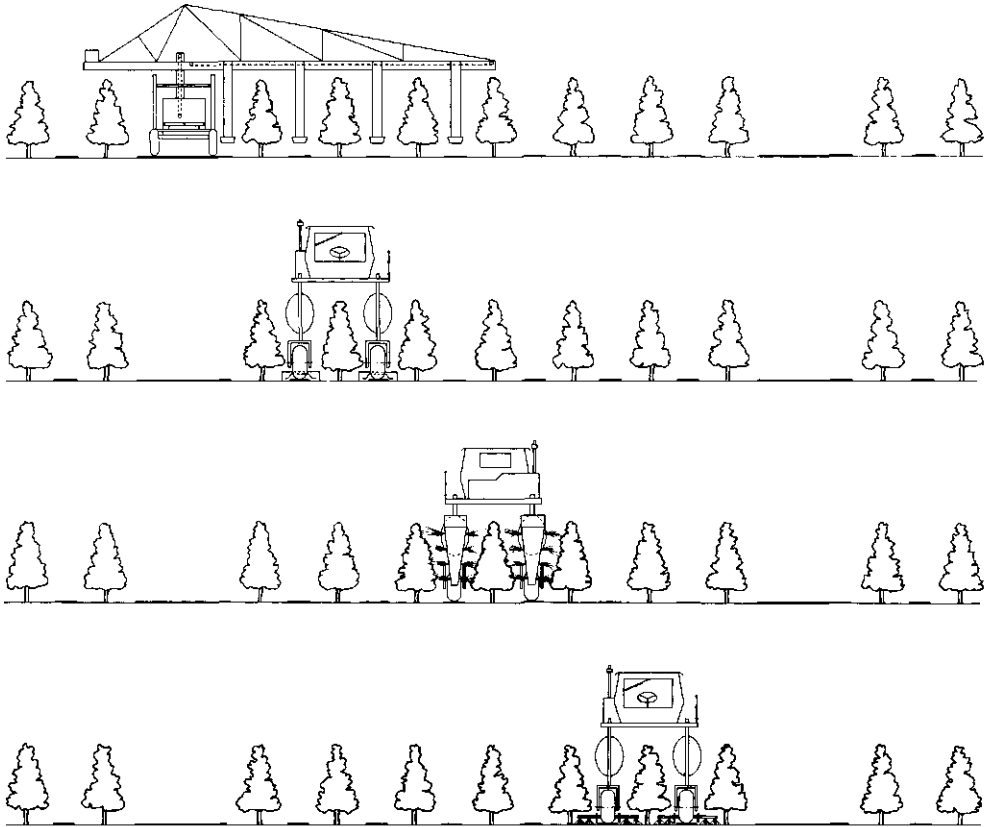
Overwogen zijn de volgende twee alternatieve totaal-mechanisatiesystemen:

- a) een werktuigendrager waaraan naar behoefte maai-, snoei-, spuit- en oogstapparatuur kan worden gehangen;
- b) een portaaltrekker voor de bewerkingen maaien, spuiten, onkruid bestrijden en eventueel snoeien, en een apart te ontwikkelen plukhulp voor de oogst van het fruit, die dan met een normale trekker uit de aanplant kan worden gereden.

Er is niet gekozen voor systeem a omdat bepaalde bewerkingen, bijv. spuiten en plukken, gelijktijdig moeten kunnen worden uitgevoerd. Gekozen is dus voor systeem b (afb. 2). Het ontwikkelingsonderzoek naar de plukhulp daarbij heeft geleid tot een machine werkend volgens het zgn. plukbandensysteem. Dit onderzoek is het onderwerp van deze publikatie.



Afb. 1 Volle en lege plukemmers aan een carrouselwagen.



Afb. 2 Schematisch overzicht van de werktuigen voor de diverse bewerkingen in het 7-rijen plantsysteem.

2 Onderzoek in 1979

In 1979 is met de ontwikkeling van het plukbandensysteem gestart. Onder dit systeem wordt verstaan een stelsel van transportbanden bestaande uit een hoofdtransportband en een aantal opvoerbanden, de plukbanden. Bij het ontwerp is uitgegaan van het concept dat het fruit, dat met de hand wordt geplukt, op de opvoerbanden wordt gelegd, naar boven wordt getransporteerd, wordt verzameld op de hoofdtransportband, er daarna in dwarsrichting wordt afgevoerd naar een palletkistenvuller.

2.1 Experimenteel bandenstelsel

Om na te gaan of het systeem functioneerde werd besloten een experimenteel bandensysteem te bouwen. Dit kwam tot stand in samenwerking met de fa. Van de Munckhof in Horst.

Dit experimentele bandenstelsel werd aangedreven door een elektromotor met mechanische toerenvariators en werd door middel van staalkabels door de aanplant getrokken. Een meerrijdende kistenvuller werd gebruikt voor het verzamelen van de appels (afb. 3).

Met dit bandenstelsel is getracht op de volgende vragen een antwoord te geven:

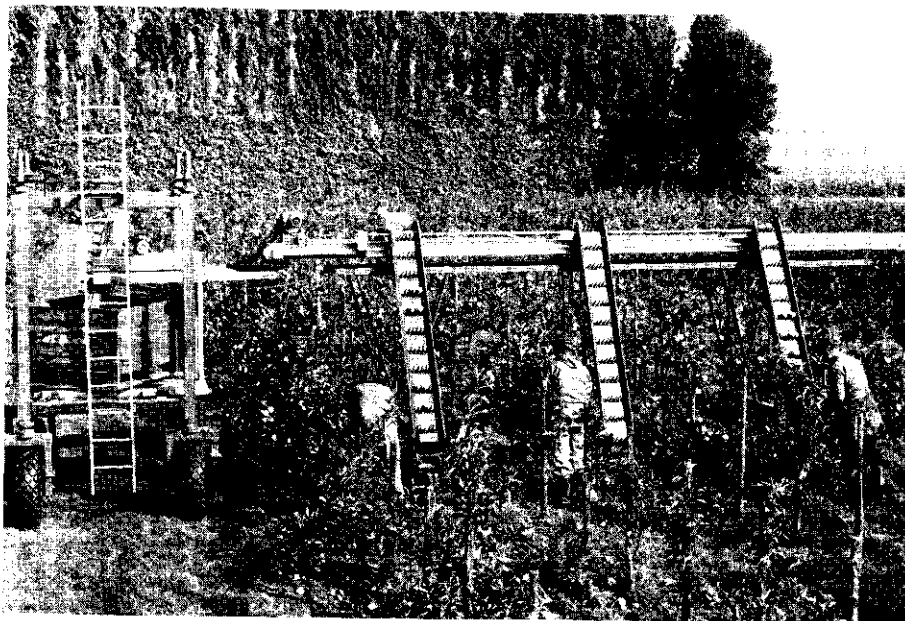
- a) is een goed transport van appels over de banden mogelijk ?;
- b) wat is de plukprestatie ten opzichte van die bij de pluk met plukkers ?;
- c) hoe is de reactie van de plukkers ?;
- d) wat is de beste werkmethode: de plukkers volgend de machine, het zgn. vooruit-plukken, of de machine volgt de plukkers, waarbij de vruchten achterwaarts worden weggelegd.

2.2 Proeven

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in een perceel geplant volgens het beddensysteem, met bedden van zes rijen breed. De rassen waren James Grieve, Cox's Orange Pipin, Goudreinetten en Golden Delicious.

Ook de vergelijkende proeven met de pluk met plukkers zijn in dit perceel uitgevoerd. Daarbij stonden de plukkers op een kist op zgn. "lage tomatenwagentjes". Deze wagentjes hebben vier autopedwielen en zijn erg gemakkelijk te verrijden. De plukkers hoefden hierbij dus niet de zware emmer om de nek te hebben. Wel bevindt zich bij deze methode de plukker midden in de rij en zijn daarom de weglegafstanden groter dan als de emmer wordt megedragen. De loopafstanden waren ook lang omdat de palletkisten 72 m uit elkaar stonden.

Met het bandensysteem werd zowel vooruit als achteruit geplukt, waarbij de plukbandjes afwisselend met één of met twee personen waren bemand.



Afb. 3 Het eerste prototype van de plukhulp.

Werd met één persoon per bandje geplukt dan moesten twee "halve" bomen aan weerszijden van het bandje worden geplukt en moesten de plukkers soms wat over hun helft van de boom heen plukken om afstemmingsverliezen op te vangen. Werd met twee personen in een rij geplukt dan hoefde slechts een halve rij te worden geplukt. Alle plukproeven zijn steeds met dezelfde personen gedaan om persoonsverschillen uit te sluiten. Van de verschillende proeven die zijn genomen, kunnen de volgende resultaten worden vermeld:

a Het transport van appels over de banden

De appels bleven in het algemeen goed op de plukbandjes liggen, hoewel degene die tegen de randen aan lagen wel eens de neiging hadden om zich wat naar buiten te werken en dan van de band te rollen. De hellingshoek van de plukbandjes was vrijwel niet van invloed op het al of niet blijven liggen van de vruchten.

De hoofdtransportband was voorzien van richels om te voorkomen dat de appels bij een wat schuine stand van de band zouden rollen. Deze richels waren hinderlijk bij de overgang van de appels van plukband naar hoofdtransportband en gaven daar aanleiding tot beschadiging. Van een neiging tot rollen in de lengterichting van de hoofdtransportband is tijdens de proeven niets gebleken.

De overgang van de hoofdtransportband naar het toevoerbandje naar de kistenvuller bestond uit twee afzonderlijke bandjes met een valhoogte van ca. 12 cm. De val die de vruchten maakten was oorzaak van veel schade en zou in een later stadium vervallen. De toerenvariatoeren van zowel de banden als de kistenvuller zorgden ervoor dat de stroom appels goed kon worden verwerkt. Bij een proef waarbij vier plukkers aan de machine werkten, met een gemiddelde plukprestatie van 360 kg per uur, verwerkte het systeem de 1440 kg probleemloos.

Tijdens het plukken van de Golden Delicious is geëxperimenteerd met de plaats van de oplegplateaus van de plukbanden. Eén band was voorzien van twee oplegplaatsen, waarbij de ene ca. 1 meter boven de andere was aangebracht. De hoge oplegplaats moest daarbij de appels doorlaten die op de lage waren neergelegd; dit gaf geen problemen omdat slechts één plukker aan deze band werkte. De plukkers plukten echter net zo gemakkelijk rechtstreeks op de plukband.

b Plukprestatie

Van de behaalde plukprestaties is in tabel 1 een overzicht samengesteld waarin de resultaten staan vermeld van de gehele proef. Hierbij zijn de gegevens van de James Grieve buiten beschouwing gelaten, omdat dit ras alleen in de inwerkperiode is gebruikt en de handplukmethode daarbij, waarbij in standaardkisten is geplukt, niet voor de vergelijking was te gebruiken.

Tabel 1 Plukprestaties (kg per plukker per uur) bij het plukbandensysteem, en bij de pluk met de plukemmer, incl. rusttoeslag en kisten wisselen (1979).

Ras	Methode		Verschil in %
	plukbandensysteem	plukemmer	
Cox's Orange Pippin	316	285	11
GoudreINETTE	313	217	44
Golden Delicious	315	223	41
Gemiddeld	315	242	30

Het percentage van de tijd dat bij de plukemmer aan het eigenlijke plukken werd besteed, bedroeg 63,75 en dat aan lopen en de emmer legen 36,25. Dat de handplukprestatie bij GoudreINETTE zoveel lager is dan bij Cox komt door de langere loopafstanden en door de grotere weglegafstanden van de appels in de plukemmer.

Het verschil in plukprestatie tussen plukemmer en plukbandensysteem wordt voornamelijk veroorzaakt doordat bij de laatste methode niet meer

hoeft te worden gelopen en geleegd; de weglegafstand van beide methoden verschilt niet veel. Bij beide methoden is tijd nodig voor kisten wisselen, rust, storingsen en bijkomende handelingen. Deze tijden zijn niet vastgesteld omdat er hier nog niet van een normale bedrijfssituatie sprake was. Uit eerder onderzoek is echter gebleken dat hiervoor 15% mag worden gerekend. De in tabel 1 vermelde plukprestaties zijn met dit percentage gecorrigeerd. Met de invloed van een eventuele, niet meepukkende, chauffeur is hier nog geen rekening gehouden.

c Reactie plukkers

De plukkers vonden de werkhouding direct erg plezierig en die mening is gedurende de verdere proeven zo gebleven. Men plukte vrijwel in rechtop staande houding zonder iets te hoeven dragen, trekken of duwen of te hoeven opletten. Men kon zich zo volledig concentreren op het plukken en moest alleen zorgdragen dat de eigen boomhelft of boomhelften werden leeggeplukt en dat verschillen tussen zichzelf en zijn buurman werden weggewerkt door over de eigen helft van de boom heen te plukken. Het looptempo was zeer laag, bij de James Grieve 3,4 m per minuut en bij Golden Delicious 1,4 m per minuut.

d Werkmethode

Begonnen is met de machine vooruit te laten rijden, ofwel de plukkers hadden de plukbandjes voor zich uit lopen en legden de appels schuin naar voren of opzij weg.

Daarna is een proef genomen waarbij ze voor de machine uit werkten; dit werd als onaangenaam ervaren, de machine achtervolgde hen min of meer. Bij achterstand kwam men in een zeer ongunstige weglegpositie hetgeen de achterstand nog vergrootte, en bij te weinig appels ging men voor de banden uitdwalen, waardoor veel te grote weglegafstanden ontstonden. Men ging dan ook minder over de helft van de boom heen plukken waardoor verliezen ontstonden. Van deze werkmethode is daarom verder afgezien.

2.3 Conclusies

- Het appeltransport over het bandensysteem bleek goed mogelijk.
- De verhoging van de plukprestatie ten opzichte van de pluk met de plukemmer bedroeg gemiddeld 30%.
- De reactie van de plukkers was positief.
- Aan de plukbanden bleek zowel door één als twee plukkers te kunnen worden gewerkt.
- Vanuit het oogpunt van arbeidsorganisatie leek het systeem goed toepasbaar.
- Verder onderzoek leek alleszins gewenst en verantwoord.

3 Onderzoek in 1980

Het onderzoek in 1980 is gesplitst in een aantal onderdelen, n.l.:

- werktuigbouwkundig onderzoek;
- beschadigingsonderzoek;
- arbeidskundig onderzoek.

3.1 Het werktuigbouwkundig onderzoek (zie afb. 4)

Het werktuigbouwkundig onderzoek omvatte:

- het zelfrijdend en zelfbesturend maken van het plukbandensysteem;
- het ontwerpen van een kistenvul-/wisselsysteem;
- het ontwikkelen van een constructie om de machine aan het einde van de percelen te kunnen keren;
- het ontwikkelen van een nieuwe kistenvuller voor de aanvoer van fruit vanaf twee zijden van de machine in één palletkist;
- het verbeteren van de hoofdtransportband met als doel het verminderen van fruitschade.
- het wijzigen van de plukbandjes.

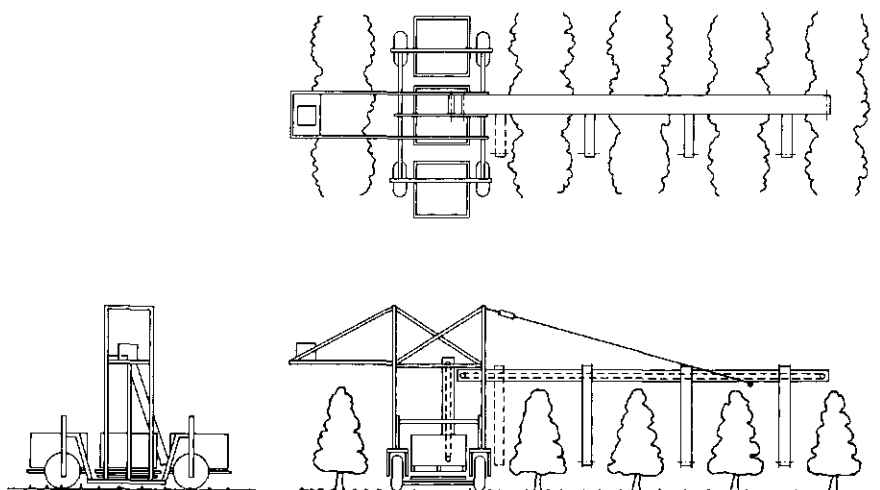
3.1.1 Het zelfrijdend maken

De hoofdtransportband en de vier plukbanden werden gemonteerd op een zelfrijdend onderstel. Voor het kisten wisselen werd dit onderstel aan de voorzijde voorzien van een scharnierende vorkconstructie. De lege palletkisten konden op de vork worden geplaatst en daarna over een rollenbaan worden verder geduwd naar de draaitafel onder de kistenvuller. Aan de achterzijde van het zelfrijdende onderstel werd een zelfde vorkconstructie en rollenbaan aangebracht om de gevulde kist af te zetten. Het heffen en laten zakken van de vorken gebeurde door middel van een lier.

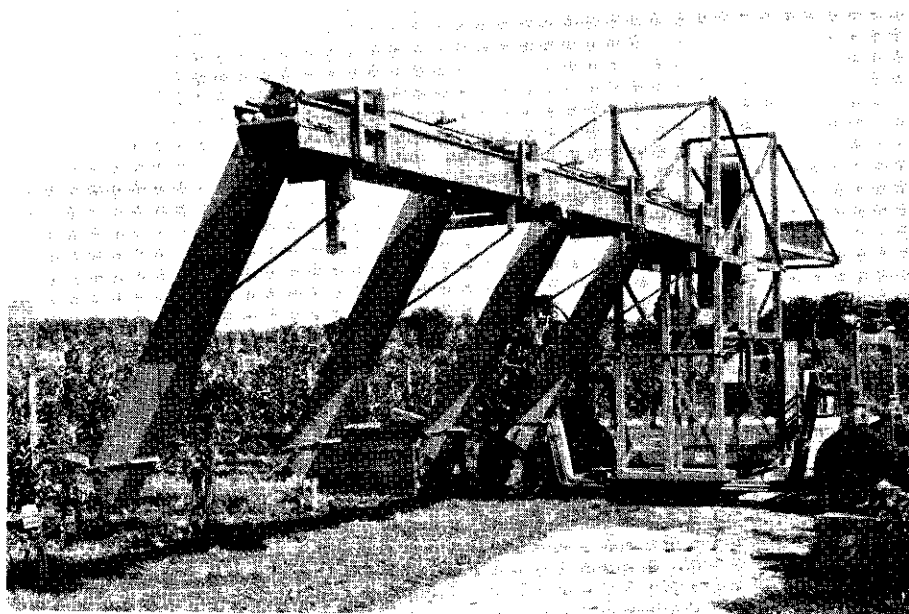
De aandrijving vond plaats op alle vier de wielen door middel van een hydromotor. Gebruik werd gemaakt van een hydraulisch aggregaat met benzinemotoraandrijving.

3.1.2 Het keren aan het eind van de rij

Het keren van de brede plukbandenmachine aan het einde van de rij over de betrekkelijk smalle wendakkers vormde een probleem. Hiervoor zijn verscheidene oplossingen bedacht, bijv. het draaibaar monteren van de plukbandjes, zodat ze zich gaande in de ene rijrichting aan de voorzijde bevonden en in de andere rijrichting gaande naar achteren waren omgeklapt (afb. 5). Ook is gedacht aan lichtgewicht plukbandjes die konden worden omgezet. Er is echter gekozen voor een oplossing waarbij de complete opbouw, inclusief de kistenvuller, gemonteerd is op een draaischijf op het frame van het onderstel.



Afb. 4 Boven-, voor- en zij-aanzicht van de plukhulp.



Afb. 5 Het prototype in 1980 was voorzien van verstelbare plukbanden.

Aan het eind van een rij konden de plukbandjes ter hoogte van de hoofdtransportband in een horizontale stand worden gedraaid, waarna het gehele bovenstel over de bomen kon heenzenwenken. De machine kon dan naar het volgende pad worden gereden (afb. 6).

3.2 Het beschadigingsonderzoek

Het beschadigingsonderzoek is opgezet en uitgevoerd door het Sprenger Instituut.

Het onderzoek bestond uit:

- het bepalen van de plaatsen waar schade optreedt;
- het vaststellen van de hoeveelheid beschadigde vruchten in de klassen gaaf, licht, matig en zwaar beschadigd;
- een vergelijkend onderzoek met de pluk met plukemmers;
- het zoeken naar oplossingen voor vermindering van de beschadiging.

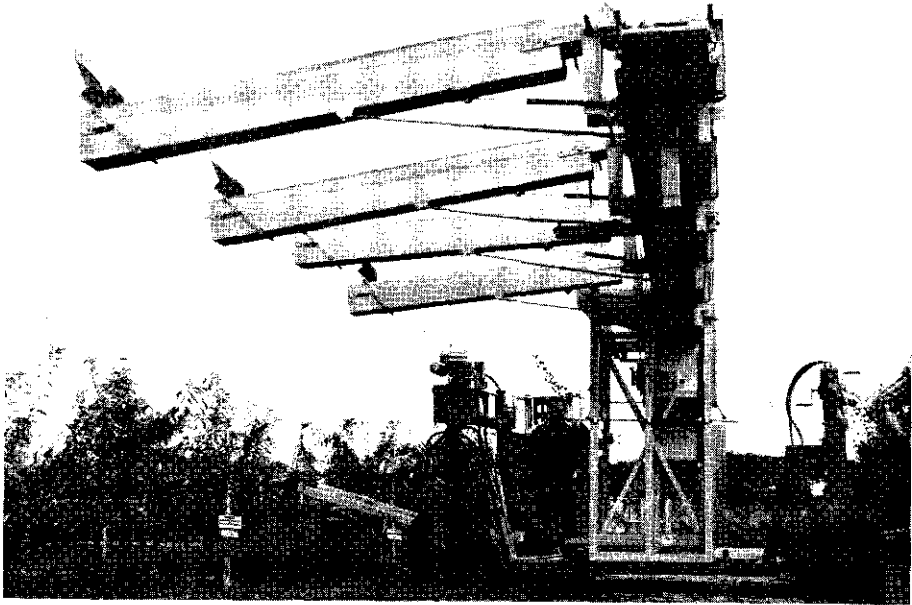
De beschadigingsproeven zijn uitgevoerd met de rassen Cox's Orange Pippin, Schone van Boskoop en Golden Delicious. Om een zo goed mogelijk beeld van de beschadiging te krijgen zijn op een aantal plaatsen op de machine monsters genomen:

- a) op het oplegplateau;
- b) op de plukband;
- c) op de hoofdtransportband juist na de overgang met de plukband;
- d) op de hoofdtransportband juist voor de kistenvuller;
- e) in de palletkist.

De monsters werden drie à vier dagen bewaard, waarna de beschadiging werd bepaald. Beschadiging trad alleen op bij de rassen Schone van Boskoop en Golden Delicious en wel op twee plaatsen n.l. direct na de overgang van plukband naar hoofdtransportband en in de stapelkist.

Tabel 2 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1980 (beschadiging uitgedrukt in gewichtsprocenten)

Ras	Beschadigingsklasse							
	gaaf		licht beschadigd		matig beschadigd		zwaar beschadigd	
	pluk- banden- systeem	pluk- emmer	pluk- banden systeem	pluk- emmer	pluk- banden- systeem	pluk- emmer	pluk- banden- systeem	pluk- emmer
James Grieve	10,5	-	32,0	-	47,5	-	10,0	-
Cox's Orange Pippin	90,5	99,0	6,0	0,5	1,5	0,5	2,0	-
Goudreinette	73,5	72,5	14,0	24,5	10,0	3,0	2,5	-
Golden Delicious	38,5	57,0	39,0	31,0	20,0	11,0	2,5	1,0



Afb. 6 Wanneer de plukbanden in horizontale stand waren gebracht, kon de machine over de bomen heen rondraaien.

Tijdens de proeven is geconstateerd hoe de beschadiging optrad. Een belangrijke reden was de te hoge transportsnelheid waarmee de appels van richting moesten veranderen. Het onderzoekteam was van mening dat door wijziging van enkele onderdelen schade geheel zou kunnen worden voorkomen. Gezorgd moest dan worden dat de opvoersnelheid van de appels op de plukbandjes gereduceerd werd. Zonder capaciteitsverlies was dit mogelijk door de afstand tussen de plukvingers op de plukbanden kleiner te kiezen of de plukband te verbreden. Verder was geconstateerd dat de hoofdtransportband niet altijd met appels bezet was. Dit betekende dat ook de snelheid van deze band gereduceerd kon worden met daaraan gekoppeld een lagere rotatiesnelheid van de kistenvuller.

3.3 Het arbeidskundig onderzoek

Het arbeidskundig onderzoek omvatte:

- het vaststellen van de plukprestatie bij verschillende rassen en omstandigheden;
- het bepalen van afstemmingsverliezen;
- het bepalen van de invloed van het wisselen van fust, de snelheidsregeling en het wenden op de kopakker;

- het bepalen van een juiste organisatievorm i.v.m. de grootte van de plukploeg, plaats van de bestuiversrijen en afmetingen van de verschillende percelen.

Er werd naar een (grotere) praktijkproef gestreefd waarbij minstens een dag lang met de machine kon worden geplukt, dit om eventueel vermoeidheid, afstemmingsverliezen of andere factoren die de plukprestatie beïnvloeden op te sporen.

Er werd van uitgegaan dat het plukbandensysteem een bestuurder nodig had voor het kisten wisselen, het sturen en de snelheidsregeling. Deze man kon niet meeplukken. Dit betekende dat bij voorkeur veel personen aan de plukbandenmachine moesten plukken om het verlies aan plukwerk door deze man te compenseren (Later is gebleken dat de chauffeur wel in een plukpositie kon worden gebracht). De machinesnelheid werd afgestemd op de langzaamste plukker.

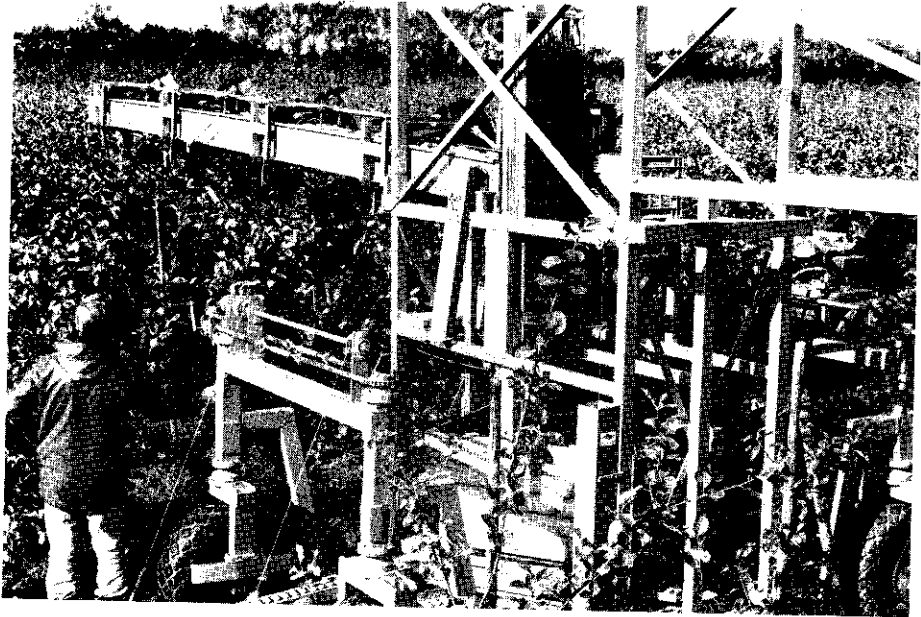
Voor het bepalen van de plukprestatie zijn een aantal proeven uitgevoerd op de IMAG proeftuin "Grebbedijk" te Wageningen en een grotere praktijkproef op bedrijf van Vogelaar in Krabbendijke (afb. 7). Op de Proeftuin "Grebbedijk" werd vooraf ervaring opgedaan met de oogst van de rassen James Grieve en Cox's Orange Pippin. Later zijn nog Goudreinette geplukt. In het onderstaande overzicht staan de belangrijkste resultaten van de plukproeven van 1980.

Tabel 3 Overzicht plukprestaties (kg per plukker per uur) van het plukbandensysteem en van de pluk met de plukker, incl. rusttoeslag en kisten wisselen (1980).

Ras	Methode		Verschil in %
	plukbandenmachine	plukker	
Goudreinette	257	231	10
Golden Delicious	337	293	15

3.4 Conclusies

- De machine werkte goed in de dichte beplantingen.
- De plukkers vonden het plukken aan de banden plezierig.
- De plukprestatie met de machine was na inwerken ca. 15% hoger en zou na enkele aanpassingen wellicht 25% hoger kunnen worden t.o.v. de handpluk.
- Om het niet meeplukken van de chauffeur te compenseren moesten zoveel mogelijk plukkers aan de machine plukken.
- Bij de rassen Schone van Boskoop en Golden Delicious trad beschadiging op, die volgens het onderzoekteam kon worden voorkomen.



Afb. 7 De plukhulp aan het werk in een volveldsbeplanting op het bedrijf van Vogelaar.

4 Onderzoek in 1981

Het onderzoek in 1981 omvatte de volgende punten:

- het verder terugdringen van de aan het fruit aangebrachte schade;
- het nagaan van de mogelijkheden voor de toepassing van de plukbanden bij de oogst van peren;
- het herhalen van de beschadigingsproeven;
- arbeidskundig onderzoek;
- ergonomisch onderzoek met betrekking tot pluksnelheid, weglegafstanden, plukhouding, geluidshinder en arbeidsverlichting.

4.1 Werktuigbouwkundig onderzoek

Het grote probleem vormde de beschadiging van de appels zoals die in 1980 was opgetreden. Uit waarnemingen, filmbeelden en de gegevens van het Sprenger Instituut bleek duidelijk waar de schade optrad. De toegepaste bandsnelheden waren nog veel te hoog en niet voldoende aan elkaar aangepast. De opgave nu was de snelheid van de plukband te verlagen met behoud van een transportcapaciteit van ca. 400 kg appels per uur per plukker. De snelheden van de hoofdtransportband en het toevoerbandje naar de kistenvuller moesten daartoe worden aangepast. De capaciteit van de plukband werd verdubbeld door de onderlinge afstand van de vingers terug te brengen van 20 naar 10 cm. Omdat was gebleken dat de plukbanden nooit vol met appels lagen kon ook de snelheid worden verminderd (afb. 8).

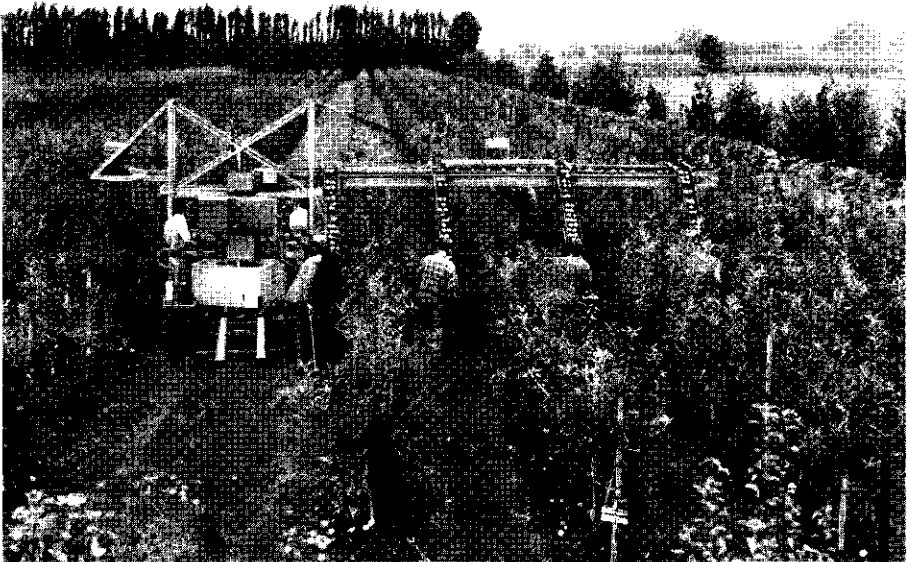
De bandsnelheden werden nu als volgt:

plukband:	2,4 of 4,9 m/min; (resp. 48 of 98 appels/min);
hoofdtransportband:	4,8 of 9,8 m/min;
toevoerbandje kistenvuller:	4,8 of 9,8 m/min.

De stapelkist maakte nu 1,25 of 2,5 omw./min.

De overgang tussen plukbanden en de hoofdtransportband werd verbeterd door het op vrijwel gelijke hoogte brengen van beide banden. Door de vingers in te korten kon het draaipunt van de plukband ook dichterbij de hoofdtransportband komen waardoor de overgang korter werd. Tevens werden de plukbanden met ca. 60 cm verlengd zodat ze dichterbij de grond konden komen en wat schuiner konden worden opgesteld. Boven de hoofdtransportband werden geleidestrips aangebracht waardoor de appels van elke plukband, gescheiden van die afkomstig van andere plukbanden, werden getransporteerd. Aan het einde van de geleidestrips voegden de appelstromen zich geleidelijk samen tot vlak voor de kistenvuller. Door ook de overgang hier naar toe vloeiender te maken rolden ze veel voorzichtiger de vuller in.

De aandrijving van de machine werd eveneens veranderd. Door drukverhoging in het hydraulische systeem en een sterkere motor was de machine in staat meer vermogen op de aangedreven wielen te leveren ten gunste van de voortbeweging.



Afb. 8 De plukhulp aan het werk in de Cox's beplanting in 1981. Duidelijk is te zien dat één plukker het plukbandje nu vol kan plukken.

Ook de doorgang voor de palletkist werd verbeterd. Het contragewicht werd verzwaard en de arm ingekort, waardoor gemakkelijker langs een windhaag kon worden gereden.

Het zwakke appelras James Grieve zou er als eerste mee worden geoogst om uit te testen of alle veranderingen op de goede manier waren uitgevallen. Op 25 en 26 augustus zijn de proeven genomen met een zeer goed eindresultaat. Besloten werd om geen verdere wijzigingen aan te brengen.

4.1.1 Oplegplateau

Tijdens de proeven is gebleken dat weinig gebruik werd gemaakt van de mogelijkheid de oplegplateaus in hoogte te verstellen. Door de trechtervormige uitvoering van de plateaus kwamen de appels vaak klem te zitten. Bij de proeven in Zeeland (zie afb. 9) werd de oplegplaats nogal eens opgewipt door de takken van de boom.



Afb. 9
Voor het wegleggen van
de appels gebruiken de
plukkers meestal het
oplegplateau.

4.1.2 Plukband

Een vingerlengte van 7,5 cm bleek voldoende voor een goed transport. De vingers moeten aan het einde wel afgerond zijn. De bestaande banden waren te smal om twee grote appels naast elkaar te transporteren, vooral bij de lage bandsnelheid. De appels werkten zich dan langs de stilstaande kanten over de vingers heen en vielen naar beneden op het oplegplateau waardoor ze zwaar werden beschadigd. Bij de hoge bandsnelheid was hiervan veel minder sprake. De banden stonden, vooral op de Proeftuin "Grebbedijk" met een rijenafstand van 2,00 of 2,25 m, te ver van de te plukken bomen af, waardoor de weglafstanden groot waren.

4.1.3 Hoofdtransportband

Bij lage snelheid van de hoofdtransportband en een hoge pluksnelheid kon deze band slechts de toevoer van drie plukbanden verwerken. Bij hoge snelheid kon ook de toevoer van een vierde band worden verwerkt. Door de geleidestrips kwamen bij lage snelheid van de hoofdtransportband nog wel eens grotere appels klem te zitten waardoor ophopingen ontstonden. Veel aandacht diende nog besteed te worden aan de overgang van de hoofdtransportband naar de kistenvuller.

4.2 Beschadigingsonderzoek

Bij het beschadigingsonderzoek waren de waarnemingspunten dezelfde als in 1980, n.l.:

- 1) het oplegplateau/plukband;
- 2) de hoofdtransportband juist na de overgang met de plukband;
- 3) de hoofdtransportband juist voor de kistenvuller. Vlak voor de kistenvuller werden hierbij alle appels, afkomstig van verschillende plukbandjes, gemengd;
- 4) in de palletkist: een hele palletkist werd steeds uitgeraapt, waarbij werd gelet op extra schade aan de appels in de hoeken en op de bodem van de kist.

De monsters zijn voorafgaande aan de beoordeling steeds vier à vijf dagen bij normale buitentemperatuur weggezet om de beschadigingen goed zichtbaar te laten worden.

Er werd beoordeeld volgens de criteria:

Gaaf	< 0,25 cm ²	beschadigd oppervlak;
Lichte schade	0,25 - 1,2 cm ²	beschadigd oppervlak;
Matige schade	1 - 2,5 cm ²	beschadigd oppervlak;
Zware schade	2,5 - < 5 cm ²	beschadigd oppervlak.

Bij meerder dutsen op een appel werd het beschadigde totale oppervlak geteld. De beschadigingsproeven zijn alleen op de proeftuin "Grebbeijk" uitgevoerd.

4.2.1. James Grieve

Dit ras was ten aanzien van de beschadiging de toetssteen voor de machine. Indien de beoogde verbeteringen niet tot resultaat zouden leiden, zou dit zeker bij dit ras opvallen.

De plukproef werd uitgevoerd onder gunstige weersomstandigheden. Nadat de monsters vier dagen waren weggezet, werden ze beoordeeld. Het resultaat was als volgt (tabel 4).

Tabel 4 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1981 bij het ras James Grieve

Plaats van monstername	gaaf	Beschadiging in gewichts- % in de klassen		
		licht beschadigd	matig beschadigd	zwaar beschadigd
1	92,6	2,8	1,0	3,6
2	94,9	2,3	1,9	0,9
3	93,5	1,4	1,0	4,1
4	88,8	7,5	0,4	3,3

(lage band-snelheid)

Tot dan toe was het onmogelijk geacht om dit ras zonder beschadigingen in een palletkist te krijgen. Uit de tabel blijkt dat de kwaliteit bijzonder goed bleef. De appels zijn als klasse I geveild, evenals het in de vergelijkende plukproef met de plukkemmer in standaardkistjes geplukte fruit. Daarvan heeft weliswaar geen beoordeling plaatsgevonden, maar globaal genomen was het zeker niet beter dan het met de machine geplukte fruit. De veel langzamere transportsnelheden hadden dus voor een grote verbetering gezorgd, die zeker ook voor de sterkere rassen zou gelden.

4.2.2 Cox's Orange Pippin

Dit is een sterke appel, hetgeen het vorige jaar ook al was gebleken. Ook hierbij werd weer zowel met de machine als met de plukkemmer geplukt. De appels werden voor de beoordeling vijf dagen weggezet, waarna de volgende resultaten werden verkregen (tabel 5).

Tabel 5 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1981 bij het ras Cox's Orange Pippin.

Plaats van monstername	gaaf	Beschadiging in gewichts- % in de klassen		
		licht beschadigd	matig beschadigd	zwaar beschadigd
1	99,6	0,4	0	0
2	97,0	3,0	0	0
3	98,9	1,1	0	0
Plukkemmer	98,5	0,7	0,5	0,3

Uit tabel 5 blijkt duidelijk dat dit appelras met de machine is te plukken zonder dat daarbij van enige noemenswaardige schade sprake is.

4.2.3 Rode Schone van Boskoop

Deze appel werd wat aan de vroege kant geplukt. Er mocht echter van worden uitgegaan dat dit niet van invloed zou zijn op het beschadigingsrisico. Dit ras bleek wat zwakker dan Cox's Orange Pippin. De resultaten waren als volgt (tabel 6).

Tabel 6 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1981 bij het ras Rode Schone van Boskoop.

Beschadiging in gewichts- % in de klassen				
Plaats van monstername	gaaf	licht beschadigd	matig beschadigd	zwaar beschadigd
1	99,0	0	1,0	0
2	100,0	0	0	0
3	98,7	0	0	1,3
4 (lage bandsnelheid)	93,9	3,7	1,3	1,4
4 (hoge bandensnelheid)	97,7	1,6	0,4	0,3
Plukemmer	93,0	5,4	1,5	0,1

Opnieuw zijn de resultaten bij de machine erg goed. Bij de hoge bandsnelheid was het resultaat zelfs beter dan bij de pluk met de plukemmer. De lage bandsnelheid gaf echter wat meer beschadiging. Bij de plukemmer ontstond de schade voornamelijk tijdens het ledigen van de emmer, wanneer die niet schuin genoeg werd gehouden.

4.2.4 Golden Delicious

De dag van de proef bij dit ras was zo regenachtig, dat de appels niet droog zijn geweest. De beoordeling na vijf dagen bewaring gaf de volgende resultaten (tabel 7).

Tabel 7 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1981 bij het ras Golden Delicious.

Beschadiging in gewichts % in de klassen				
Plaats van monstername	gaaf	licht beschadigd	matig beschadigd	zwaar beschadigd
1	96,7	3,3	-	-
2	95,9	4,1	-	-
3	93,8	6,2	-	-
4 (lage bandsnelheid)	77,4	19,5	2,3	0,8
Plukker	83,5	16,0	0,2	0,3

De beschadigingen op de banden waren gering. Het fruit in de volle palletkist vertoonde duidelijk meer butsen, hoewel dit grotendeels lichte beschadigingen waren die tijdens het bewaar seizoen verdwijnen, maar toch meer dan waar na alle vorige proeven op was gerekend. Het merendeel van de beschadigde appels kwam uit de hoeken van de kist. Wijzigingen aan de kistenvuller zouden de resultaten wellicht nog in gunstige zin kunnen beïnvloeden. De ervaringen in Zeeland met Golden Delicious waren ook gunstig.

4.3 Arbeidskundig onderzoek

Het arbeidskundig onderzoek in 1981 vond op uitgebreide schaal plaats. Vrijwel steeds is naast het plukken met de machine, met de plukker geplukt. Daarbij is steeds getracht de werkomstandigheden zoveel mogelijk gelijk te houden en met hetzelfde personeel te werken. Op de proeftuin "Grebbeidijk" is meestal met vier plukbandjes, soms ook met twee of drie bandjes geplukt.

Bij de proeven op het bedrijf De Moor te Zaamslag, waar steeds door dezelfde personen is geplukt, was het vanwege de padbreedte niet mogelijk het bandje direct naast de vuller te gebruiken, zodat daar steeds met drie banden is gewerkt.

In de rassen Karmijn, Cox's Orange Pippin, Goudreinette en Golden Delicious is met behulp van tijdstudies de plukprestatie vastgesteld. Ook zijn zgn. multi-moment-opnamen gemaakt. Multi-moment-opnamen zijn visuele waarnemingen, die met een vaste interval worden geregistreerd en die, indien voldoende waarnemingen zijn genomen, een goed beeld geven van de procentuele tijdsverdeling van de verschillende handelingen waaruit een bewerking bestaat.

4.3.1 Plukprestatie

Tabel 8 geeft een overzicht van de plukprestaties.

Tabel 8 Plukprestaties bij de verschillende rassen in kg per man per uur (inclusief toeslagen van 15% voor rust en storingsen) en de prestatieverhoging die met de machine werd behaald ten opzichte van de pluk met de plukemmer.

Ras	Pluk- emmer	Plukbanden- machine	Prestatieverhoging machine t.o.v. plukemmer
Cox's Orange Pippin	249	279	12 %
Rode Boskoop	314	406	29 %
Rode Boskoop	217	249	15 %
Golden Spur	154	233	51 %
Golden Delicious	122	173	41 %
Jonagold	209	237	11 %
Golden Delicious	189	237	25 %
Gemiddeld	208	259	25 %

De tabel laat zien, dat met de machine een gemiddelde plukprestatie-stijging van 25 % is behaald. Daarin zijn de uren van de niet mee-plukkende chauffeur echter niet verdisconteerd. Afhankelijk van het aantal plukkers drukken deze meer of minder op de gemiddelde prestatie. Bij een bezetting van de machine met bijv. 10 plukkers drukt een niet meeplukkende chauffeur de gemiddelde prestatie met ca. 9 %. Er moest daarom alles aan gedaan worden om de chauffeur ook te kunnen laten meeplukken.

Wel moeten we bedenken dat bij de pluk met plukemmers in palletkisten bij een ploeg plukkers ook vaak een voorman aanwezig is die niet permanent kan meeplukken omdat kisten moeten worden verzet en de bovenlaag appels moet worden gelijk gelegd. Opgemerkt dient te worden dat hier niet gekwantificeerde factoren als verschillen in ras en hoeveelheden appels per boom eveneens een vrij grote invloed uitoefenen op de plukprestatie.

4.3.2 Resultaten multi-moment-opnamen

Bekijken we nu de waarnemingen die van de plukkers zijn genomen door middel van de multi-moment-opnamen, dan wordt duidelijk dat zich een verschuiving heeft voorgedaan van tijd besteed aan lopen en de emmer legen bij de plukker, naar tijd voor extra plukwerk bij het plukken met de machine (tabel 9).

Tabel 9 Procentuele verdeling van de tijd besteed aan de onderscheiden plukhandelingen bij de pluk met de machine en de pluk met de plukker.

Handelingen	Cox's Orange Pippin	Rode Boskoop	Rode Boskoop	Golden Spur	Golden Delicious	Gem.
Machine						
plukken en wegleggen	88,2	93,7	-	-	91,4	91,2
lopen	0,4	0,3	-	-	2,2	0,9
wachten	9,9	6,0	-	-	3,9	6,6
diversen	1,5	-	-	-	2,5	1,3
Plukker						
plukken en wegleggen	61,5	57,7	66,3	78,2	80,0	68,9
lopen	27,2	33,0	24,8	14,8	13,4	22,5
emmer leeg- maken	9,9	8,9	8,9	5,7	6,6	8,0
wachten	-	-	-	-	-	-
diversen	1,4	0,4	-	1,3	-	0,6

Bij de machine is 22,4% meer tijd aan het produktieve werk (plukken) besteed, waarbij in de volveldsbeplanting op de proeftuin "Grebbedijk" veel meer loopwerk moest worden gedaan en zelfs bijna 36% minder tijd aan plukken en wegleggen werd besteed dan in de vijfrijen-bedden waar men dwars door de beplanting heen kon lopen.

4.4 Ergonomisch onderzoek

Bij de beoordeling van een nieuwe mechanisatie spelen naast technische en arbeidskundige aspecten ook ergonomische aspecten een rol. Daarbij gaat het om zaken als verlichting van de arbeid en de arbeidsomstandigheden. Deze aspecten zijn beoordeeld tijdens de oogst van Golden Delicious op de proeftuin "Grebbedijk". Omdat het hier een eenmalige beoordeling betrof, dient het navolgende beschouwd te worden als een "eerste indruk."

De resultaten zijn in tabel 10 opgenomen.

Tabel 10 Resultaten ergonomisch onderzoek: de percentages tijd besteed aan de verschillende handelingen bij het plukken met machine en met de plukker.

Handelingen	Plukker	Machine	
plukken en wegleggen:	staand	34,3	44,1
	gebukt	38,2	53,9
lopen, belast	9,5	-	
lopen, onbelast	9,0	-	
emmer leegmaken	8,1	-	
diversen	0,9	2,0	

Bij de lichamelijke belasting van het plukken maken we onderscheid tussen statische belasting en dynamische belasting. Bij statische belasting gaat het om het verrichten van arbeid zonder dat daar veel beweging bij te pas komt, bij dynamische belasting is er wel sprake van beweging tijdens het werk. Vanuit ergonomisch oogpunt dient statische belasting tijdens het werk, indien dat redelijkerwijs mogelijk is, te worden vermeden.

Het plukken met de plukker bevat een aantal statische componenten. Het meest in het oog springend is het gebukt plukken. Dit neemt 38 tot 54% van de tijd in beslag. Een volle plukker weegt 7-8 kg. Ook het legen van de volle plukker in de palletkist (ca. 8% van de tijd) bevat veel statische componenten, zeker wanneer de palletkist bijna leeg is en men sterk voorover moet buigen.

Bij het oogsten met de machine is het gebukt plukken de enige noemenswaardige statische component. De belasting door het gewicht van de plukkers vervalst hier, hetgeen een opmerkelijke verlichting betekent. Omdat het lopen met de plukker en het ledigen ervan vervallen, neemt het aandeel van het gebukt werken wel sterk toe. Een vergelijkend onderzoek naar bijv. de hartslagfrequentie zal mogelijkwijs meer inzicht kunnen geven.

De werkhoogte wordt bepaald door de hoogte waarop de vruchten aan de boom hangen. Deze hoogte lag tussen de 50 en 180 cm, waarbij het merendeel van de vruchten hing tussen 60 en 140 cm. De tijd besteed aan staand en gebukt oogsten is bij deze werkhoogte nagenoeg gelijk. Slechts een andere snoeiwijze van de bomen kan deze verhouding in gunstige zin wijzigen (in het voordeel van staand werken; ideaal tussen 85 en 190 cm).

Opvallend was dat de pluksters het oplegplateau soms helemaal niet gebruikten maar de appels rechtstreeks op de plukband legden. Als reden werd opgegeven dat dit minder beschadigingen met zich meebracht. Een tweede punt dat opviel was dat de pluksters soms voorbij de transportband (aan de zijkant ervan) aan het plukken waren. Het wegleggen van de appels werd daardoor enigszins bemoeilijkt en kostte meer tijd. De pluksters werden n.l. in hun bewegingsvrijheid beperkt door de kleine vrije ruimte tussen transportband en bomen. Men deed dit echter om door te kunnen blijven plukken in plaats van te hoeven wachten totdat de machine weer verder was gereden.

Het door de machine geproduceerde lawaai is elders in dit rapport al genoemd. Het is wenselijk het geluidsniveau in elk geval beneden de 80 db(A) te krijgen, bij voorkeur nog lager om conversatie tussen de plukkers mogelijk te maken.

Bij het werken met de machine kwam nog een ander element naar voren, nl. het min of meer opgelegde werktempo. De pluksters vonden dit zelf niet bezwaarlijk. Dit werd nog eens onderstreept door het feit dat de machine hen niet kon bijhouden. Een goede afstemming tussen werktempo van de pluksters en het transportsysteem blijft echter gewenst.

5 Onderzoek in 1982

Het onderzoekprogramma voor 1982 omvatte het ontwerpen van een nieuwe plukband, die zowel in dichte beplantingen gebruikt zou kunnen worden als in het enkelrijensysteem. Tevens was de opzet de plukband een meer definitieve uitvoeringsvorm te geven.

De overige punten van onderzoek waren:

- het ontwerpen van een machine voorzien van zes in plaats van vier plukbanden in eenzijdige uitvoering;
- het verbeteren van de bestuurbaarheid van het onderstel;
- het verkrijgen van een eenvoudige bediening, met een juiste bedieningsplaats voor de chauffeur/plukker, die de buitenrij plukt;
- het verkrijgen van een goede verschuifbaarheid van de plukbanden om ze gemakkelijk op de juiste rijenafstand te kunnen instellen.

5.1 Werktuigbouwkundig onderzoek

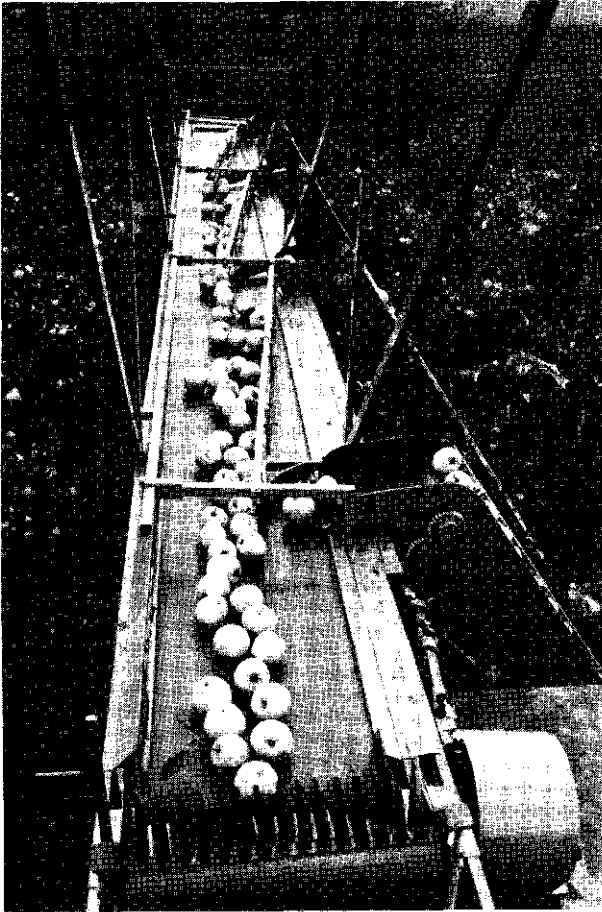
Er is een ontwerp gemaakt van een zesbandige machine. Uit de berekeningen bleek dat om de doorbuiging en de torsie binnen de gestelde grenzen te kunnen houden, de constructie buiten verhouding zwaar zou moeten worden. Om deze reden is van dit ontwerp afgestapt.

5.2 Oogstproeven

De oogstproeven zijn begonnen met het ras Cox's Orange Pippin op de proeftuin "Grebbedijk". Dit ras vertoonde geen beschadigingen. Door het zeer snel afrijpen van Goudreinette en een jong perceel Golden Delicious werd direct met deze rassen doorgedaan. Hierbij bleek wel enige schade op te treden en wel bij de overgang van de plukband naar de hoofdtransportband. De oorzaak was het te grote hoogteverschil tussen deze banden. Tevens bleek de plukband te ver verwijderd van de hoofdtransportband, zodat de zgn. transferlengte te groot was. De snelheid van de appels was te laag, waardoor ze vaak door de opvolgende vingers van de plukband werden beschadigd (zie afb. 10).

Het oogstseizoen was echter te kort om nog veranderingen aan te brengen zonder het geplande vervolgonderzoek in gevaar te brengen. Dit had plaats op het bedrijf Wolters te Doornenburg waar Goudreinetten in een plantverband van 3,75 m x 1,75 m en Golden Delicious in een verband van 4,00 m x 2,00 m een ideaal proefobject vormden om de machine in een wat oudere enkelrijenbeplanting te beproeven.

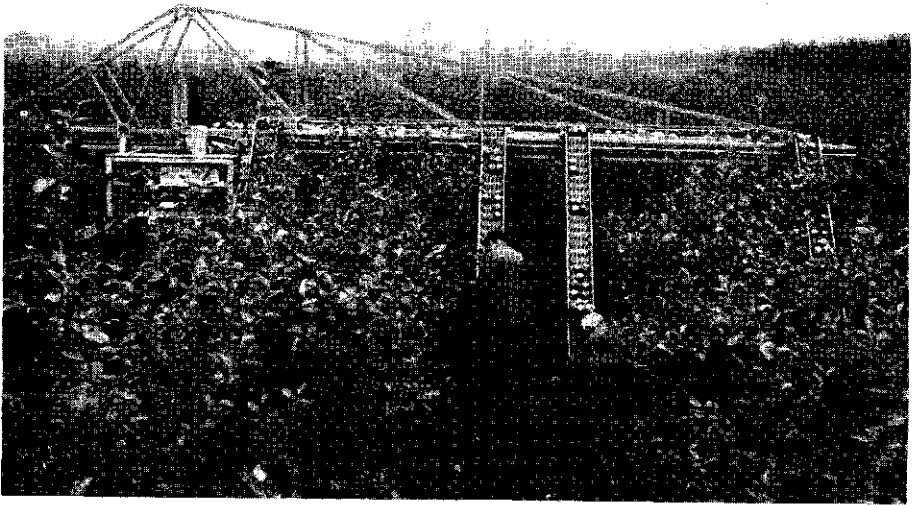
Er konden twee volledige rijen in één werkgang worden geplukt met tussen de rijen twee plukbanden en aan de buitenzijde ervan één plukband (afb. 11). Na enige gewenning aan de nieuwe oogstmethode bleek het personeel erg ingenomen met het werken aan de machine. Bij Goudreinette werd een plukprestatie van 315 kg per uur behaald, terwijl met plukemmers een prestatie van 297 kg werd behaald. Een prestatieverschil van 6% tussen de twee methoden, waarbij moet worden opgemerkt dat bij deze beplanting niet het maximale voordeel uit de machine kon worden gehaald.



Afb. 10
Een beeld van de hoofd-
transportband met de
plukbandovergangen.

Bij Golden Delicious was de plukprestatie met de machine 285 kg per uur en met de plukker 200 kg per uur. Hier werd met de plukker echter door een andere ploeg geoogst, waardoor vergelijken moeilijker is. De opzet van deze proef was ook niet zo zeer om plukprestaties vast te stellen, maar om na te gaan of de machine in een enkelrijenbeplanting was te gebruiken, hetgeen zeer goed mogelijk bleek. De machine was dit jaar voorzien van een bedieningsboom waaraan alle handelen voor de besturing, het heffen en laten zakken van de vorken en de snelheidsregeling zaten. Deze was gesitueerd aan dezelfde zijde als de plukbanden direct naast een plukband. Deze wijziging bleek een grote verbetering in de hantering van de machine en de chauffeur kon nu voor

het eerst continue maeplukken, behalve tijdens het wisselen waarbij overigens elke plukker even moet wachten of helpen. De beschadiging van het fruit is bij dit onderzoek niet vastgesteld. Deze was echter wat te hoog. Duidelijk was dat de constructie wijzigingen bij de overgang plukband/hoofdtransportband tussen de seizoenen 1981 en 1982 hiervan de oorzaak waren. De oplossing van het probleem lag voor de hand, zodat aan dit aspect niet veel aandacht meer is besteed.



Afb. 11 Het plukken in een 4 m x 2 m beplanting in 1982 slaagde goed.

6 Onderzoek in 1983

Naar aanleiding van de in het algemeen zeer goede ervaringen in het oogstseizoen 1982 en omdat op de proeftuin "Grebbedijk" inmiddels een Groot oppervlak met in het zgn. zevenrijensysteem was beplant, met rassen als James Grieve, Lombarts Calville, Elstar, Gloster en Golden Delicious, werd besloten de plukbandenmachine naar een laatste Volwaardige praktijkuitvoering om te bouwen. Op de proeftuin zou in de nieuwe aanplant dan de oogst met deze machine kunnen worden uitgevoerd. Ook zou worden geprobeerd om met de machine peren te oogsten.

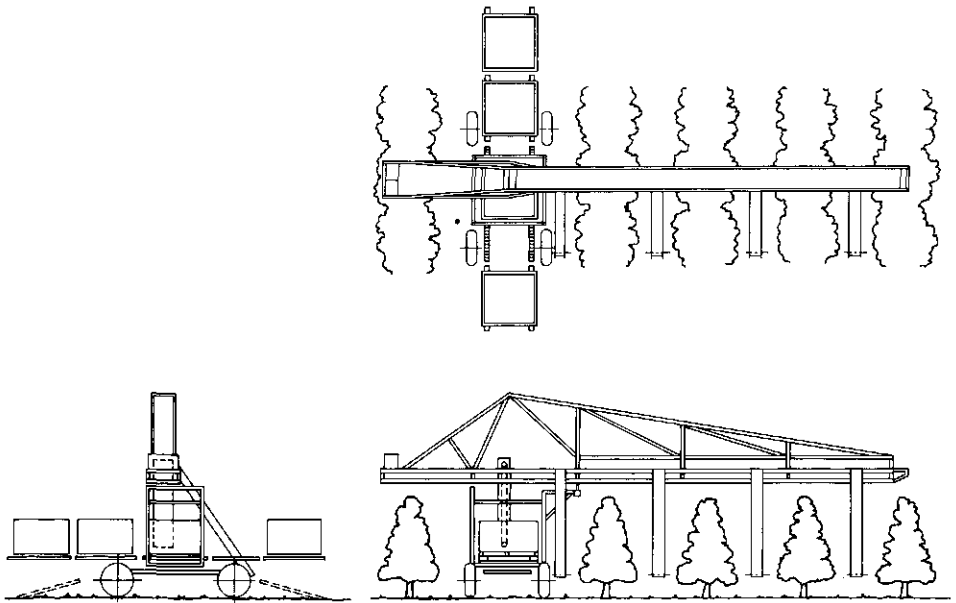
6.1 Definitieve uitvoering van de machine

Geen essentiële wijzigingen zijn aan de machine aangebracht, slechts op de volgende punten is hij aangepast (zie afb. 12):

1. Het transport van de palletkist van de opneemvork via de draaitafel naar de afzetvork is verbeterd zodat één man de bediening kan doen.
2. Het horizontaal stellen van de hoofdtransportband tijdens het in bedrijf zijn, geschiedt nu hydraulisch en kan worden gedaan vanaf de bedieningsboom.
3. De overgang van de plukband naar de hoofdtransportband is gewijzigd zodat de transferlengte kleiner is geworden.
4. De plukbanden zijn gewijzigd door het aanbrengen van vingers van een ander materiaal in andere posities. Ook de ondersteuning van de bandjes is gewijzigd.
5. De plukband is geschikt gemaakt voor het transport van peren.
6. De hoofdtransportband is gewijzigd voor wat betreft de ondersteuning ervan, de geleidestrips en de mogelijkheid de plukbanden er langs te verschuiven.

ad 1. Alternatieve oplossingen zijn bedacht om het palletkisten-transport over de machine te verbeteren, zoals aangedreven rollenbanen op de draaitafel, bewegende kettingen om de kisten aan de zijkant aan te drijven en een hydraulisch aangedreven pal/grijper-mechanisme om de kisten aan de bodemplanken te transporteren. Uiteindelijk is gekozen voor een oplossing waarbij de kist met de hand over rollenbanen met een zeer lage wrijvingscoëfficiënt wordt getrokken (roldiameter 50 mm, rolbreedte 100 mm, lagerafstand tussen de rollen hart op hart 100 mm). De rollen op de opneem- en afzetlepel zijn onveranderd gebleven.

ad 2. De hoogte-/schuinteverstelling van de hoofdtransportband is hydraulisch gemaakt. De hydraulische cilinder is bevestigd aan een gekoppeld dubbel hefboomstelsel. Aan de bodemaansluiting van de cilinder is een extra bedienbare terugslagklep gemonteerd om olie lekkage in het systeem tegen te gaan.

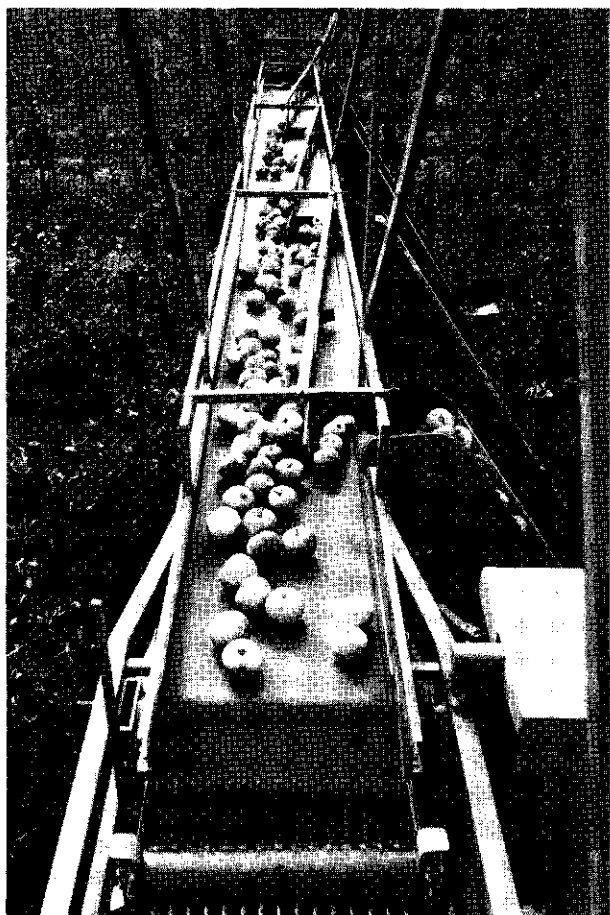


Afb. 12 Een schematische afbeelding van de plukhulp volgens de laatste uitvoering.

ad 3. Om de afstand tussen de plukbanden en de hoofdtransportband kleiner te maken moest zowel het hoofdframe als het frame van de plukband worden gewijzigd. Afb. 13 en 14 geven een beeld van de nieuwe constructie.

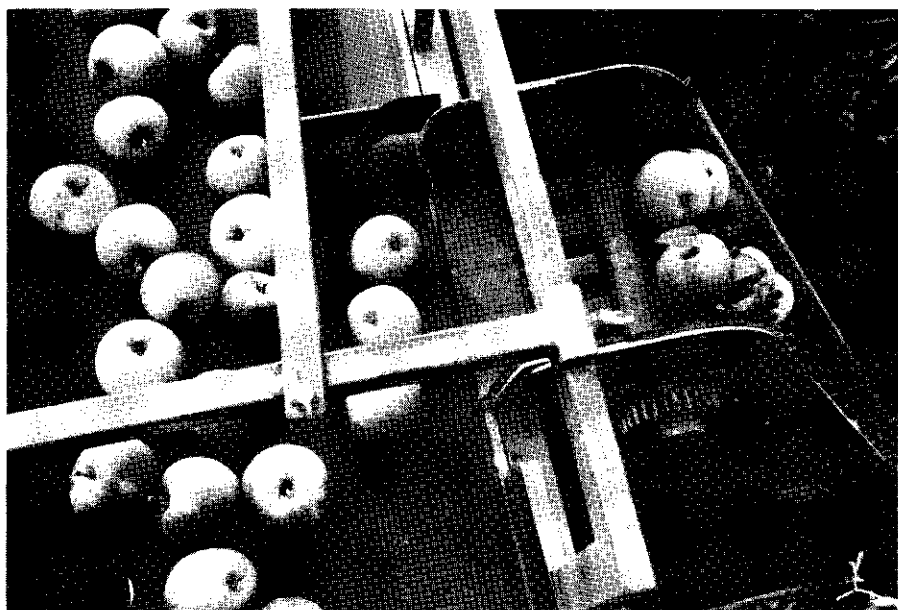
ad 4. Proeven zijn genomen met vingers van een materiaal dat in diverse hardheden kan worden geleverd. Om de juiste afmetingen, het juiste materiaal en de juiste wanddikte te kunnen bepalen zijn een aantal proeven gedaan met vingers van verschillende uitvoering.

ad 5. Het transport van peren over de machine is gedurende de winterperiode met gekoelde peren van het ras Conférence beproefd. Een probleem daarbij vormde de bijzondere langgerekte vorm van dit ras. Omdat de peren hierdoor niet goed wilden rollen vormden de overgangen in het systeem het probleem. Bij de overgang van de peren van de plukband naar de hoofdtransportband bleven ze veelal op de transferplaat liggen, waardoor de kans groot was dat ze werden beschadigd door de volgende rij vingers van de plukband. Om dit te voorkomen moest ervoor gezorgd worden

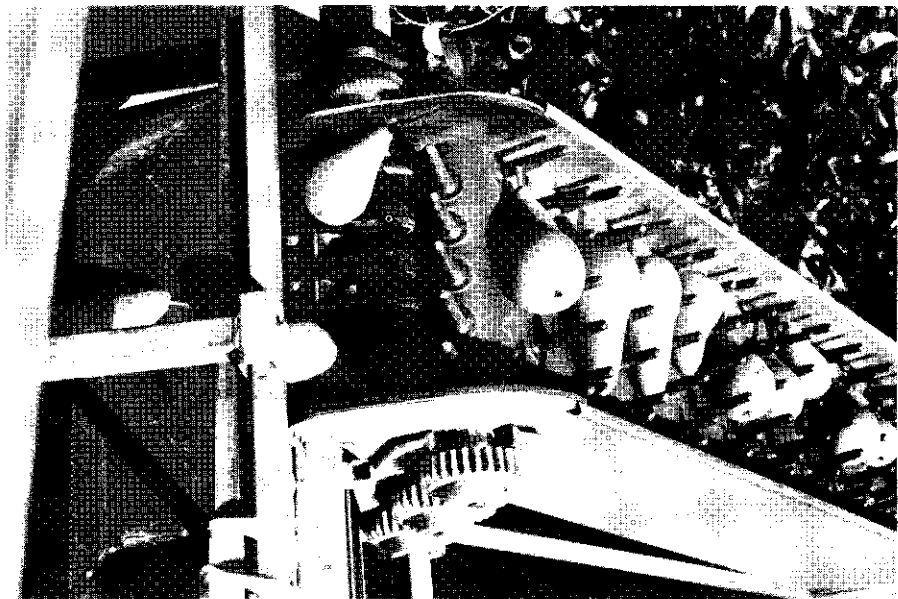


Afb. 13
De nieuwe hoofdtransport-
band met de verbeterde
overgangen van de
plukbandjes.

dat ze van deze plaats waren weggevoerd voordat de volgende rij vingers van de plukband tussen de uitsparingen in de transferplaat doorkwam. Dit is op verschillende manieren geprobeerd. Onder andere is getracht het probleem op te lossen door een grotere hellingshoek van de transferplaat. Dit lukte niet. Ook het bevestigen van een aangedreven borstel boven de transferplaat had geen effect. Daarna is even overwogen de transferplaat scharnierend uit te voeren en deze steeds wanneer een peer van de plukband komt, even op te lichten waardoor de peer van de plaat rolt. Van de uitvoering van deze constructie moest ook worden afgezien. Uiteindelijk is besloten om het transfertraject uit te voeren als een aantal aangedreven smalle bandjes naast elkaar, die de peren direct afvoeren (afb. 15). Deze methode is gerealiseerd en functioneerde. Belang-



Afb. 14 Een detailopname van de overgang van plukband naar hoofdtransportband. Het zeer korte transfertraject is duidelijk te zien.



Afb. 15 De overgang van plukband naar hoofdtransportband is uitgevoerd met smalle aangedreven transportbandjes naast elkaar, die de peren snel doorvoeren.

rijk was de snelheid van deze bandjes, die hoog genoeg moest zijn om de peer op tijd af te voeren.

Voor de bandjes is gebruik gemaakt van tandriempjes, die alle door de centrale as van de plukbandaandrijving worden aangedreven. Aan de andere zijde lopen de riempjes over looprolletjes. De overbrengingsverhouding tussen de aandrijfrol van de plukband en die van de tandriemset is 1:2. Ondanks het feit dat slechts onderdelen met kleine afmetingen gebruikt kunnen worden, moet toch rekening worden gehouden met de optredende versnellingskrachten in het systeem. Dus toch zo groot mogelijke as diameters kiezen.

Als de peren op de hoofdtransportband lagen, passeerden ze de geleidestrips. Deze leverden geen probleem op mits ze sterk genoeg op de band drukten. Bij de overgang van de hoofdtransportband naar het toevoerbandje van de kistenvuller raakten de stelen van de peren aanvankelijk bekneld tussen de hoofdtransportband en het rubber van de brug die de overgang vormde naar het toevoerbandje. Dit kon worden opgelost door het rubber dichter tegen de hoofdband te laten aansluiten.

Voor de perenpluk (Conférence) bestaat overigens een aangepaste toevoerband voor de kistenvuller die door de fa. Van de Munckhof standaard voor de Pluc-o-trac wordt geleverd.

ad 6. De wijziging aan de ondersteuning van de hoofdtransportband in samenhang met de verbeterde mogelijkheid van het verschuiven van de plukbanden, heeft geleid tot een nieuwe bovenconstructie.

6.2 Proeven

Nadat de in paragraaf 6.1 vermelde wijzigingen aan de machine waren aangebracht, is op de proeftuin "Grebbeijk" geoogst in de rassen James Grieve, Lombarts Calville, Cox's Orange Pippin, Goudreinette, Karmijn de Sonnaville, Elstar, Gloster en Golden Delicious en in de perenrassen Beurré Hardy, St.-Rémy en Conférence.

In de eerste plaats is gekeken naar het algemeen functioneren van de machine. Al snel bleek dat de machine zeer goed voldeed. Er deden zich geen bijzondere problemen meer voor; besturing, snelheidsregeling, kistenwisselen en fruittransport verliepen naar wens.

6.2.1 Beschadigingsonderzoek

Eerst is het ras James Grieve doorgeplukt. Op de gebruikelijke wijze zijn monsters genomen op de plaatsen waarvan werd verondersteld dat schade zou kunnen optreden. De monsters zijn alvorens te zijn beoordeeld drie dagen bewaard. Als vergelijkingsobject met de pluk met de plukker zijn een aantal standaardkisten beoordeeld, omdat plukken van James Grieve met de plukker in palletkisten niet als een reële vergelijking kon worden gebruikt. In tabel 11 staan de resultaten weergegeven.

Tabel 11 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1983 bij het ras James Grieve.

Plaats van monstername	Beschadiging in gewichts- % in de klassen			
	gaaf	licht beschadigd	matig beschadigd	zwaar beschadigd
1	98,0	2,0	-	-
2	97,8	2,2	-	-
3	92,7	7,3	-	-
4	85,9	13,4	0,3	0,3
plukker in standaardkisten	88,3	10,6	0,8	0,3

De resultaten van de proef kunnen zeer goed worden genoemd. Er werden vrijwel geen matig of zwaar beschadigde vruchten gevonden, waardoor de beschadigde vruchten als klasse I konden worden geveild. Bij de tweede maal doorplukken van de James Grieve zijn de beschadigingsproeven niet herhaald omdat daarbij geen resultaten afwijkend van die van de eerste proef werden verwacht.

Bij het ras Golden Delicious is het beschadigingsonderzoek gericht geweest op de kistenvuller omdat inmiddels voldoende was komen vast te staan dat de vruchten niet of nauwelijks beschadigden op hun weg van de plukband naar de kistenvuller.

Er zijn monsters genomen vlak voor de vuller en onderaan de vuller, direct nadat de appels door de vingers op de klep van de vuller waren gelegd. Ook zijn alle appels die de buitenwand van de palletkist raakten voor beoordeling geselecteerd. Ook in dit geval is weer drie dagen gewacht met beoordelen. De resultaten zijn in tabel 12 weergegeven. Het ontbreken van matig of zwaar beschadigde vruchten was ook hier opvallend. De licht beschadigde appels vertoonden butsen van 0,25 - 1 cm², die na bewaring niet meer zijn terug te vinden.

Bij de perenpluk is in het transfertraject tussen plukband en hoofdtransportband geëxperimenteerd met en zonder de speciaal daarvoor ontworpen bandjes.

Eerst zijn een aantal rijen van het ras Beurré Hardy geplukt, in de gewone appeluitvoering, omdat deze peer vrij rond van model is en goed wil rollen. Na drie dagen bewaring is een palletkist uitgeraapt en kon worden vastgesteld dat geen schade aan de vruchten was aangericht, ook geen steelbreuk of krassen op de schil. De St. Rémy die hierna werd geogst vertoonde naar verwachting hetzelfde beeld.

Bij de Conférence was slechts  en rij bomen beschikbaar, waaruit door storm al de nodige vruchten waren gevallen. De peren waren sterk uitgegroeid en hadden de langwerpige vorm die steeds problemen bij het rollen had gegeven. Bij dit ras zijn daarom de speciale bandjes toegepast. In totaal kon maar  en palletkist worden geoogst. Bij het uitkomen van grote peren onderaan de vuller kwam zo nu en dan een peer klem te zitten. Opvallend ook was dat bij de pluk veel stelen werden afgebroken. Om vast te stellen of steelbreuk door de machine werd veroorzaakt is dit apart geanalyseerd. De resultaten zijn in tabel 13 weergegeven.

Tabel 12 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1983 bij het ras Golden Delicious.

Plaats van monstername	Beschadiging in gewichts-% in de klassen			
	gaaf	licht beschadigd	matig beschadigd	zwaar beschadigd
voor de vuller	94,2	5,8	-	-
op klep van vuller	93,9	6,1	-	-
appels die de rand van de palletkist raakten	93,3	6,7	-	-

Tabel 13 Resultaten van het beschadigingsonderzoek in 1983 bij het perenras Conférence (machine voorzien van bandjes tussen plukband en hoofdtransportband).

Plaats van monstername	Beschadiging in gewichts- % in de klassen				
	gaaf	zonder steel	licht beschadigd	matig beschadigd	zwaar beschadigd
1	69,9	25,2	4,4	0,5	-
2	76,3	23,0	0,7	-	-
3	73,3	26,7	-	-	-
4	82,0	13,0	4,0	-	1,0

De cijfers in deze tabel behoeven enige toelichting omdat ze niet alle even logisch lijken. Het hoge percentage peren zonder steel is opvallend. Enige steelbreuk bij het afplukken komt altijd wel voor, maar hier was duidelijk niet goed geplukt. De hoge bomen waren hier voor een deel debet aan, maar wanneer slechts 13% steelbreuk in de hele kist voorkomt, lijkt het erop of de andere plukker totaal geen steelbreuk heeft gehad. De monsternamen zijn vrij klein geweest, waardoor het onderlinge verband tussen de percentage niet mooi verloopt. Het eindresultaat is echter goed wanneer de steelbreuk door de plukker buiten beschouwing wordt gelaten. Er kwamen slechts 1% zwaar beschadigde peren voor, die alleen een gekneusde of afgebroken punt hadden. Deze schade werd opgelopen onderin de kistenvuller bij lange vruchten als die door de bocht gingen (In een nieuwe kistenvuller, speciaal voor peren, heeft men langere vingers gebruikt waardoor de bocht minder scherp is geworden. Volgens de fabrikant komt op deze plaats nu geen schade meer voor). Andere schade was hoegenaamd niet te vinden; de 4% lichte schade had ook betrekking op peren die met de nodige moeite door de bocht waren gegaan maar waar verder toch bijna niets mee was gebeurd. Schade bij de overgang van de plukband naar de hoofdtransportband is niet geconstateerd; de peren werden door de bandjes zeer snel verder gevoerd. Toen een bandje werd stilgezet, wilde geen peer meer over deze drempel; de gevolgen werden onmiddellijk zichtbaar. De machine is nu geschikt voor de perenoogst, mits tussen de plukbanden en de hoofdtransportband aangedreven bandjes worden gebruikt en de kistenvuller van lange vingers is voorzien.

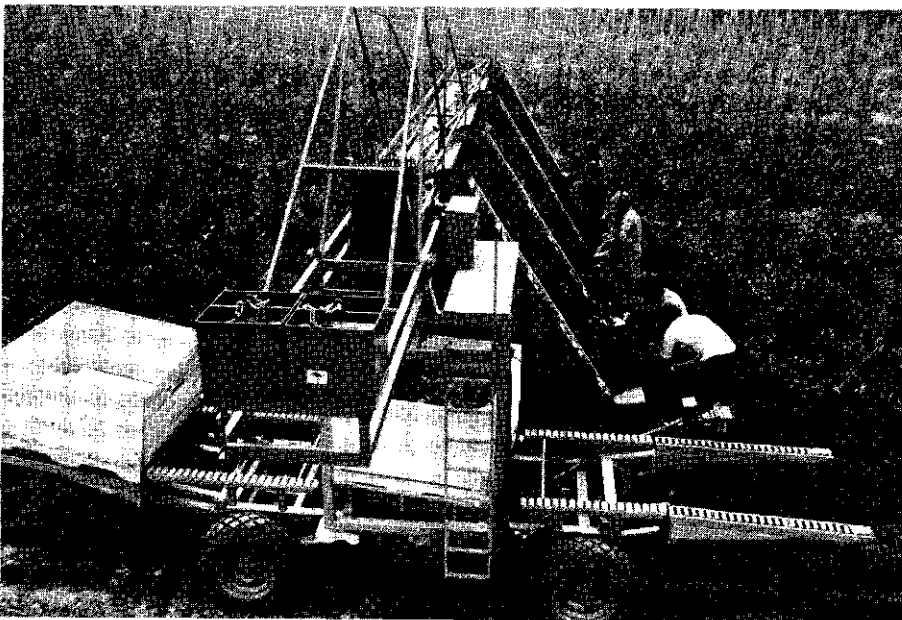
6.2.2 Plukprestatie

Het tweede ras waarin met de machine is geplukt waren driejarige Lombarts Calville geplant volgens het zevenrijensysteem, speciaal aangeplant voor onderzoek van het plukbandensysteem (afb. 16). De machine was bemand met vier plukkers aan vier bandjes. De chauffeur plukte mee aan de buitenkant van het perceel. Als vergelijking werd een perceel met plukemmers in palletkisten geplukt. Dit was nog uitvoerbaar omdat het perceel nog niet was volgroeid waardoor er nog voldoende ruimte was om tussen de bomen door te kunnen lopen. Bij een perceel met volgroeide bomen is plukken met emmers of met pluksleetjes niet meer mogelijk zonder veel extra loopwerk. De derde proef vond plaats in een aantal percelen ook volgens het zevenrijensysteem aangelegd. In het voorjaar waren de bestuiverrijen in deze percelen verplant om zo min mogelijk rassen in hetzelfde perceel door elkaar te krijgen. Bij de aanleg waren de rijen van deze rassen om en om geplant, maar het bleek voor de oogst te lastig om steeds met vier banden naast elkaar in verschillende rassen te moeten plukken. Het verplanten had een nadelige invloed op de groei en vruchtdracht, waardoor sommige plukkers onvoldoende werk aan hun band hadden. De plukprestaties zijn hierdoor wat laag uitgevallen. Bij de plukker speelde deze omstandigheid geen grote rol. Normaal mag op een plukprestatieverhoging

ten opzichte van het plukken met plukkers van 25% worden gerekend. In tabel 14 is samengevat welke plukprestaties bij de verschillende proeven werden behaald.

Tabel 14 Plukprestaties bij drie rassen in kg per man per uur incl. een rusttoeslag van 15% en tijd voor het wisslen van kisten en de prestatieverhoging die met de machine werd behaald ten opzichte van de pluk met de plukker.

Ras	Machine	Plukker	Prestatieverhoging machine t.o.v. handpluk
Lombarts Calville	260	212	23%
Elstar	238	168	17%
Golden Delicious	201	168	19%



Afb. 16 De plukhulp in de 7-rijen beplanting.

- 7 De economische gevolgen van een aangepaste mechanisatie voor een intensieve beplanting met 3000 bomen.
-

Aan de afdeling Economie van het Proefstation voor de Fruitteelt is aan het einde van het onderzoek het verzoek gericht om een aantal vergelijkende berekeningen uit te voeren met betrekking tot de bedrijfs-economische perspectieven voor een aangepaste mechanisatie voor intensieve beplantingen. Een bestaande berekening voor een standaard mechanisatie bij een boomdichtheid van 3000 bomen per ha is daarbij als vergelijkingsbasis genomen. Ook bij de aangepaste mechanisatie is deze boomdichtheid aangehouden. Bij deze berekeningen is uitgegaan van een bedrijf van 15 ha dat in zijn geheel voor de aangepaste mechanisatie geschikt is en van een werktuigendrager waarmee naast de oogst met het plukbandensysteem ook de gewasbescherming en onkruidbestrijding kan worden uitgevoerd. In de berekeningen is daarom geen bedrag voor een portaaltrekker opgenomen.

De aanschaffingskosten van een werktuigendrager voorzien van het plukbandensysteem en een demontabele spuitboom geschikt voor zowel gewasbescherming en onkruidbestrijding zijn op ca. f 150.000,-- gesteld. Er is echter rekening gehouden met eventuele duurdere uitvoeringen (resp. f 185.000,-- en f 225.000,--) met meer machines. In de volgende paragraaf zijn de overige uitgangspunten vermeld.

7.1 Uitgangspunten

- a. De capaciteit van de werktuigendrager is voldoende om 15 ha fruit te kunnen bewerken.
- b. Bij aanschaffing van een werktuigendrager kunnen van de bestaande mechanisatie de duurste trekker (f 40.000,--) en een spuitmachine (inclusief voor chemische onkruidbestrijding) vervallen (f 20.000,--).
- c. De werktuigendrager van f 150.000,-- vergt ten opzichte van een standaard mechanisatie een extra investering van f 6.000,-- per ha; bij een werktuigendrager van f 185.000,-- wordt dit f 8.333,-- per ha en bij een van f 225.000,-- gaat het om een bedrag van f 11.000,-- per ha. Aangenomen is dat de financiering met eigen vermogen gebeurt.
- d. Bij de werktuigendrager is het aantal spuituren (machine- en manuren) 20% lager dan bij een standaard mechanisatie.
- e. De plukprestatie is bij de werktuigendrager 25% hoger, behalve in het eerste jaar waarin de plukprestatie gelijk is gehouden aan die bij de standaard mechanisatie.
- f. Bij invoering van de werktuigendrager wordt uitgegaan van een gemiddelde produktieverhoging van 10% bij hetzelfde aantal bomen per ha. Uit proeven is gebleken dat bij intensieve plantsystemen deze verhoging in produktie reëel is. Om de consequenties daarvan te laten zien is een berekening op basis van gelijke produktie gegeven.

Uitgangspunt bij 3000 bomen per ha is een produktieniveau van 43020 kg per ha; 10% produktieverhoging betekent dan een produktie van 47320 kg per ha.

- g. Het voor de teelt benodigde aantal uren is steeds gelijk gehouden aan dat van de basisberekeningen.
- h. Bij de berekening van enkele economische kengetallen zijn bruto-opbrengstprijzen gehanteerd van f 0,65; f 0,75 en f 0,85 per kg.
- i. Alle berekeningen zijn exclusief WIR-premies uitgevoerd.

In tabel 15 zijn de op basis van de uitgangspunten onderzochte objecten vermeld.

Tabel 15 Schema objecten.

Code	Investe- rings- bedrag in gld.	Extra investe- per ha in gld.	Produktie- niveau	Pluk- prestatie	Sput- uren
0 standaard- mechanisatie	normaal	-	normaal	normaal	normaal
1 werktuigen- drager	150.000	6.000	normaal	+ 25 %	- 20 %
2 werktuigen- drager	150.000	6.000	+ 10 %	+ 25 %	- 20 %
3 werktuigen- drager	185.000	8.333	+ 10 %	+ 25 %	- 20 %
4 werktuigen- drager	225.000	11.000	+ 10 %	+ 25 %	- 20 %

7.2 Resultaten

Hieronder zijn de resultaten van een aantal kostenberekeningen en een aantal economische kengetallen gegeven.

7.2.1 Kostenberekeningen

Tabel 16 Investerings- en kosten in gld. per ha (3000 bomen) van de verschillende mechanisatievormen (voor code zie tabel 15).

Code	0	1	2	3	4
Investering in duurzame produktiemiddelen (excl. grond)	24.500	30.500	30.500	32.800	35.500
Aanlegkosten beplanting	28.900	28.900	28.900	28.900	28.900
Stichtingskosten beplanting	53.500	55.700	55.800	56.800	57.500
Kosten duurzame produktiemiddelen (excl. grond)	3.120	4.120	4.120	4.510	4.960
Totale kosten	31.870	32.590	33.780	34.350	35.400
Totale kosten/100kg	74,10	75,80	71,40	72,60	74,80

De mechanisatievorm is niet van invloed op de aanlegkosten van een fruitaanplant, zodat voor alle objecten hetzelfde bedrag staat genoteerd. De stichtingskosten ondergaan wel een invloed, voornamelijk als gevolg van de toenemende investeringen. Vergeleken met object 0 hebben alle andere objecten hogere stichtingskosten.

Het in de duurzame produktiemiddelen geïnvesteerde vermogen is bij de werktuigendrager hoger, afhankelijk van het uitgangspunt van f 6.000,-- per ha (objecten 1 en 2) tot f 11.000,-- per ha (object 4). Dit geldt derhalve ook voor de kosten van de duurzame produktiemiddelen (rente en afschrijving). Dit werkt door zowel in de stichtingskosten alsook in de totale kosten per ha in de produktiefase.

Wanneer de totale kosten per ha in verband worden gebracht met de produktie per ha, dan zien we dat bij object 1 de totale kosten per 100 kg f 1,70 hoger uitvallen dan bij de standaardmechanisatie. Een investering van f 150.000,-- in een werktuigendrager wordt dus niet bij een normaal produktieniveau gecompenseerd door de hogere plukprestatie en

een kleiner aantal spuituren. Bij een produktieverhoging van 10% bij dezelfde investering blijken de totale kosten per 100 kg f 2,70 lager te zijn (object 2). Bij een investering van f 185.000,-- in een werktuigendrager (object 3) zijn ze f 1,50 per 100 kg lager. Bij een investering van f 225.000,-- komen ze weer hoger uit, namelijk f 0,70 per 100 kg meer (object 4).

7.2.2 Economische kengetallen

Contante waarde, terugverdiëntijd en liquiditeitsontwikkeling zijn economische kengetallen waarmee het mogelijk is investeringen te vergelijken. Als basis voor deze kengetallen wordt het saldo gebruikt. Het saldo wordt verkregen door van de bruto opbrengst per ha (produktie x prijs) de directe kosten per ha af te trekken. De directe kosten bestaan uit losse arbeid, materiaal, brandstof, afleveringskosten, veilingkosten en de hagelverzekering. In afleveringskosten zijn begrepen centraal sorteren, transport, fusthuur, verpakkingsmateriaal en produktheffing.

- Contante waarde

Door toekomstige netto ontvangsten (de saldi) terug te rekenen naar het moment van investeren wordt de contante waarde van die ontvangsten bepaald. In dit kengetal wordt dus rekening gehouden met de tijdsfactor. Het contant maken gebeurt met behulp van een rentevoet, ook wel disconteringsvoet genoemd, die voor deze berekeningen op 8% werd gesteld. Het verschil in contante waarde tussen standaardmechanisatie en werktuigendrager kan nu vergeleken worden met de extra investering die ten opzichte van de standaardmechanisatie voor de werktuigendrager moet worden gedaan. Is het bedrag hoger dan de extra investering dan is deze investering verantwoord, is het lager dan uiteraard niet. Om de netto contante waarde te berekenen moeten dus de extra investeringen op de contante waarde in mindering worden gebracht.

Tabel 17 Verschillen in contante waarde van de saldi tussen de standaard mechanisatie en de werktuigendrager vergeleken met de extra investering voor de werktuigendrager (gld. per ha).

kg-prijs	Code	1	2	3	4
f 0,65		1.784	11.990	11.990	11.990
f 0,75		1.784	14.414	14.414	14.414
f 0,85		1.784	16.838	16.838	16.838
Extra investering/ha		6.000	6.000	8.333	11.000

Een extra investering van f 6.000,-- per ha bij een normaal produktie-niveau is niet aantrekkelijk (object 1). Wanneer 10% produktieverhoging wordt gerealiseerd wordt de extra investering ruimschoots gecompenseerd (object 2). Dit is ook het geval bij een extra investering per ha van f 8.333,-- (object 3). Bij een extra investering van f 11.000,-- per ha en een kg-prijs van f 0,65 wordt deze investering maar net terug-verdiend. Bij een hogere kg-prijs is het resultaat beter (object 4).

- Terugverdiëntijd

De periode waarin het totaal aan investeringen in een beplanting wordt gecompenseerd door de netto-ontvangsten wordt de terugverdiëntijd genoemd. De ontvangsten bestaan uit de diverse saldi die echter niet constant gemaakt worden, zodat dit kengetal geen rekening houdt met de tijdsfactor. In tabel 18 wordt een overzicht gegeven van de terug-verdiëntijd voor de werktuigendrager.

Tabel 18 Terugverdiëntijd (in jaren) bij investeringen in de verschillende mechanisatievormen bij verschillende kg-prijzen.

kg-prijs	Code	0	1	2	3	4
f 0,65	3,9	5,3	5,0	5,2	5,4	
f 0,75	4,3	4,7	4,4	4,6	4,7	
f 0,85	3,9	4,3	4,1	4,2	4,3	
Extra investering/ ha (gld.)		-	6.000	6.000	8.333	11.000

Een extra investering betekent in alle gevallen een langere terug-verdiëntijd ten opzichte van de standaardmechanisatie (object 0). Naarmate het geïnvesteerde bedrag hoger wordt, wordt de periode langer. De produktieverhoging van 10% heeft hier echter wel een nivellerende invloed (vergelijk object 3 met object 1). Door deze produktieverhoging leidt deze investering niet tot een langere terugverdiëntijd. Algemeen kan gesteld worden dat de verschillen niet groot zijn en dat de terugverdiëntijd in alle gevallen redelijk kort genoemd mag worden. Op grond van de terugverdiëntijd kan dan ook worden geconcludeerd dat de risicofactor bij de nieuwe mechanisatie niet of nauwelijks groter wordt.

- Liquiditeitsontwikkeling

Vooraf in de eerste jaren, als de fruitbeplanting nog niet in volle produktie is, is het van belang te letten op het voorhanden zijn van voldoende liquide middelen. Zeker wanneer negatieve saldi worden verkregen kan de liquiditeitspositie van het bedrijf problematisch worden. In tabel 19 wordt een overzicht gegeven van de liquiditeitsverandering bij de verschillende objecten waarbij rekening is gehouden met de extra investeringen voor de werktuigendrager.

Tabel 19 Verschillen in liquiditeitsontwikkeling ten opzichte van de standaardmechanisatie bij verschillende kg-prijzen (per ha).

kg-prijs	Code	1	2	3	4
Begin 1e groeijaar		-6.000	-6.000	- 8.333	-11.000
Eind 5e groeijaar					
	f 0,65	-5.223	-1.619	- 3.395	- 6.619
	f 0,75	-5.223	- 753	- 3.086	- 5.753
	f 0,85	-5.223	112	- 2.221	- 4.888
Eind 10e groeijaar					
	f 0,65	-3.923	7.852	5.519	2.852
	f 0,75	-3.923	10.650	8.317	5.650
	f 0,85	-3.923	13.447	11.114	8.447

Object 1 geeft duidelijk het slechtste resultaat. Op het eind van het tiende jaar is er nog steeds een achterstand in liquiditeitsontwikkeling. Gezien het verloop zal dat verschil negatief blijven gedurende de gehele economische levensduur van de beplanting (15 jaar). De laagste investering bij een produktieverhoging van 10% geeft het beste resultaat (object 2). Naarmate de investering stijgt wordt de liquiditeitspositie ongunstiger, waarbij gesteld kan worden dat object 3 nog wel aanvaardbaar resultaat geeft maar object 4 niet of nauwelijks.

8 Eindconclusies

8.1 Teeltkundig

- . Het is mogelijk een meerrijenbepplanting te realiseren met 3000 bomen per ha door deze volgens een beddensysteem aan te planten met 7 rijen per bed geplant op 2 m x 1 m met rijpaden van 3 50 m. (zie afbeelding 17).
- . Gewasbescherming is goed uitvoerbaar met:
 - a. een portaaltrekker met aangebouwde spuitkegels;
 - b. een standaardtrekker met aangepaste nevelspuit.
- . De onkruidbestrijding kan worden gedaan met:
 - a. een portaaltrekker met spuitboompjes;
 - b. een aangepast frame op de standaardtrekker in combinatie met een normale spuitmachine;
 - c. spuitboompjes gemonteerd op de plukbandenmachine.
- . Het grasmaaien in de bedden kan met de portaaltrekker worden gedaan of indien het perceel wordt zwart gehouden moeten alleen de paden met de gewone cirkelmaaier worden gemaaid.
- . De snoeiwerkzaamheden kunnen op de normale wijze worden uitgevoerd. Zowel met hand- als pneumatische scharen kan worden gewerkt.
- . Het snoeihout versnipperen van de binnenpaden kan met een kleine handcirkelmaaier worden gedaan.
- . De bestuiversrijen moeten bij voorkeur per heel bed worden verdeeld. Op deze wijze kan de plukbandenmachine optimaal werken en de chauffeur altijd meeplukken.
- . De opbrengsten worden als gevolg van de volveldsachtige bepplanting volgens uitgebreide proeven gemiddeld 10% hoger dan bij een gelijk aantal bomen geplant volgens het enkelrijstelsel.
- . De bomen mogen niet hoger worden dan reikhoogte of wel ca. 2.25 m. omdat de oogst geheel vanaf de grond moet geschieden.

8.2 Arbeidskundig

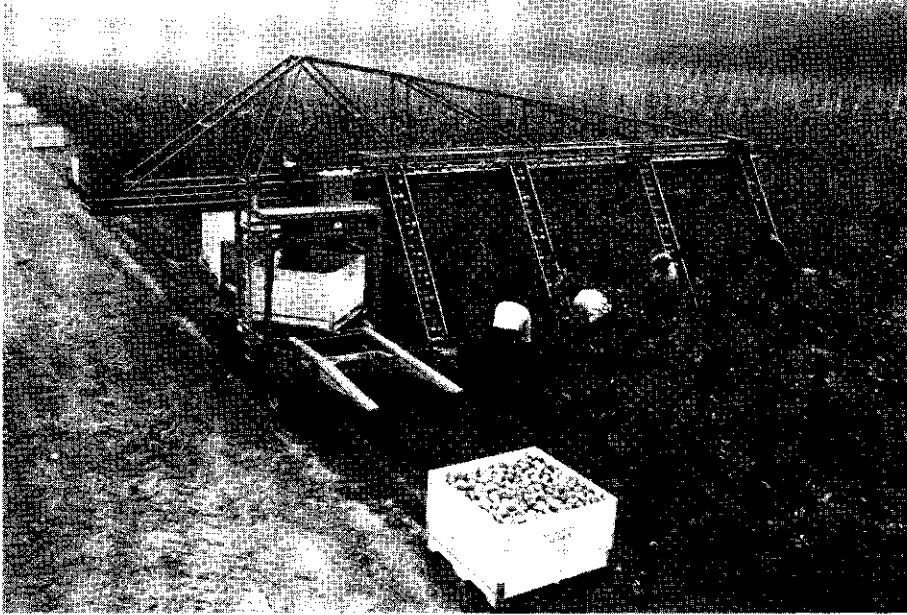
- . Het onderhoud van een volveldsbepplanting is eenvoudig en mechanisch goed uitvoerbaar.
- . De portaaltrekker is een vrij groot werktuig welke enige routine behoeft (zie afbeelding 18).
- . Indien men de voorkeur geeft aan een mechanisatie-systeem zonder portaaltrekker dan kan het spuitwerk met een aangepaste nevelspuit gebeuren. Doordat minder ritten worden gemaakt bespaart men ca. 20% op de spuituren.
- . Bij een mechanisatiesysteem zonder portaaltrekker kan men niet meer in de bedden maaien. De grond moet dan worden zwart gehouden.
- . De pluk kan voor de gehele oogst met het plukbandensysteem in palletkisten worden gedaan. De arbeidsprestatie is sterk afhankelijk van allerlei omstandigheden maar gemiddeld ongeveer 25% hoger dan bij plukmer-plukken.



Afb. 17 Een zeer duidelijk beeld van de aanplant volgens het 7-rijen systeem van de Lombarts Calville op de proeftuin "Grebbedijk".



Afb. 18 De portaaltrekker voorzien van spuitkegels aan het werk in de aanplant.



Afb. 19 De laatste uitvoering van de plukhulp in de 7-rijen aanplant van Elstar op de "Grebbedijk".

van f 1,70 per 100 kg ten opzichte van standaardmechanisatie. Bij 10% produktieverhoging zijn de totale kosten echter f 2,70 per 100 kg lager dan bij de standaardmechanisatie.

Wordt f 185.000,— geïnvesteerd dan zijn de totale kosten per 100 kg nog f 1,50 lager; bij een investering van f 225.000,— echter f 0,70 per 100 kg hoger dan bij de normale mechanisatie.

- Het verschil in contante waarde tussen standaardmechanisatie en een werktuigendrager van f 150.000,— is bij een normaal produktieniveau niet voldoende om de extra investering verantwoord te doen zijn. Bij 10% produktieverhoging wordt de extra investering, zelfs bij een kg-prijs van f 0,65 ruimschoots goedge maakt. Ook een extra investering van f 8.333,— per ha wordt ruimschoots gecompenseerd bij alle gehanteerde opbrengstprijzen. Een extra investering van f 11.000,— per ha wordt bij een kg-prijs van f 0,65 maar ternauwernood goed gemaakt.
- De terugverdientijd is ten opzichte van de standaardmechanisatie bij alle objecten langer. Dit geldt voor alle gehanteerde kg-prijzen.

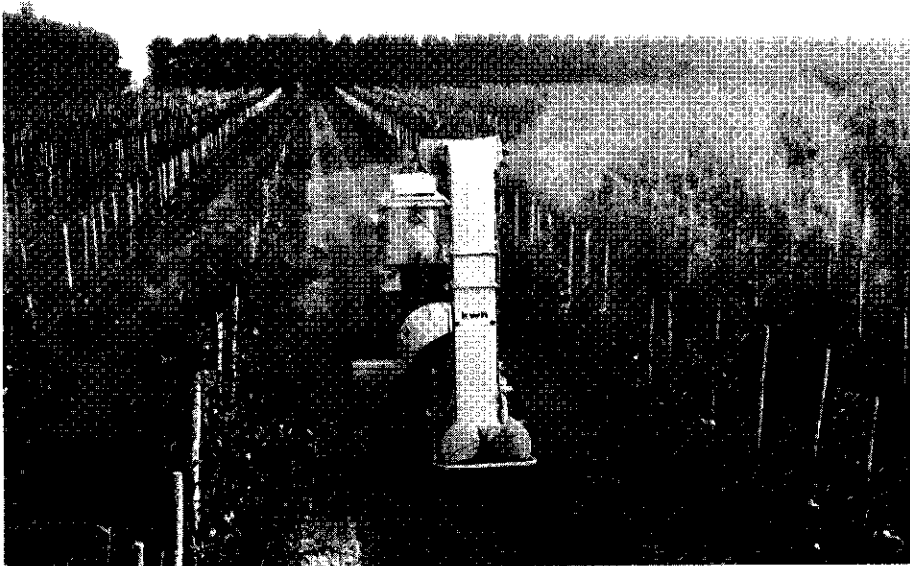
Het best komen object 2 (investering f 150.000,-- bij 10% produktieverhoging) en object 3 (investering f 185.000,-- bij 10% produktieverhoging) uit de bus. Het slechtst is object 4 (investering f 225.000,-- bij 10% produktieverhoging) en object 1 (investering f 150.000,-- bij een normaal produktieniveau).

De verschillen met de standaardmechanisatie zijn overigens niet groot en de terugverdientijd is bij alle objecten redelijk kort te noemen.

- Het liquiditeitsverschil ten opzichte van de standaardmechanisatie is bij object 1 (investering f 150.000,--; normaal produktieniveau) altijd negatief. Object 2 (investering f 150.000,--; 10% produktieverhoging) komt als beste naar voren gevolgd door object 3 (investering f 185.000,--; 10% produktieverhoging). Object 4 (investering f 225.000,--; 10% produktieverhoging) lijkt niet aanvaardbaar, hoewel het resultaat beter is dan dat van object 1 (investering f 150.000,--; normaal produktieniveau). Object 4 geeft op langere termijn wel enig liquiditeitsvoordeel maar gezien het geringe verschil en het verloop van de andere kengetallen moet dit object niet als aantrekkelijk worden gezien.

Laatste ontwikkelingen

In de loop van 1984 zijn door het I.M.A.G, als alternatief voor de portaaltrekker, een aantal nieuwe machines aangeschaft, die speciaal zijn gebouwd voor toepassing in het 7-rijen plantsysteem. Hoewel het testen van deze machines het komende seizoen zal plaatsvinden lijken de gebruiksmogelijkheden van deze machines erg goed. Het voordeel van deze machines is dat zij zowel in de traditionele enkel rij of in andere meerrij-plantsystemen kunnen worden toegepast. Voor een bedrijf dat geleidelijk wil over schakelen van b.v. een enkel rij systeem naar het 7-rijen systeem zijn dan niet van die ingrijpende investeringen in andere machines noodzakelijk. Onderstaande afbeeldingen geven een indruk van de werking van deze machines.



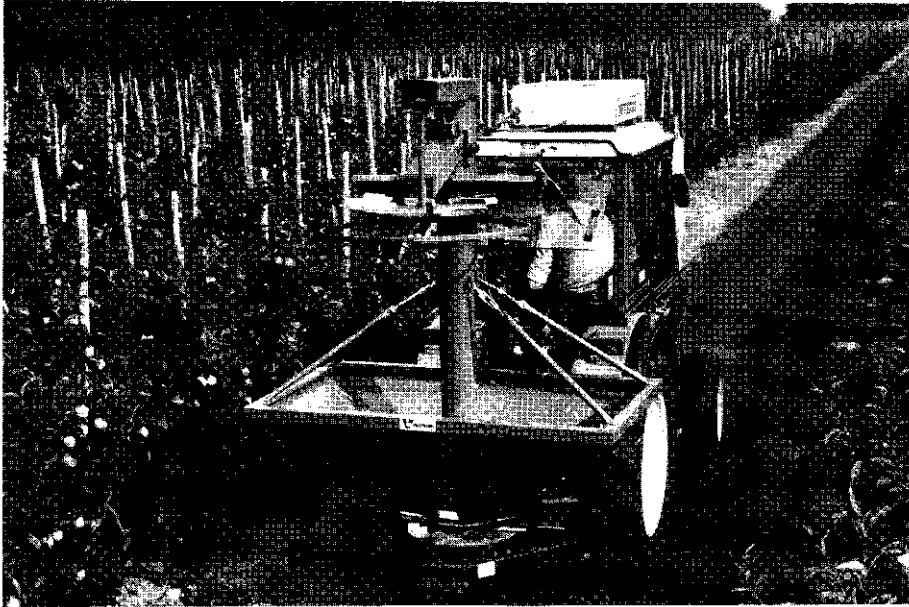
afb. 20. Een nevelspuit voorzien van 1 ventilator met regelbare luchtverdeling voor onder en boven. De bovenste luchtmonden zijn hydraulisch verstelbaar d.m.v. een stuurventiel in de kabine van de trekker. De bedden worden vanuit de paden tot de helft gespoten.



afb. 21. Een onkruidspuit met een uitklapbare spuitboom met hoogte en breedte instelmogelijkheden tot een totale spuitbreedte van ca 7.00 meter. Met deze spuit kan de ondergrond in de beplanting worden zwart gehouden, zodat men niet meer met de trekker in de aanplant behoeft te rijden.



afb. 22. Een detailopname van van een spuitboom in werking. Erg goed is de verdeling van de spuitvloeistof op de grond te zien.



afb. 23. Een kunstmest strooier met een verhoogde strooier, die de kunstmest in het voorjaar over een breedte van ca 10 meter kan werpen op een hoogte van ca 2.00 m, waardoor een goede verdeling plaats vindt.

Summary

From 1979 to 1984 research was done to develop and test a system for planting apple orchards with approximately 3000-3500 trees per hectare, in combination with a suitable mechanized system for spraying, mowing, weed control and harvesting.

Culture

- . It was found that an orchard planted with trees spaced 2 x 1 m in "beds" of 7 rows separated by paths 3.50 m wide can be handled very well mechanically.
- . The mechanical work (e.g. spraying, mowing, weed control and fertilizing) can be done with a straddle-tractor provided with the necessary equipment. A modified spraying machine can also be used for pest control. For the weed control an extending frame with nozzles can be built onto the standard tractor or the picking aid.
- . The grass can be mowed with the straddle-tractor; if a standard tractor is used then the orchard must be sprayed with herbicides so that only the paths between the beds have to be mowed.
- . Pruning is done normally, by hand or using pneumatic equipment.
- . The close spacing of the trees in this so-called "full-field" system produces yields some 10% higher than those obtained from single rows.
- . The trees must be kept approximately 2.25 m high, because harvesting is done from the ground, with the picking aid.

Mechanization and labour

- . All the work can be done mechanically, and is very easy.
- . The straddle-tractor is a large machine and the operator must learn how to handle it.
- . Spraying and weed control in a full-field system require approximately 20% less labour than in a single row system, because more rows are sprayed simultaneously.
- . The prunings are cut up with the straddle-tractor. If a standard tractor is used it must be fitted with a special two-wheeled mower and the job takes about 1/2 hour per hectare.
- . A special picking aid has been developed for harvest, consisting of a self-propelled unit comprising a binfiller and an overhead conveyor that overhangs 4 tree rows. Four picking belts are attached to the main belt and hang down between the rows. The picking belts enable the pickers to pick continuously. Picking output is approximately 25% higher than with picking buckets. The work is also much easier.

- . The picking aid can be used in a single row system as well as in a multiple row system.
- . The machine can work with 1-7 pickers in a single run and its capacity under Dutch conditions is approximately 15 hectares with 40000 kg per hectare.

Quality

- . The picking aid can be used for apples or pears and does not damage the fruit, not even to the apple James Grieve.
- . The speed of the picking aid is continuously adjustable and also the speed of the belts can be adjusted to the amount of fruit that is being picked at a certain time. This does not affect the quality.
- . When harvesting Conference pears a special transfer unit must be installed between the picking belt and the main belt to prevent the fruit stream being blocked.

Economy

- . The 10% higher yield, 25% reduction in picking labour and 20% reduction in spraying hours justify the expense (approx. f 150.000) of investing in modified machinery.
- . An additional investment of f 6.000 per hectare is feasible, given a 10% increase in yield and a price of 65 cent per kg, which enable these costs to be recouped in a reasonable time (approx. 5 years).
- . All depends on the extra yield and the labour savings. Experiments with orchards planted according to the full-field system have proved that these can be obtained. The 25% decrease in picking labour has indeed proved realistic in practice on commercial farms as well as on the IMAG experimental farm.