INSTITUUT VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE

maart 1970

Onderzoek naar de landbouwkundige waarde voor Nederland van een bietenoogstsysteem met gebruikmaking van een drierijige Amerikaanse Farmhand rooier.

J.J. van Leeuwen en E.N.C. Meijer

Dr. S. L. Mansholtlaan 12 - Wageningen tel. 08370-6411

2287149

Rapport 156 maart 1970

Onderzoek naar de landbouwkundige waarde voor Nederland van een bietenoogstsysteem met gebruikmaking van een drierijige Amerikaanse Farmhand rooier.

J.J. van Leeuwen en E.N.C. Meijer

Overneming alleen toegestaan na overleg met de schrijvers

Stnr. 60-165-6-4-'70
dVR

2287149

INHOUD blz.

	SAMENVATTING	
1.	INLEIDING	2
2.	BESCHRIJVING VAN HET OOGSTSYSTEEM EN DE WERKTUIGEN	4
2.1.	Oogstsysteem	4
2.2.	De rooier	4
2.3.	De Farmhand kopper (ontbladermachine)	6
2.4.	De Moreau kopper	6
2.5.	Benodigd trekkervermogen	7
3.	KWALITEIT VAN HET OOGSTWERK	8
3.1.	Beschrijving van oogstomstandigheden	8
3.2.	Methoden ter bepaling van de kwaliteit	9
3.2.1.	Kopkwaliteit	9
3.2.2.	Rooikwaliteit	10
3.2.3.	Reinigingskwaliteit	10
3.2.4.	Waarnemingen	11
3.3.	Resultaten	12
3.3.1.	Rooiomstandigheden	12
3.3.2.	Kopverliezen en koptarra	14
3.3.3.	Opbrengst, rooiverliezen en grondtarra	15
3.3.4.	De invloed van de rooisnelheid op de kwaliteit van het rooiwerk	16
4.	CAPACITEIT EN ARBEIDSBEHOEFTE	20
4.1.	Algemeen	20
4.2.	Tijdwaarnemingen	20
4.3.	Berekeningsmethode	21
4.4.	Berekeningen	22
4.4.1.	Rooien	22
4.4.2.	Koppen	25
4.4.3.	Transport	26
4.4.4.	Berekening van de taaktijd en van de capaciteit van de rooier	28
4.5.	Beschrijving storingen	31
5.	BEGROTING VAN DE KOSTEN	32
5.1.	Algemeen	32
5.2.	Uitgangspunten	33
5.3.	Berekening	33
6.	CONCLUSIES	35
7.	LITERATUUR	36

Bijlage 1: Technische gegevens Farmhand F 808-A bietenrooier.

Bijlage 2: Neerslag in de periode van rooien.

SAMENVATTING

Bij de bietenoogst worden vele typen bietenrooiers en bijbehorende oogstsystemen toegepast. Door de veranderde prijsverhouding tussen arbeid en machine vindt een ontwikkeling plaats in de richting van meerrijige machines. Deze machines maken het mogelijk met minder arbeid en met minder kosten een grotere oppervlakte te oogsten.
Er werd onderzocht of de drierijige Farmhand bietenrooier een stap vooruit betekent in deze richting. Daarbij werd aandacht geschonken aan de kwaliteit van het geleverde werk en aan de voor het rooien benodigde tijd. Uit een berekening op basis van de waarnemingen, kan worden afgeleid dat de capaciteit ongeveer gelijk is aan de capaciteit van de tot nu gebruikte zesrijige Franse systemen, doch met een iets lagere arbeidsbehoefte. De kwaliteit van het geleverde werk was ongeveer gelijk aan de kwaliteit van de tot nu toe gebruikte rooiers. Een kostenbegroting leverde, bij de huidige prijsverhoudingen, als resultaat ongeveer gelijke kosten voor de oogst met behulp van de Farmhand rooier als voor de oogst met de Franse werktuigen. Hieruit werd geconcludeerd dat de Farmhand rooier geen grote financiële voordelen oplevert, al is de arbeidsbehoefte lager.

1. INLEIDING

In Nederland wordt 90 % van het bietenareaal machinaal geoogst. De oogst bestaat uit de volgende bewerkingen:
- verwijderen van koppen en blad;
- rooien;
- laden en transport.

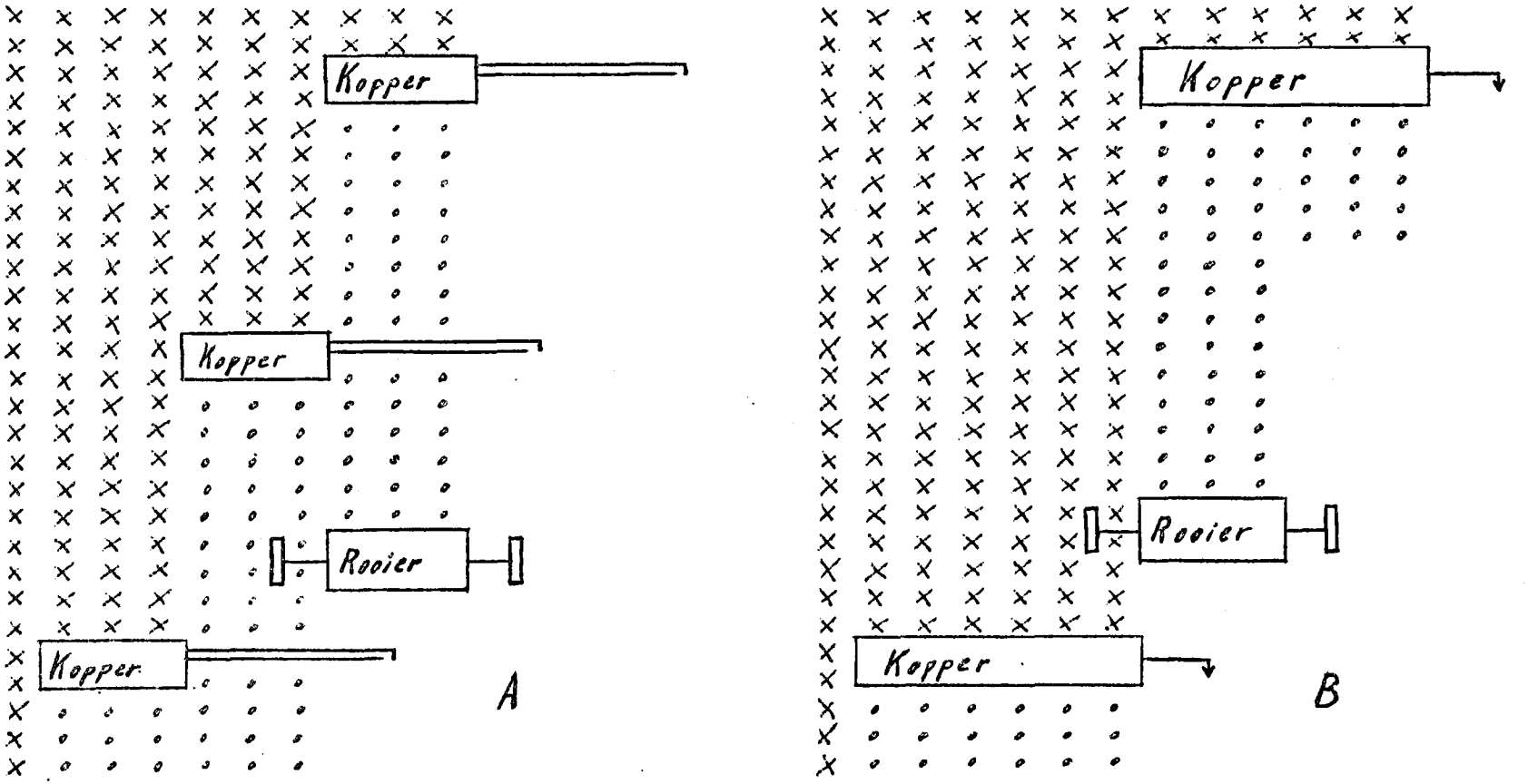
Deze bewerkingen kunnen gescheiden of gecombineerd worden uitgevoerd met één of meer machines. Het grootste deel van de oppervlakte wordt geoogst met getrokken eenrijige werktuigen, die tegelijk koppen, rooien en bieten verzamelen.
Deze werktuigen hebben het bezwaar dat de dagcapaciteit tamelijk laag is en de arbeidsbehoefte hoog. Daarom is er sinds enige jaren een ontwikkeling gaande in de richting van meerrijige werktuigen. Met de komst van deze werktuigen is de capaciteit aanzienlijk gestegen, maar omdat bij een deel van deze werktuigen de bovengenoemde bewerkingen in gescheiden werkgangen werden uitgevoerd, bleef de arbeidsbehoefte nog tamelijk hoog.
Door een Amerikaanse fabriek is enkele jaren geleden (Postuma en Coolman, 1964) een drierijige bietenverzamelrooier gebouwd, die door een hoge rijsnelheid in staat zou moeten worden geacht een hoge capaciteit te combineren met een lagere arbeidsbehoefte dan de tot nu toe in Nederland bekende werktuigen. Daarom werd een onderzoek ingesteld naar de landbouwkundige waarde van deze machine. Daar de machine wordt gebruikt als onderdeel van een oogstsysteem, was het noodzakelijk het gehele oogstsysteem in de beschouwing te betrekken.
Het onderzoek werd geconcentreerd op de volgende vragen:
1. Welke eigenschappen heeft de machine en volgens welk systeem wordt er mee gewerkt?
2. Hoe is de kwaliteit van het geleverde werk?
3. Welke oppervlakte kan per dag met de machine worden gerooid en hoe hoog is de arbeidsbehoefte?
4. Welke kosten brengt de oogst met zich mee bij gebruik van deze rooier?

De kwaliteit van het werk zou door de hoge rijsnelheid in het gedrang kunnen komen, waardoor het voordeel van de lagere arbeidsbehoefte misschien teniet zou worden gedaan.
Een hoge capaciteit is gewenst, omdat men dan, bij gelijkblijven der overige aspecten, vrijer is in de keuze van het tijdstip van rooien en een beter gebruik kan maken van de meestal korte perioden met gunstige weers-

omstandigheden. De oogstkosten per ha vormen, naast de verliezen, een belangrijke factor bij de keuze van een oogstsysteem.

Bij het onderzoek naar de kwaliteit werden de percentages kop- en grondtarra bepaald, evenals de verliezen op en in de grond bij verschillende omstandigheden.
Daar de capaciteit en de arbeidsbehoefte niet in het veld konden worden vastgesteld, werden ze met behulp van waarnemingen en basisgegevens berekend.
Voor de kosten werd een begroting opgesteld en ter vergelijking werden ook begrotingen gemaakt van de oogstkosten met een eenrijig en met een zesrijig rooisysteem. Bij deze begrotingen werden ook de arbeidskosten in rekening gebracht.

Het onderzoek werd in 1968 en 1969 door het I.L.R. uitgevoerd op het proefbedrijf "De Oostwaardhoeve" in de Wieringermeer. Gedurende het eerste jaar droeg het onderzoek een oriënterend karakter en werd het verricht door de heer E.N.C. Meijer. In 1969 werd het voortgezet door de heren E.N.C. Meijer en J.J. van Leeuwen. De tijdwaarnemingen werden verricht in samenwerking met de heer F.J. Edens.
Bij de uitwerking werd, wat betreft de capaciteit en de arbeidsbehoefte, medewerking verleend door ir. M.M. de Lint en wat betreft de kostenbegroting door ir. J.M. Lange.



Mogelijke standen van de koppers ten opzichte van de rooier.
A: drierijige kopper. B: zesrijige kopper.

2. BESCHRIJVING VAN HET OOGSTSYSTEEM EN DE WERKTUIGEN

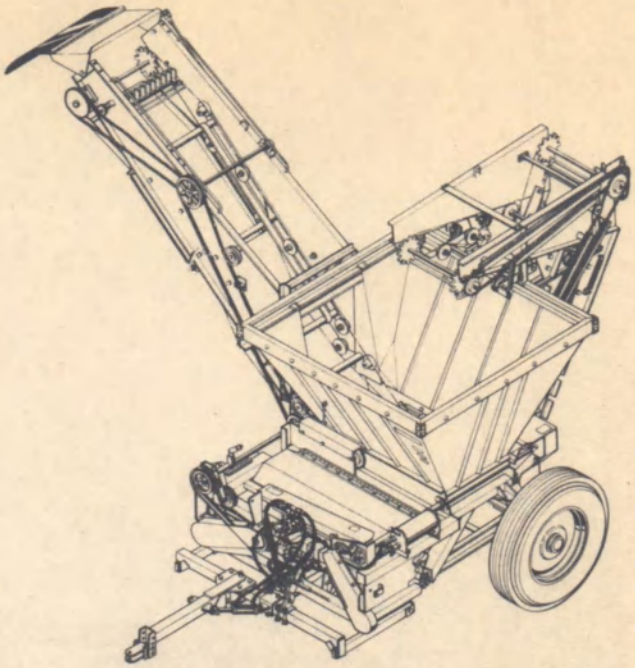
2.1. Oogstsysteem

De Farmhand bietenrooier is niet voorzien van een kopinrichting en kan dus alleen worden gebruikt in een tweefasensysteem, dwz. dat het koppen en het rooien moet worden uitgevoerd in twee gescheiden werkgangen. Per werkgang worden drie rijen gerooid; het koppen moet dus ook met een meerrijig werktuig plaatsvinden, als de rijsnelheden ongeveer gelijk zijn.
Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van een drierijige Farmhand kopper en een zesrijige Moreau kopper. De koppen en het blad worden zijdelings afgevoerd naar het reeds gerooide deel van het perceel en in langszwaden gelegd. De kopmachines werken vóór de rooier uit, maar mogen niet meer dan zes rijen voorlopen op de rooier, daar, bij een grotere voorsprong, de koppen en het blad op nog niet gerooide bieten zouden worden gedeponeerd. Dit betekent dat de zesrijige kopper maximaal één omgang voor mag zijn op de rooier en de drierijige nagenoeg twee omgangen (zie schema).
De zijafvoertransporteur van laatstgenoemde is daarvoor lang genoeg.
Het rooierwiel dat door het nog niet gerooide gewas loopt, kan de bieten omdrukken als de afstand tussen de rijen niet overal gelijk is. Tevens kan het kopresultaat door dat wiel ongunstig worden beïnvloed als de rijen waartussen dat wiel loopt nog niet zijn gekopt. Het is dus gewenst, dat de drierijige kopper meer dan één omgang voor is op de rooier.
De rooier is voorzien van een grote verzamelbak, die stilstaand en rijdend kan worden gelost. Een apart werktuig voor het laden is dus niet nodig.

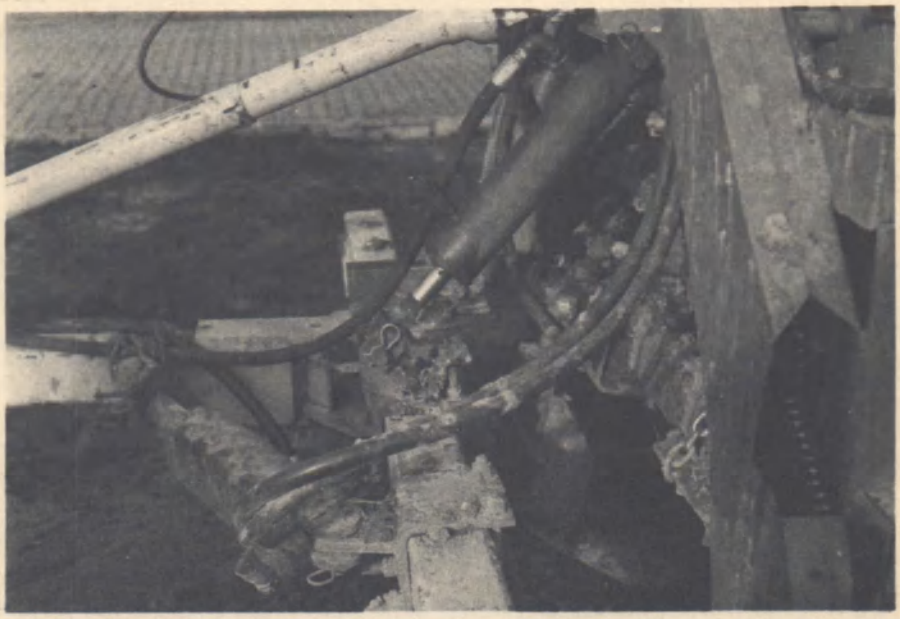
2.2. De rooier

De machine hangt in de vaste trekhaak of in de trekbalk van de trekker en wordt door de aftakas aangedreven.
De bieten worden gerooid, gereinigd en in een verzamelbak met een inhoud van $\pm$ 5 m^3 verzameld.
Het rooimechanisme bestaat uit door de grond aangedreven wiellichters, die men aan de bevestigingsbalk van de machine kan verschuiven. Hierdoor zijn verschillende rijenafstanden mogelijk vanaf 50,8 cm; komt de rijenafstand boven de 61 cm dan wordt de machine tweerijig. Ook op bedden geteelde bieten kunnen worden geoogst. De wiellichters zijn breder en nauwer te stellen door tweemaal drie vulplaten bij elk stel wiellichters, hetzij aan de binnenkant (breder), hetzij aan de buitenkant (nauwer), te

Taster van de Farmhand bietenrooier



Schematisch overzicht v.d. Farmhand bietenrooier



Hydraulische cilinders voor besturing en diepteregeling v.d. rooier

De Farmhand drierijige bietenrooier

monteren. Elke vulplaat heeft een dikte van 3,5 mm.
Nadat de bieten zijn gelicht (en daarbij omhooggebracht) worden ze met behulp van rubber klepels op een horizontale ketting geworpen. Hierbij wordt grond van de bieten geslagen en kunnen kluiten worden gebroken. Een rubber flap boven de voorkant van de ketting zorgt er voor dat de bieten vooraan op de ketting komen.
Twee in V-vorm geplaatste vierkante trommels zorgen er voor dat de stroom bieten die vóór op de ketting 1,20 m breed is, versmald wordt tot 75 cm. Onder de trommels door wordt een deel van de grond afgevoerd, waarbij ook kleine bietjes verloren kunnen gaan. De overgang van het horizontale naar het verticale transport wordt gevormd door twee met rubber beklede vierkante trommels, die kluiten breken en grond en bladresten verwijderen.
De bieten worden omhooggevoerd tussen twee met verschillende snelheid draaiende opvoerkettingen en in de verzamelbak geworpen. De verzamelbak kan snel worden leeggedraaid. De bodem van de verzamelbak bestaat uit een zeefketting, die tegelijk met de zeefketting van de zijafvoertransporteur in werking wordt gesteld.
De rooier is voorzien van een eigen hydraulisch systeem, dat door de aftakas wordt aangedreven. Met behulp van dit systeem wordt de machine automatisch bestuurd.
De stuurinrichting bestaat uit een taster die een dubbelwerkende horizontaal tussen rooier en trekboom bevestigde cilinder bedient.
De taster is voor het middelste stel wiellichters bevestigd en bestaat uit een verticale as met twee horizontale geleideschoenen. De bieten moeten tussen de geleideschoenen door. Wordt de hoek van de geleideschoen ten opzichte van de rooier gewijzigd, dan treedt de cilinder in werking, waardoor de hoek tussen rooier en trekboom zodanig wordt gewijzigd, dat de uitgangshoek van de geleideschoenen ten opzichte van de rooier weer tot stand komt en de bieten dus weer recht voor de wiellichters staan. Als de afstand tussen de rijen niet steeds hetzelfde is, zoals bij aansluitingen van zaaimachineslagen, zullen er verliezen optreden. Dit bezwaar is te ondervangen door niet te rooien over de aansluitingen heen, maar steeds de zaaimachineslagen te volgen. Er moet dus worden gezaaid op een veelvoud van drie rijen. De stuurinrichting kan ook vanaf de trekker worden bediend om de wiellichters bij het inzetten recht voor de rijen te brengen.
De cilinder voor de diepteregeling wordt aangesloten op het hydraulische systeem van de trekker.

2.3. Farmhand kopper (ontbladermachine)

De Farmhand kopper wordt meestal aangeduid met de term ontbladermachine. Deze term heeft betrekking op de manier waarop de bewerking wordt uitgevoerd. Daar het werktuig voorzien is van nakoppers, wordt echter niet alleen het blad verwijderd maar ook nog een schijf van de ontbladerde biet afgesneden, zodat de bieten niet alleen ontbladerd maar ook gekopt worden.

Het werktuig hangt in de hefinrichting van de trekker en steunt aan de achterzijde op twee luchtbanden. Het ontbladeren gebeurt met behulp van een trommelmaaier met tegen de rijrichting in draaiende metalen klepels. Het gekneusde blad wordt via een vijzel op een langszwad gebracht. Achter de trommelmaaier bevindt zich een as met rubber klepels die eventueel nog vastzittende bladeren of bladresten losslaan, maar niet uit de rij verwijderen. Met behulp van nakoppers met sleeptasters worden de bieten nagekopt. De nakoppers zijn in parallellogrammen opgehangen en kunnen zich daardoor aanpassen aan de wisselende hoogte van de bieten. De omhooggaande beweging van de nakoppers wordt door een schokbreker gedempt, terwijl een spiraalveer zorgt, dat de nakopper niet te diep kan werken. De kopper kan werken over een breedte van 2 m of vier rijen, maar werd in verband met het zaaien met een zesrijige zaaimachine gebruikt als drierijig werktuig.

2.4. Moreau kopper

De machine hangt in de hefinrichting van de trekker en wordt aan de achterzijde gesteund door twee zwenkwielen. De zesrijige machine is uitgerust met zes onafhankelijk werkende koppers, elk bestaande uit een tasterwiel met mes. De messen zijn zodanig bevestigd ten opzichte van de tasterwielen, dat hogere bieten dikker worden gekopt, dan lagere. De mate van correctie is instelbaar; bovendien wordt er een met de hoogte van de bieten toenemende veerdruk op de tasterwielen uitgeoefend, waardoor hogere bieten ook dikker worden gekopt dan lagere.
Koppen en blad worden met opraaptanden van de bieten gepakt, omhooggevoerd en via een vijzel in een langszwad op het veld gebracht. De opraaphoogte is instelbaar. Desgewenst kan achter aan de kopper nog een as met poetsers worden bevestigd.

De technische gegevens van de rooier en de koppers zijn opgenomen in bijlage 1.

2.5. Benodigd trekkervermogen

Het voor het rooien benodigde vermogen is sterk afhankelijk van de omstandigheden; vooral de structuur en het vochtgehalte van de grond hebben veel invloed.

Het vermogen van de trekker moet hoog genoeg zijn om:

1. de rolweerstand van de trekker te overwinnen;
2. de rolweerstand van de rooier te overwinnen;
3. de bewegende delen van de rooier aan te drijven;
4. de zijafvoertransporteur aan te drijven.

Bij losse grond neemt de rolweerstand toe en is er dus meer vermogen nodig. Bij een hoger vochtgehalte moet er meer grond door de rooier worden verwerkt, en vraagt de rooier dus meer vermogen, anderzijds is er dan ook meer slip. Door een voller wordende verzamelbak neemt de rolweerstand van de rooier en van de trekker toe.

Bij het onderzoek werd gebruik gemaakt van de volgende trekkers:

- John Deere 3020 70 pk aftakasvermogen;
- Valmet 900 80 pk aftakasvermogen;
- Eicher met vierwielaandrijving 90 pk aftakasvermogen.

De John Deere trekker was onder relatief droge omstandigheden (24 % vocht) niet in staat te rooien met een snelheid hoger dan ± 8 km/u, omdat het toerental dan bij voller wordende verzamelbak onder het toelaatbare minimum daalde. Bij natte omstandigheden (29,5 % vocht) kon ook met de Eicher niet sneller dan ± 8 km/u worden gereden. De koppers vragen veel minder vermogen, ze werden getrokken door een Ford Major of een Valmet 900 of een Massey-Ferguson 165. Opvallend was wel dat de drierijige Farmhand kopper meer vermogen vroeg dan de zesrijige Moreau.

Om een beter inzicht te krijgen in de benodigde vermogens werden door de Technische Afdeling van het I.L.R. enige vermogensmetingen verricht die zijn vastgelegd in meetrapport 353/7c en 371/7c.

3. KWALITEIT VAN HET OOGSTWERK

3.1. Beschrijving van oogstomstandigheden

Er werd getracht de kwaliteit van het oogstwerk vast te stellen onder verschillende omstandigheden. Om de resultaten te kunnen vergelijken met de resultaten van andere machines, werd een zo nauwkeurig mogelijke omschrijving van de omstandigheden, waaronder werd gewerkt, opgesteld. De kenmerken van de situaties zijn weergegeven in tabel 1 (blz. 12)
De grondsoort is van invloed op het rooien; de bieten staan namelijk vaster in zwaardere grond dan in lichte grond en zwaardere grond zal eerder blijven kleven aan de bieten en dus een hoger percentage grondtarra opleveren (Jankowsky, 1965). De structuur van de grond is van invloed in verband met het al of niet aanwezig zijn van kluiten en wordt beïnvloed door de voorvrucht en de grondbewerking. Het vochtgehalte is van invloed op het kleven van de grond aan de bieten en op het slippen van de trekker. Bij een hoger vochtgehalte zal eerder structuurbederf optreden als zware machines worden gebruikt. De gegevens betreffende grondsoort, bewerking en voorvrucht werden op het bedrijf opgevraagd en het vochtgehalte werd bepaald door bemonstering van de bovenste 8 cm van de grond. Na drogen van de monsters werd het gewichtsverlies uitgedrukt als percentage van de stoofdroge grond. De neerslag tijdens de oogstperiode werd gemeten met een zelfregistrerende regenmeter (zie bijlage 2).
Het te oogsten gewas is het resultaat van de werking van een complex geheel van factoren. Wat het gewas betreft werden het bietenras, de zaaidatum, de rijenafstand, de hoogte van de bieten en de verdeling van de bieten in de rij in de beschrijving opgenomen.
De verdeling van de bieten in de rij werd bepaald door op vijf willekeurig gekozen plaatsen de onderlinge afstanden van de bieten over een rijlengte van 10 m te meten.
De hoogte werd bepaald door deze van 100 ongekopte bieten per situatie te meten.
De blad- en de bietenopbrengst geven aan welke hoeveelheid door de machines moeten worden verwerkt. De bladopbrengst werd bepaald door op tien willekeurig gekozen plaatsen de opbrengst aan koppen en blad van een oppervlakte van 3 m^2 te wegen en daarna de verliezen door te diep koppen af te trekken.
De bruto-opbrengst van de bieten werd bepaald door de opbrengst van een bekende oppervlakte op de weegbrug te wegen.

Voordat met de waarnemingen over de kwaliteit van het rooien werd begonnen, werden eerst steeds een paar werkgangen gerooid om de machine op de juiste diepte in te stellen. Bij elke situatie werd getracht te rooien met drie rooisnelheden, bij de eerste situaties was nog geen trekker beschikbaar met voldoende vermogen om de hoge rooisnelheid te bereiken en bij de laatste proefrooiingen was het te nat voor de hoge rooisnelheid.

3.2. Methoden ter bepaling van de kwaliteit

De kwaliteit van het geleverde werk bij de bietenoogst kan worden beoordeeld zowel voor het koppen en het rooien als voor het reinigen van de bieten.

3.2.1. Kopkwaliteit

Voor het koppen wordt geëist, dat alle bieten op een zodanige hoogte worden gekopt, dat de tekens waar de onderste bladeren gegroeid zijn nog juist zichtbaar zijn. Deze hoogte komt nauw overeen met de overgang van een gespreid patroon van vaatbundels naar een patroon van concentrische vaatbundels.
Wordt te diep gekopt, dan spreekt men van kopverliezen. Bij te ondiep koppen ontstaat koptarra. Alle bieten moeten op de juiste hoogte worden gekopt en een goede maatstaf voor de kwaliteit van het koppen kan daarom worden verkregen door kopverliezen en koptarra uit te drukken als percentage van het gegroeide wortelgewicht.
Bij normaal koppen levert de bepaling van de kopverliezen geen moeilijkheden op. Als de bieten echter eerst ontbladerd worden met een trommelmaaier, zoals bij de Farmhand kopper, dan is alleen uit vergelijkende proeven het kopverlies te bepalen.
De koptarra kan worden gesplitst in twee delen:
A. koptarra van het geoogste produkt;
B. koptarra van de rooiverliezen.
De koptarra van de rooiverliezen is niet van veel belang en werd niet vastgesteld. Onder koptarra werd dus alleen de koptarra van het geoogste produkt verstaan.
Naast de eis van goed kopwerk moeten de bieten, nadat ze zijn gekopt, in een zodanige toestand achterblijven, dat ze door de rooimachine nog goed gerooid kunnen worden. De bieten mogen dus niet uit de rij worden gereden met de kans dat ze bij het bladzwad komen. Kwamen er bieten bij de koppen terecht, dan werden ze bij de kopverliezen gerekend. Ook de bieten, die

na het passeren van de rooier op het veld achterbleven en duidelijk schuin gekopt waren, werden tot de kopverliezen gerekend.

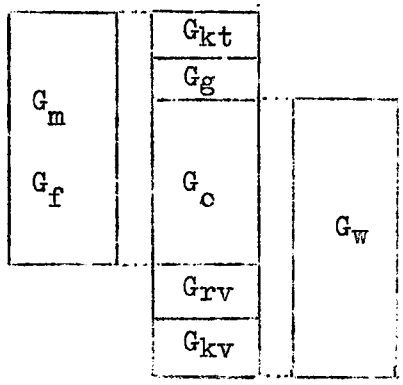
3.2.2. Rooikwaliteit

Bij het rooien wordt de eis gesteld dat alle bieten worden gerooid en op de wagen komen. Verliezen in de grond kunnen optreden door onjuiste afstanden tussen de rijen, niet goed in de rij rijden, door afbreken van de wortelpunten, of door verkeerde afstelling van de rooielementen.
Verliezen op de grond kunnen optreden doordat de bieten tussen rooielement en zeefketting verloren gaan, door de zeefketting vallen of bij het verdere transport door de machine worden uitgezeefd.
Verliezen door een eventuele onjuiste stand van de wagen ten opzichte van de rooier bij de overslag werden buiten beschouwing gelaten.
De rooiverliezen in en op de grond kunnen weer uitgedrukt worden als percentage van de gegroeide wortelopbrengst. Bij het wegen van de verliezen werden deze ingedeeld in gewichtsfracties van bieten met een grootste diameter, kleiner dan 4,5 cm en groter dan 4,5 cm. Deze maat is internationaal aanvaard bij het analyseren van de bietenopbrengst (Jorritsma en Oldfield, 1969). Voor het analyseren van de verliezen is zij echter niet zo geschikt, daar zij geen verband heeft met een minimum eis voor de grootte van de door suikerfabrieken te verwerken bieten (in Nederland bestaat zo'n eis niet) en ook geen verband heeft met de maaswijdte van de zeefkettingen van de rooier. Deze maaswijdte is bij de Farmhand rooier 5 cm, zodat bieten met een kleinste diameter van 5 cm nog kunnen worden uitgezeefd. De indeling zou dus beter afgestemd geweest zijn als een kleinste diameter van 5 cm was gebruikt.

3.2.3. Reinigingskwaliteit

Om de transport- en verwerkingskosten laag te houden moet aan de bieten die op de wagen komen zo min mogelijk grond kleven en moet er zo min mogelijk losse grond op de wagen komen.
De grondtarra werd uitgedrukt als een percentage van het gegroeide wortelgewicht en ook samen met de koptarra als percentage van het bruto geleverde gewicht, om aldus een vergelijking mogelijk te maken met het door de suikerfabrieken bepaalde percentage.

Schematische weergave van de indeling van de bietenopbrengst



G_m - G_f = het op de wagen geoogste gewicht
het aan de fabriek geleverde gewicht
G_{kt} = het gewicht van de koptarra
G_g = het gewicht van aanhangende en losse grond
G_o = het geoogste wortelgewicht
G_{rv} = het gewicht van rooiverliezen
G_{kv} = het gewicht van kopverliezen
G_w = het gegroeide wortelgewicht

$G_o = G_m - G_{kt} - G_g$

$G_w = G_o + G_{rv} + G_{kv}$

Kopkwaliteit	G_{kt} en G_{kv} in % van G_w
Rooikwaliteit	G_{rv} in % van G_w
Reinigingskwaliteit	G_g in % van G_w

Tarra : $G_g + G_{kt}$ in % van G_w en van G_m

3.2.4. Waarnemingen

Per situatie werden, om van koppen en blad het kopverlies te bepalen, 20 monsters genomen, elk afkomstig van een oppervlakte van 3 m^2 ($\pm$ 20 planten). Voor de bepaling van de kop- en grondtarra werden bij elke situatie per rijsnelheid tien monsters van $\pm$ 20 kg opgevangen bij het leegdraaien van de verzamelbak van de rooier. De monsters werden gewogen, gewassen in de bietenwasmachine, gewogen, bijgekopt en nogmaals gewogen. Bij deze bepalingsmethode is het mogelijk dat bij het wassen eventueel los blad wordt verwijderd, waardoor het percentage grondtarra iets te hoog en het percentage koptarra iets te laag zou uitkomen. Er kwam echter praktisch geen blad voor in de bietenmonsters.
Voor de bepaling van de verliezen op en in de grond werd bij elke situatie per rijsnelheid tienmaal een oppervlakte van 15 m^2 nagezocht en nagegraven. Het totaal geoogste gewicht (G_m) werd bepaald door de opbrengst van een bekende oppervlakte op de weegbrug te wegen. Met behulp van de verhouding tussen G_o en $G_{kt} + G_g$, en de absolute waarde van G_m kon de absolute waarde van G_o worden berekend. De verliezen werden bepaald als gewichten per oppervlakte-eenheid, zodat G_w te berekenen was.
Op de gegevens ter bepaling van de kwaliteit werd een wiskundige verwerking uitgevoerd, voordat omrekening tot percentage van G_w plaatsvond.

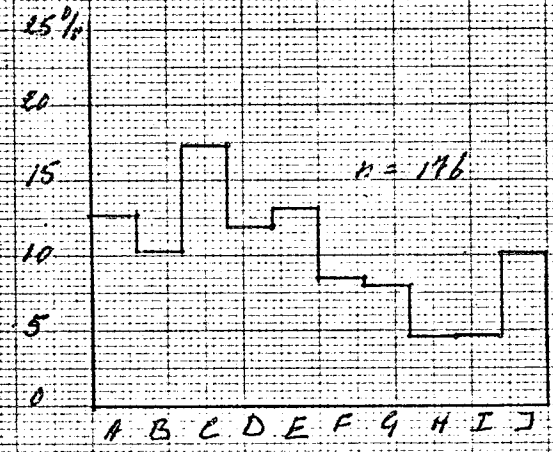
3.3. Resultaten

3.3.1. Rooiomstandigheden

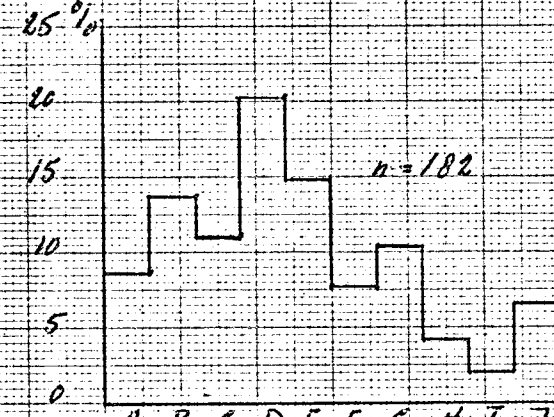
Tabel 1 Karakterisering van de situatie

Perceel	B3/IA	B3/IB	B3/II	B5/II	B20/I	
Grondsoort	zand	klei	zavel	klei	zavel	
% afslibbaar	-	42	24	37	30	
% organische stof	5,9	3,6	1,8	3,0	1,5	
% koolzure kalk	7,8	12,9	9,2	8,7	7,9	
pH-KCl	7,5	7,5	7,8	7,6	7,4	
P-Al getal	35	45	28	37	32	
K-getal	17	29	15	24	20	
K-HCl	15	30	12	25	19	
Voorvrucht 1967	w.tarwe	w.tarwe	luzerne	aardapp.	p.aardapp.	
Voorvrucht 1968	p.aardapp.	p.aardapp.	p.aardapp.	w.tarwe	w.gerst	
Bietenras	Zwaanpoly	Zwaanpoly	Zwaanpoly	Maribo AP	Mono-hil	KWP
Zaaidatum	9-4	9-4	9-4,18-4	8-4	29-4	1-5
Rijenafstand in cm	50	50	50	50	50	60
Pyramin in kg/ha	4	5	5	5	4	4
IPC in kg/ha	4	4	4	4	4	4
Rooidatum	6,7-10	6,7-10	25-9	18-9	20-11	21-11
Vochtgehalte van de grond	15,0	23,7	-	-	27,7	29,5
Aantal planten/m^2	7,0	7,3	8,6	7,3	7,2	7,3
Blad- en koppenopbrengst kg/m^2	4,2	4,9	4,2	6,6	2,8	2,1
Hoogte v.d. bieten in cm	8,6	8,2	-	6,6	8,7	7,4
Bruto-opbrengst kg/m^2	6,2	6,2	6,7	6,4	6,4	9,5
Standaardafwijking hoogte	3,0	4,2	-	3,3	3,9	2,9
Standaardafwijking blad en koppen	0,6	0,8	0,5	0,7	0,6	0,3

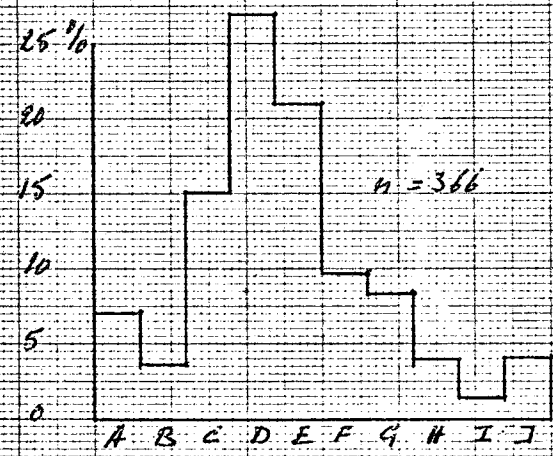
De grondbewerking in het voorjaar bestond op de percelen B3/I en B5/II uit tweemaal bewerken met een sleepcultivator en eenmaal met een onkruideg en een cambridgerol.
B3/II en B20 werden bewerkt met een vierbalks schudeg en daarna gerold met een cambridgerol. Bij het zaaiklaar maken werd een bemesting gegeven van 700 kg 17-17-17 per ha.



B 3/I A



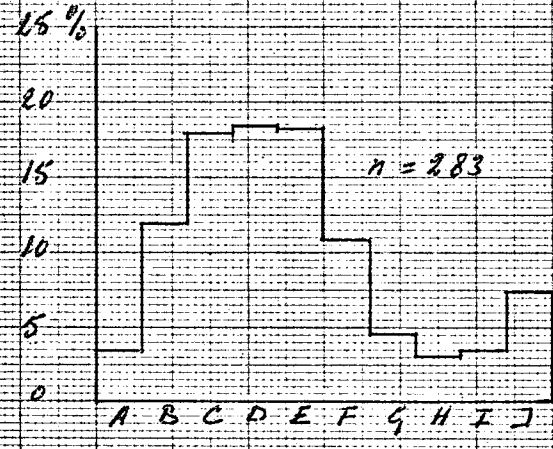
B 3/I B



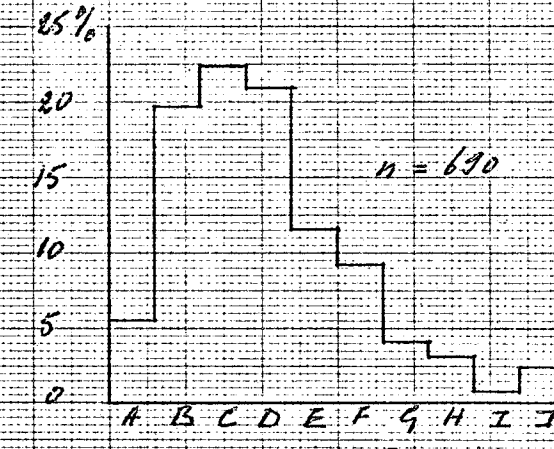
B 5/II

Frequentieverdeling van de afstanden tussen de bieten in % van het totaal gemeten aantal afstanden

Kolom A: afstanden ≤ 10 cm
" B: " 11 - 15 cm
" C: " 16 - 20 cm
" D: " 21 - 25 cm
" E: " 26 - 30 cm
" F: " 31 - 35 cm
" G: " 36 - 40 cm
" H: " 41 - 45 cm
" I: " 46 - 50 cm
" J: " > 50 cm



B 20/I 50



B 20/I 60

Grafiek 1 Frequentieverdeling van de afstanden tussen de bieten in de rij op de verschillende percelen.

Direct na het zaaien werd een volveldsbespuiting uitgevoerd tegen onkruid. De bieten werden drie keer geschoffeld met een schoffelgarnituur op de trekker en in hoog tempo opeengezet.
Begin Juni werd een overbemesting gegeven van 46,5 kg N/ha.

Bij het rooien stond er niet veel onkruid in het gewas.
Het vochtgehalte van de grond bij het rooien was voor de verschillende rooidata en grondsoorten nogal verschillend. Opvallend is vooral het verschil tussen het vochtgehalte van zand- en kleigrond in begin oktober. Het verschil in vochtgehalte tussen 20 en 21 nov. is niet groot, maar daarbij moet worden bedacht dat het tijdens het rooien op 21 november motregende, zodat de grond erg kleverig werd. Door deze klevende grond werd de bruto-opbrengst per m^2 op 21 november sterk verhoogd.
Het gewicht van de verse koppen en blad vertoonde in de loop van de oogstperiode een daling van 6,6 tot 2,1 kg/m^2.
De verdeling van de bieten in de rij is weergegeven in grafiek 1. De afstanden tussen de bieten werden op 1 cm nauwkeurig gemeten. Bij de verwerking van de gegevens werden de volgende groepen gevormd:

groep A afstanden kleiner of gelijk aan 10 cm
groep B afstanden van 11 tot en met 15 cm
groep C afstanden van 16 tot en met 20 cm
groep D afstanden van 21 tot en met 25 cm
groep E afstanden van 26 tot en met 30 cm
groep F afstanden van 31 tot en met 35 cm
groep G afstanden van 36 tot en met 40 cm
groep H afstanden van 41 tot en met 45 cm
groep I afstanden van 46 tot en met 50 cm
groep J afstanden groter dan 50 cm.

De frequenties van de afstanden in elke groep werden uitgedrukt als percentage van het totaal aantal gemeten afstanden, zodat de grafieken voor de verschillende percelen vergelijkbaar zijn.
Uit de grafieken is af te lezen, dat er nog veel afstanden kleiner dan 20 cm voorkwamen. Het opeenzetten heeft dus niet geresulteerd in een regelmatige verdeling; wel is er een voldoende aantal planten blijven staan. Vooral op de zandgrond van perceel B3/I was de verdeling onregelmatig, de overige percelen tonen alle min of meer duidelijk de verwachte scheve verdeling.
De hoogte van de bieten van de verschillende rassen varieerde niet veel.

Bieten van het ras Maribo-Anglopoly kwamen gemiddeld niet zo hoog als de andere bieten, maar de verschillen waren niet significant.

3.3.2. Kopverliezen en koptarra

De kopverliezen van een bekende oppervlakte werden gewogen; ze zijn daarom uitgedrukt in absolute waarden. De koptarra werd bepaald als percentage van de netto geoogste opbrengst van een onbekende oppervlakte. Omrekening tot absolute waarden werd alleen uitgevoerd voor het gemiddelde percentage koptarra bij een bepaalde situatie. Als de koptarra zou worden uitgedrukt als percentage van het gegroeide wortelgewicht, zou het percentage worden beïnvloed door de rooi- en kopverliezen en zou er dus nog een extra variatie worden toegevoegd.
Van de kopverliezen en de koptarra werd de standaardafwijking (S) berekend.

Tabel 2 Kopverliezen en koptarra bij verschillende omstandigheden.

Perceel	Aantal bieten per m^2	Hoogte bieten in cm	Kopper	Kopverlies in g/m^2	S	Koptarra in % van G_o	S
B3/IA	7,0	8,6	M	191	137	4,3	2,2
B3/IB	7,3	8,2	M	121	39	5,0	2,5
B3/II	8,6	-	F	20	9	6,2	1,9
B5/II	7,3	6,6	M	260	170	5,2	2,4
B20/I50	7,2	8,7	M	204	252	9,1	2,5
B20/I60	7,3	7,4	F	22	13	15,5	3,6

M = Moreau kopper F = Farmhand kopper G_o is gemiddeld 5650 g/m^2

Uit deze tabel blijkt een duidelijk verschil in kopverlies tussen koppen met de Farmhand kopper en de Moreau kopper. De Moreau kopper veroorzaakte gemiddeld bijna tienmaal zoveel kopverlies als de Farmhand kopper. Hierbij moet echter wel worden bedacht dat de kopverliezen bij de Farmhand kopper alleen de verliezen door te diep nakoppen omvatten. Verliezen door te diep afstellen van de klepels van de Farmhand kopper waren niet vast te stellen, maar kunnen praktisch wel verwaarloosd worden, daar er niet veel te diep gekopte bieten bleken te staan na het passeren van die kopper. Een invloed van het aantal bieten en de hoogte van de bieten op de kopverliezen kon niet worden vastgesteld.
Het percentage koptarra was bij gebruik van de Farmhand kopper hoger dan bij gebruik van de Moreau kopper, maar de verschillen waren niet groot, zoals te zien is in de laatste twee kolommen van tabel 2.

De verklaring voor de hoge percentages koptarra op perceel B20 kan niet worden gevonden in de hoogte van de bieten, want de hoogte was niet sterk afwijkend, en maar ten dele in de afstanden tussen de bieten. Het aantal bieten/m^2 op perceel B20/I60 was weliswaar ongeveer gelijk aan het aantal bieten op de andere percelen, maar de afstand tussen de rijen was groter, zodat de afstanden in de rij kleiner waren. Misschien zijn door het afsterven van de onderste bladeren de bieten op dat perceel wat minder diep gekopt dan op de andere percelen.
De werksnelheid van de koppers lag tussen de 4 en 5 km/u. Hogere snelheden leverden op het oog een slecht kopresultaat en werden daarom niet beproefd.
In het kopverlies zijn ook de verliezen begrepen die werden veroorzaakt door het zodanig achterlaten van de bieten, dat de rooier niet alle bieten meer verzamelde (uit de rij gedrukte bieten, schuingekopte bieten).

3.3.3. Opbrengst, rooiverliezen en grondtarra

Ter bepaling van de geoogste opbrengst werden per perceel maar enkele waarnemingen verricht, waarbij geen rekening werd gehouden met de rooisnelheid.
De gegroeide wortelopbrengst is berekend met behulp van de geoogste opbrengst, de verhouding tussen de netto geoogste opbrengst en de tarra, en de verliezen.
De rooiverliezen en de grondtarra zijn uitgedrukt als percentage van de gegroeide wortelopbrengst.

Tabel 3 Opbrengst, rooiverliezen en grondtarra bij verschillende omstandigheden.

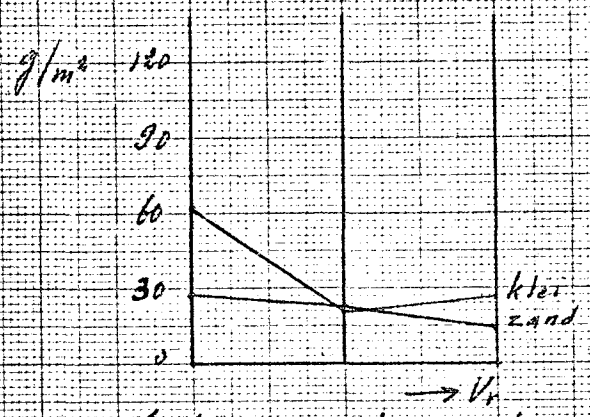
Perceel	Vochtgehalte v.d. grond %	Grondsoort	G_m kg/m^2	G_w kg/m^2	G_o % G_w	G_{rv} % G_w	G_g % G_w
B3/IA	15,0	zand	6,15	6,01	95,3	1,4	2,9
B3/IB	23,7	klei	6,15	5,96	94,0	4,0	4,3
B3/II	-	zavel	6,71	6,63	94,1	5,6	1,4
B5/II	-	klei	6,44	6,37	91,8	4,1	3,9
B20/I50	27,7	zavel	6,38	5,51	92,1	4,1	15,7
B20/I60	29,5	zavel	9,50	6,00	97,7	2,1	45,8

De bruto geoogste opbrengst varieerde bij de metingen tussen 6,15 en 9,50 kg/m^2. Deze grote variatie is geen weerspiegeling van de gegroeide opbrengst, zoals te zien is bij vergelijking van de waarden van G_m en G_w, maar is voor een belangrijk deel te wijten aan het hoge gehalte grondtarra bij de geoogste opbrengst van 9,50 kg/m^2.
Het vochtgehalte van de grond was bij de oogst op perceel B20/I60 bijna 30 % en daardoor werd de grond veel slechter uitgezeefd.
Bij de oogst op de percelen B3/II en B5/II werd het vochtgehalte niet vastgesteld, maar deze percelen werden geoogst na een periode met droog weer, zodat het vochtgehalte niet hoog was (zie bijlage 2).
De bruto geleverde opbrengst was gemiddeld over het gehele bedrijf 62,2 ton per ha (gemeten maat) en de netto geleverde opbrengst was gemiddeld 55 ton per ha, gemiddeld werd dus 11,6 % tarra geleverd aan de fabriek. Dit percentage is veel lager dan het percentage van alleen de grondtarra bij de oogst van perceel B20/I. De proefoogst van dat perceel werd echter met opzet uitgesteld totdat de grond nat was.
Uit deze resultaten kan men concluderen dat onder natte omstandigheden het percentage grondtarra op deze grond hoog zal zijn, hetgeen overeenkomt met de ervaringen tijdens het oriënterend onderzoek in 1968.
Het percentage van de gegroeide wortelopbrengst dat werd geoogst, geeft een aanduiding van de kop- en rooiverliezen, daar de som van de netto geoogste opbrengst, de kopverliezen en de rooiverliezen gelijk is aan de gegroeide wortelopbrengst. Uit tabel 3 is af te lezen dat de verliezen steeds kleiner bleven dan 9 % en gemiddeld niet hoger waren dan 5,7 %. De verliezen werden niet duidelijk beïnvloed door het vochtgehalte, zoals voor de rooiverliezen uit de kolom van G_{rv} te zien is.

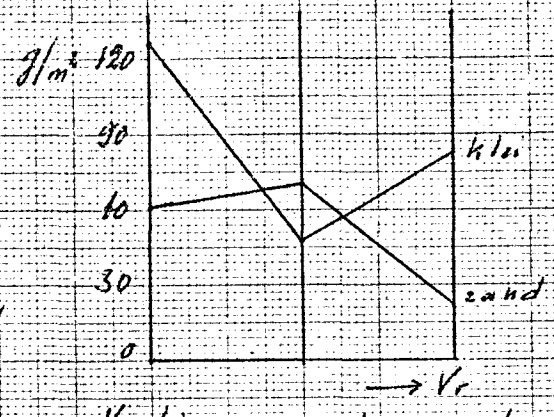
3.3.4. De invloed van de rooisnelheid op de kwaliteit van het rooiwerk

Om te onderzoeken welke invloed de rooisnelheid heeft op de kwaliteit van het rooiwerk, werden verschillende rooisnelheden toegepast. Bij de eerste proefrooiingen was er echter nog geen trekker beschikbaar met voldoende vermogen voor een hoge rooisnelheid. Daarom kon de invloed van de rooisnelheid alleen worden onderzocht bij de proefrooiingen op perceel B3/I en op perceel B20/I.

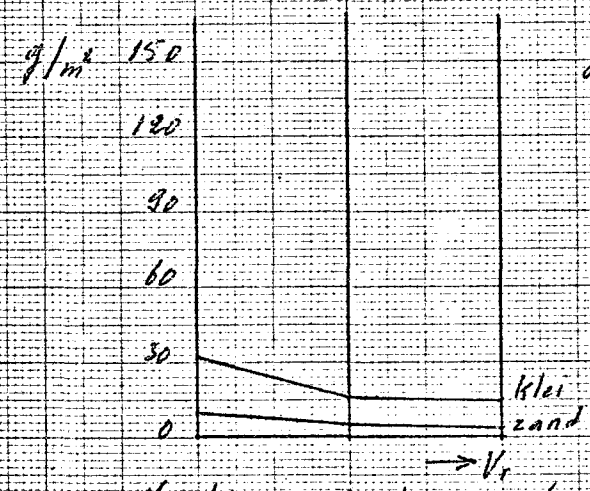
Op perceel B3/I kwam zowel zand- als kleigrond voor, bij elke grondsoort werd gewerkt met drie rooisnelheden, nl. ± 5, ± 8 en ± 11 km/u. Op de resultaten van de waarnemingen werd een variantie-analyse uitgevoerd, voor-



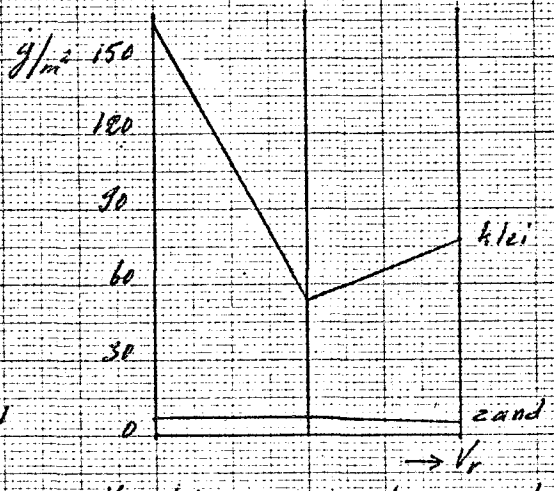
Verliezen op de grond
diameter < 4,5 cm



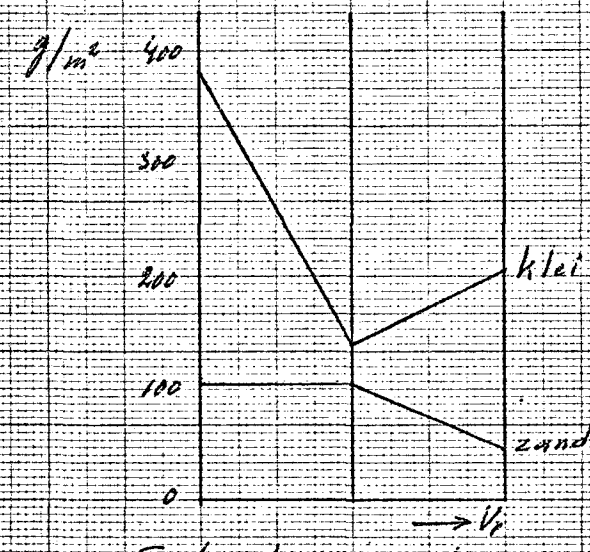
Verliezen op de grond
diameter > 4,5 cm



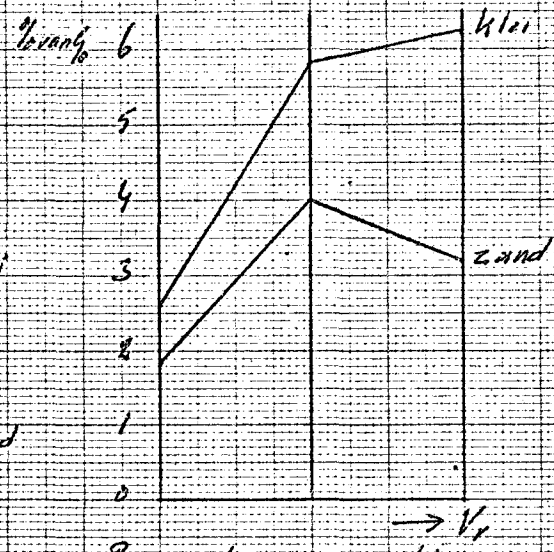
Verliezen in de grond
diameter < 4,5 cm



Verliezen in de grond
diameter > 4,5 cm



Totaal rooiverliezen



Percentage grondtarra

Grafiek 2 Het verband tussen rooisnelheid en rooiverliezen bij het rooien van perceel B 3/I onder droge omstandigheden, voor zand- en voor klei grond.

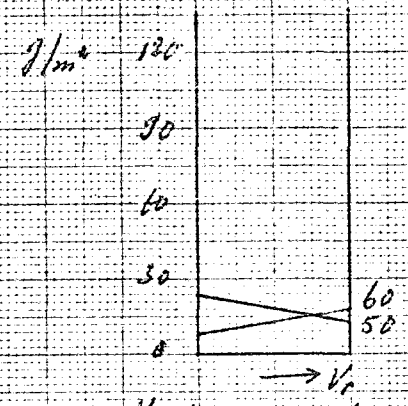
dat de omrekening van de absolute waarden tot percentage van de gegroeide wortelopbrengst plaatsvond.

Tabel 4 Gemiddelde rooiverliezen in g/m^2, tarrapercentages, en standaardafwijkingen bij verschillen in grondsoort en in rooisnelheid op perceel B3/I.

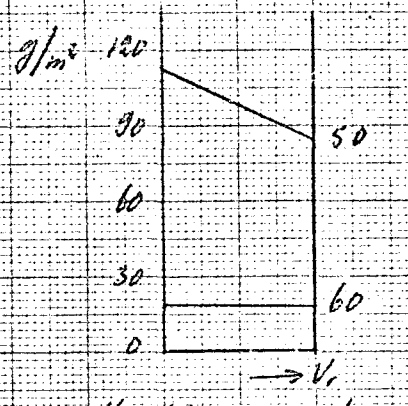
Grondsoort	Zand			Klei			gem.	S
Rooisnelheid	5,2	7,9	11,0	5,3	7,7	12		
Verliezen o.d. grond 4,5 cm	28	23	14	62	21	26	28,9	11,9
Verliezen o.d. grond 4,5 cm	61	71	25	126	48	85	69,3	38,3
Verliezen i.d. grond 4,5 cm	10	5	3	32	16	15	13,4	10,1
Verliezen i.d. grond 4,5 cm	7	7	5	163	53	78	52,1	67,3
Totale rooiverliezen	106	106	46	382	138	204	164	84
Grondtarra (% van G_o)	1,9	4,0	3,2	2,6	5,8	6,2	4,0	1,9

In deze tabel valt op dat de standaardafwijking hoog is. De standaardafwijking van de totale rooiverliezen bedraagt 84 g/m^2 of 840 kg/ha (100 g/m^2 = 1 ton/ha). Toch waren de verschillen tussen de grondsoorten significant, met dien verstande, dat de verliezen op zandgrond lager waren dan op de kleigrond. Door verhoging van de rooisnelheid werden in een deel der gevallen de verliezen verlaagd, in een ander deel echter verhoogd. Ook de rooisnelheid had steeds een significante invloed.
Daar ook de interactie tussen grondsoort en rooisnelheid, behalve bij de verliezen in de grond met een diameter kleiner dan 4,5 cm, steeds significant was ($p = 0,05$) moet geconcludeerd worden dat de invloed van verhoging van de rijsnelheid afhankelijk is van de grondsoort.
De totale rooiverliezen werden door hogere rooisnelheid significant verlaagd en waren op zand lager dan op klei. Ook hierbij was de interactie grond x snelheid significant.
Het percentage grondtarra werd door verhoging van de rooisnelheid verhoogd, behalve op zandgrond bij verhoging van 7,9 tot 11,0 km/u (zie grafiek 2). Tussen zand- en kleigrond was er op de rooidag een verschil in vochtgehalte van 8,7 %.

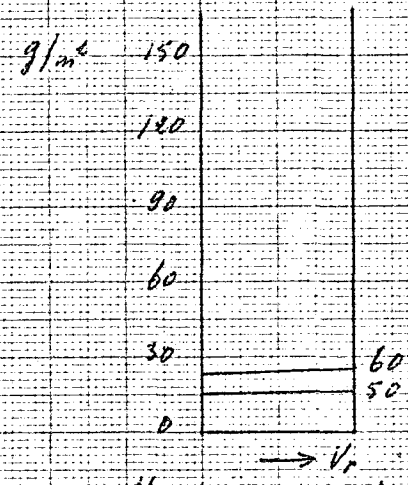
Perceel B20/I was gedeeltelijk gezaaid met een afstand tussen de rijen van 50 cm (B20/I50) en gedeeltelijk op 60 cm (B20/I60). Met het proefrooien van dit perceel werd gewacht totdat de grond nat was, maar naar het oordeel van de bedrijfsleiding van het proefbedrijf niet te nat voor het rooien. De grond was echter wel te nat voor rooien met de hoogste



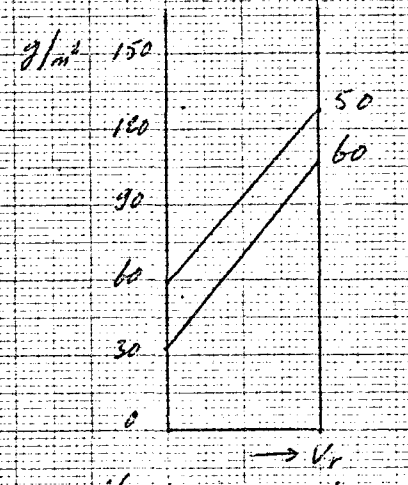
Verliezen op de grond
diameter < 4,5 cm



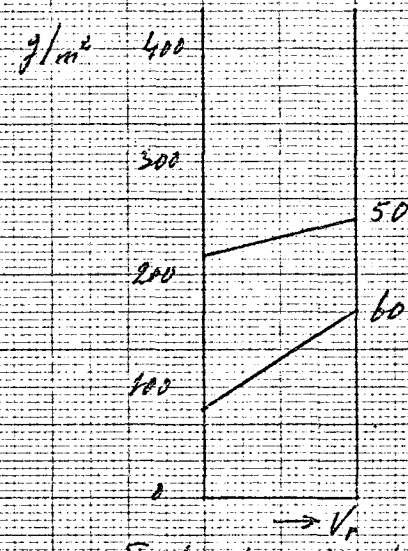
Verliezen op de grond
diameter > 4,5 cm



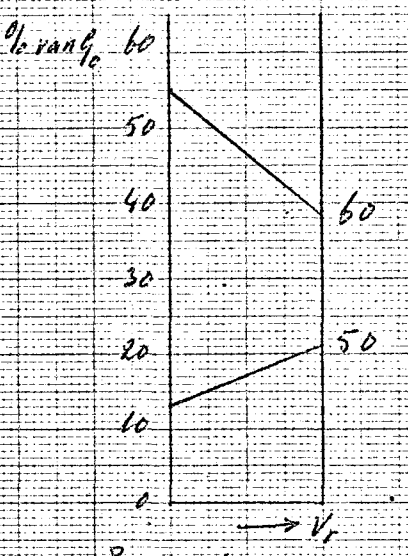
Verliezen in de grond
diameter < 4,5 cm



Verliezen in de grond
diameter > 4,5 cm



Totaal rooiverliezen



Percentage grondtarra

Grafiek 3 Het verband tussen rooisnelheid en rooiverliezen bij het rooien van perceel B 20/I onder natte omstandigheden, voor afstanden tussen de rijen van 50 en 60 cm.

Din A 4 210x297mm

rooisnelheid, zodat er slechts twee rooisnelheden over bleven. Behalve het verschil in afstand tussen de rijen was er tussen de delen van perceel B20/I ook een verschil in vochtgehalte. B20/I50 werd namelijk een dag eerder gerooid dan B20/I60 en gedurende de periode tussen het rooien van die perceelsgedeelten viel er nog enige neerslag en tijdens het rooien van B20/I60 motregende het. Eventuele verschillen in kwaliteit van het rooiwerk mogen dus niet alleen worden toegeschreven aan het verschil in afstand tussen de rijen, maar kunnen ook veroorzaakt zijn door het oplopen van het vochtgehalte van 27,7 tot 29,5 %. De rooisnelheid van 7,5 km/u werd 's morgens bemonsterd en die van 5,1 km/u 's middags bij een hoger vochtgehalte.

Tabel 5 Gemiddelde rooiverliezen in g/m^2, tarrapercentages en standaardafwijkingen bij verschillen in afstand tussen de rijen + vochtgehalte en rooisnelheid op perceel B20/I.

Afstand + % vocht	50cm,27,7 %		60cm,29,5 %		gem.	S
Rooisnelheid	4,7	8,1	5,1	7,5		
Verliezen o.d. grond > 4,5 cm	24	13	8	18	15,7	9,6
Verliezen o.d. grond < 4,5 cm	113	85	19	18	58,9	108
Verliezen i.d. grond > 4,5 cm	15	16	23	25	19,8	12,3
Verliezen i.d. grond < 4,5 cm	59	128	33	107	82,1	108
Totale rooiverliezen	212	245	82	167	176	152
Grondtarra (% van G_o)	13,3	21,0	54,9	38,5	31,9	15,6

Zoals uit het voorgaande blijkt is de invloed van de afstand tussen de rijen niet te scheiden van de invloed van het vochtgehalte. Deze factoren samen hadden een significante invloed op de verliezen op de grond van bieten met een diameter groter dan 4,5 cm en op de verliezen in de grond van bieten met een diameter kleiner dan 4,5 cm; de invloed was echter niet gelijk. De verliezen op de grond (groter dan 4,5 cm) waren namelijk kleiner, de verliezen in de grond (kleiner dan 4,5 cm) groter op het perceel met de grotere rijenafstand en het hogere vochtgehalte. Het percentage grondtarra was bij de grotere rijenafstand en het hogere vochtgehalte significant hoger dan op het andere perceelsgedeelte.
Door de hogere rooisnelheid werden alleen de verliezen in de grond van bieten met een diameter groter dan 4,5 cm significant verhoogd. De totale rooiverliezen werden noch door de afstand tussen de rijen, noch door de hogere rooisnelheid significant beïnvloed (zie grafiek 3).

Bij vergelijking van de resultaten van perceel B3/I en perceel B20/I onder droge respectievelijk natte omstandigheden valt op dat het niveau van de verliezen in dezelfde orde van grootte ligt. De invloed van de rooisnelheid is echter tegengesteld: bij droge omstandigheden worden de verliezen gemiddeld wat kleiner en onder natte omstandigheden wat groter door verhoging van de rooisnelheid. Er kan dus niet worden gesproken van een duidelijk positieve invloed van verhoging van de rooisnelheid, echter ook niet van een duidelijk negatieve invloed in het onderzochte traject van rooisnelheden.
De verliezen liggen in dezelfde orde van grootte als de verliezen op rooidemonstraties (N.N. 1964, N.N. 1966, N.N. 1967) en kunnen aanvaardbaar worden geacht.
Wat het percentage grondtarra betreft ligt de situatie anders. Door verhoging van de rooisnelheid van ± 5 tot ± 8 km/u werd het percentage grondtarra in drie van de vier gevallen verhoogd, het vierde geval is niet vergelijkbaar, omdat in dat geval tegelijk met de rooisnelheid het vochtgehalte varieerde. De verhoging bedroeg onder droge omstandigheden maar enkele procenten, maar bij de natte omstandigheden 8 %. Het tarrapercentage van het bij regenachtig weer geoogste perceel B20/I60 lag zelfs boven 38 % van de netto geoogste opbrengst.
Uit de fabrieksopgaven van de door het proefbedrijf geleverde suikerbieten kon worden berekend dat het tarrapercentage van de tot 26-10-1969 geleverde bieten gemiddeld 11,1 % was. Dit percentage kan worden vergeleken met het tarrapercentage van de totaal door die suikerfabriek tot die datum verwerkte suikerbieten ten bedrage van 11,5 % (N.N. 1969). Omdat er geen gegevens zijn over verschillen in grondsoort, oogstomstandigheden, enz, kan hieruit niet de conclusie worden getrokken dat het rooisysteem met gebruik van de Farmhand rooier een lager tarragehalte levert; de tendens daartoe lijkt echter aanwezig, al is het verschil klein.

4. CAPACITEIT EN ARBEIDSBEHOEFTE

4.1. Algemeen

Een hoge capaciteit is gewenst, omdat dan de mogelijkheid wordt geboden de oogst onder gunstige omstandigheden uit te voeren. De kwaliteit van het werk is daarbij beter en er is minder kans op structuurbederf van de grond. Een ander voordeel van een hoge capaciteit is dat de vaste kosten over een grotere oppervlakte omgeslagen kunnen worden, zodat een machine met een hoge capaciteit per gerooide ha minder zal kosten dan een even dure machine met een lagere capaciteit.

Bij de oogst hoeft een hogere capaciteit van de rooier niet gepaard te gaan met een lagere arbeidsbehoefte, omdat de totale oogst bij die hogere capaciteit vaak in twee of drie fasen verloopt.
Een lage arbeidsbehoefte is gewenst, omdat er op veel bedrijven slechts een kleine vaste arbeidskern aanwezig is en omdat het vaak moeilijk is losse arbeiders aan te trekken. Daarbij komt nog het feit dat de arbeidslonen hoog zijn en ook in verhouding tot de machinekosten nog steeds stijgen.

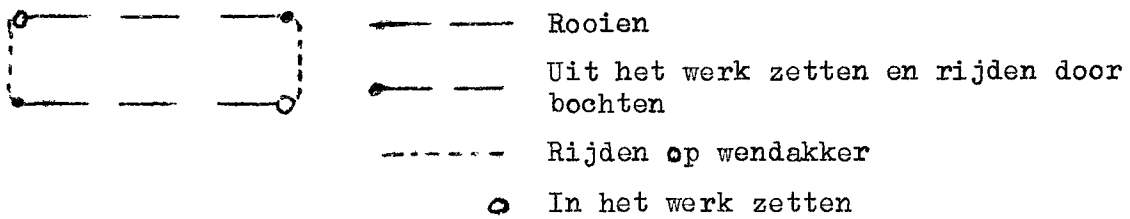
4.2. Tijdwaarnemingen

Voor het berekenen van de capaciteit en de arbeidsbehoefte werd gebruik gemaakt van gegevens, die bij de tijdwaarnemingen tijdens het onderzoek waren verzameld. Er werden tijdwaarnemingen verricht van rijsnelheden van rooiers, koppers en transporteenheden, en van tijden voor keren op de wendakkers en voor lossen van verzamelbak en kipwagens.

Tabel 6 Werksnelheden in km/u op de verschillende percelen.

Werktuig	Perceel					
	B3/IA	B3/IB	B3/II	B5/II	B20/I50	B20/I60
Rooier snelheid 1	5,2	5,3	-	-	4,7	5,1
Rooier snelheid 2	7,9	7,7	6,9	6,9	8,1	7,5
Rooier snelheid 3	11,0	12,0	-	-	-	-
Farmhand kopper	4,3	4,2	4,6	-	-	4,8
Moreau kopper	4,4	4,8	-	5,0	4,0	-

De transportsnelheid op de verharde kavelpaden was 22 km/u. De tijd voor in het werk zetten van de rooier was 25 cmin per keer en die voor uit het werk zetten en twee keer rijden door een bocht op de wendakker was 50 cmin. Het lossen van een volle verzamelbak kostte 100 cmin en het lossen van een kipwagen 126 cmin.



4.3. Berekeningsmethode

De capaciteit van een oogstsysteem wordt bepaald door de schakel met de laagste capaciteit. Daar de kosten voor een uur werken met de rooier veel hoger zijn dan de kosten voor een uur koppen of voor een extra transporteenheid gedurende dezelfde tijd, werd de capaciteit van de rooier als uitgangspunt genomen. De capaciteit van de kopper en van de afvoer moet dan minstens even groot zijn als de rooicapaciteit. Is dit niet het geval, dan treden er wachttijden voor de rooier op en dus capaciteitsverlies.

Bij het rooien van wendakkers, paden en perceelszijden zal de rooier vaak niet met de normale werkbreedte werken en dus niet op volle capaciteit. De kop- en transportcapaciteit moeten hoog genoeg zijn als de rooimachine wel op volle capaciteit werkt. Daarom is voor het aanpassen van koppen en transport aan het rooien niet uitgegaan van de capaciteit van de bewerkingen maar van de zuivere werktijd. Voor het koppen is de zuivere werktijd per werkgang bij verschillende werksnelheden vergeleken met de zuivere werktijd per werkgang voor het rooien. Wat het transport betreft is uitgaande van de zuivere werktijd voor het rooien berekend over welke afstand het gerooide produkt vervoerd zou kunnen worden.

De afstemming van koppen en transport op het rooien vond plaats voor werkgangen op het restant perceel. Als restant perceel werd die oppervlakte beschouwd, die overblijft als hoeken, wendakkers, perceelszijden en paden van het totale perceel worden afgetrokken.

Bij de zuivere werktijd wordt geen rekening gehouden met aan-en afloop-tijden, wegtijden en storingstijden maar wel met een rusttoeslag.

Nadat koppen en transport afgestemd waren op het rooien werd ook de totale werktijd voor het rooien van het totale perceel berekend. Hiervoor werden de zuivere werktijd voor het rooien van het restant perceel en voor het rooien van wendakkers opgesteld en werden toeslagen gegeven voor

1. lagere rooibreedten bij het openen en bij de perceelszijden,
2. storingen,
3. aan- en aflooptijden en de wegtijd.

Uit de totale werktijd werd de capaciteit in ha/u berekend. Bij het afstemmen van koppen en transport op het rooien en bij het berekenen van de afstanden waarover de bieten bij een bepaalde transportorganisatie nog vervoerd kunnen worden, werd gebruik gemaakt van de door Tanis (1969) vermelde gedachtengang en formules.

De berekeningen werden uitgevoerd voor verschillende werksnelheden, zowel voor een perceel van 100 m x 200 m als voor een perceel van 200 m x 336 m, op een afstand van 500 m van de bedrijfsgebouwen.

Verondersteld werd dat de percelen bereikbaar waren via een verhard kavelpad en omgeven door een onberijdbare perceelsafscheiding. Verder werd verondersteld dat de wendakkers 18 m breed waren en dat de bieten waren gezaaid met een zesrijige zaaimachine op een afstand tussen de rijen van 50 cm. De bruto-opbrengst werd op 60 ton per ha gesteld.

4.4. Berekeningen

4.4.1. Rooien

De zuivere werktijd werd berekend voor rooisnelheden van 4, 6, 8, 10 en 12 km/u. Met welke snelheid in de praktijk gerooid wordt is onder meer afhankelijk van de gebruikte trekker en de toestand van de grond (nat of droog). De rooier kan onder droge omstandigheden de bieten nog verwerken bij de hoogste genoemde snelheid.

De zuivere werktijd van de rooier is de som van

1. de hoofdtijd, de tijd voor werkelijk rooien,
2. de tijd voor in het werk zetten,
3. de tijd voor uit het werk zetten en draaien,
4. de tijd voor het rijden op de wendakker,
5. de tijd voor het lossen van de verzamelbak (afhankelijk van al of niet rijdend lossen).

1. De hoofdtijd per werkgang kan berekend worden met de volgende formule

$$HT = \frac{L \times 6}{V_r} \times \frac{100 + RT}{100}$$

HT = hoofdtijd in cmin per werkgang
L = lengte van het restant perceel in m
RT = rusttoeslag in %
V_r = rooisnelheid in km/u

Als de rusttoeslag op 15 % wordt gesteld, wordt deze formule: $HT = \frac{6,9\ L}{V_r}$
voor het standaardperceel: $HT = \frac{1131,6}{V_r}$ (L = 164)
voor een perceel van 336 m lengte: $HT = \frac{2070}{V_r}$ (L = 300).

2. De tijd voor het in werking stellen bedroeg 25 cmin per keer. Met 10 % rusttoeslag wordt dit 28 cmin/keer. In deze tijd moet de trekkerchauffeur de rooielementen hydraulisch laten zakken en voor de rij brengen en de aftakas inschakelen. De daarvoor benodigde tijd is niet afhankelijk van de rijsnelheid.
3. De tijd voor het uit het werk zetten en draaien is ook bijna constant. Onder draaien wordt alleen het werkelijke draaien verstaan, dus niet het rijden op de wendakker. Bij dit draaien wordt in totaal een afstand van 20 m loodrecht op de lengte van het perceel afgelegd. De benodigde tijd voor uit het werk zetten en draaien was 50 cmin. Met een rusttoeslag van 10 % wordt dit 55 cmin. Deze tijd wordt niet kleiner als de afstand tussen twee opeenvolgende werkgangen kleiner wordt dan 20 m, omdat dan een grotere bocht moet worden genomen, of omdat de rooier teruggestoken moet worden.
4. De tijd voor het rijden op de wendakker is afhankelijk van de rijsnelheid en de afstanden en kan met dezelfde formule worden berekend als de hoofdtijd, met dien verstande dat de rusttoeslag op 10 % wordt gesteld en de afstand tussen de werkgangen met de onder 3 al in rekening gebrachte 20 m verminderd moet worden. De formule wordt dan $WT = \frac{L \times 6,6}{V_r}$
Gemiddeld zal er bij een breedte van 100 m op de wendakker een afstand van $\frac{0 + 100 - 20}{2} = 40$ m afgelegd moeten worden op 4/5 van het perceel, is gemiddeld ± 30 m.
5. Als in een naastrijdende wagen wordt gelost, kost dat geen extra tijd. Wordt echter stilstaand gelost, dan zal de rooier per ha 20 minuten tijd verliezen bij een opbrengst van 60 ton, een inhoud van de verzamelbak van 3 ton en een lostijd van 1 minuut per keer (20 minuten = 0,33 uur).

Tabel 7 Samenstellende delen van de zuivere werktijd per werkgang bij verschillende rijsnelheden en twee perceelslengten in cmin per werkgang bij rijdend lossen.

Rij-snel-heid	Rooien		In werk	Uit werk+draaien	Rijden	Totaal	
	164	300	164 ≈ 300	164 ≈ 300	164 ≈ 300	164	300
4	283	518	28	55	49	415	650
6	189	345	28	55	33	305	461
8	141	259	28	55	25	249	367
10	113	207	28	55	20	216	315
12	94	173	28	55	17	194	273

Bij het perceel van 336 m lengte en 200 m breedte is een splitsing in twee gedeelten van 100 m breed verondersteld, zodat de tijd voor het rijden op de wendakker gelijk is aan die van het perceel van 100 m breedte. De tijd voor het rijden van het ene perceelsgedeelte naar het andere is verwaarloosd.

Vermenigvuldiging van de zuivere werktijd per werkgang met het aantal werkgangen per ha levert de zuivere werktijd per ha.
Het aantal werkgangen per ha kan berekend worden met de volgende formule:

$$AW = \frac{10000}{WB_r \times L}$$

WB_r = werkbreedte van de rooier in m
AW = aantal werkgangen per ha
L = lengte van het restant perceel in m.

Bij de lengte van het restant perceel van 164 m en een werkbreedte van 1,50 m is het aantal werkgangen per ha 40,65; bij 300 en 1,50 werkbreedte 22,22.

Tabel 8 Zuivere werktijd in u/ha voor het restant perceel bij verschillende rijsnelheden, een perceelslengte van het restant perceel van 164 resp. 300 m en het al of niet rijdend lossen van de verzamelbak.

Rijsnelheid km/u	Rijdend lossen		Stilstaand lossen	
	164	300	164	300
4	2,81	2,41	3,14	2,74
6	2,06	1,71	2,39	2,04
8	1,69	1,36	2,02	1,69
10	1,46[1)]	1,17[1)]	1,79	1,50
12	1,31[1)]	1,01[1)]	1,64	1,34

[1)] De combinatie rijdend lossen en een rijsnelheid van 10 en 12 km/u is in de praktijk niet goed uitvoerbaar, omdat het afstemmen van de rijsnelheid van de naastrijdende wagen op die van de rooier dan niet nauwkeurig genoeg meer is.

Verhoging van de rijsnelheid van 4 tot 8 km/u levert een veel grotere tijdwinst op dan verhoging van 8 tot 12 km/u. De tijdwinst van de laatste verhoging is zelfs zo gering, dat ze maar amper opweegt tegen de tijd die nodig is voor stilstaand lossen. In de praktijk zal daarom vaak besloten worden niet sneller te rijden dan 8 km/u en rijdend te lossen.
Vergelijking van de zuivere werktijd per ha bij de verschillende perceelslengten en een rijsnelheid van 8 km/u met de door Tanis (1969) vermelde waarden toont aan dat de zuivere werktijd per ha ongeveer gelijk is aan de zuivere werktijd van een getrokken zesrijige rooier met een rooisnelheid van 3,5 km/u en lager dan de zuivere werktijd van alle andere rooimachines. Deze vergelijking betreft de zuivere werktijd voor het restant perceel.

4.4.2. Koppen

De hoofdtijd voor het koppen met een drierijige kopper is gelijk aan de hoofdtijd voor het rooien bij dezelfde werksnelheid. De tijd voor het rijden op de wendakker is eveneens gelijk aan de overeenkomstige tijd voor het rooien, maar de tijd voor draaien en in en uit het werk zetten is korter. Daar er voor de koppers niet voldoende tijdwaarnemingen beschikbaar waren, werd de tijd voor in en uit het werk stellen en draaien gelijk gesteld aan de tijd voor uit het werk stellen en draaien van de rooier; er werd dus geen aparte tijd in rekening gebracht voor het in het werk stellen.
De zuivere werktijd per werkgang is voor koppen met een drierijige kopper gelijk aan die voor koppen met een zesrijige kopper. De bewerkte oppervlakte is met een zesrijige kopper echter tweemaal zo groot, zodat de capaciteit ook tweemaal zo groot is.

Tabel 9 Tijden in cmin per werkgang voor het koppen bij verschillende snelheden en perceelslengten.

Rij-	Koppen		In en uit werk + draaien	Rijden	Totaal	
snel-	164	300	164 - 300	164 - 300	164	300
heid						
4	283	518	55	49	387	622
5	226	414	55	39	320	508
6	189	345	55	33	277	433

De werktuigen voor het koppen zijn snelheidsgevoelig, omdat de kopelementen zich bij hogere snelheden niet snel genoeg aanpassen aan de wisselende hoogte van de bieten, 6 km/u moet dan ook zeker als maximum worden beschouwd.

Bij vergelijking van de zuivere werktijd voor het rooien met die voor het koppen met een drierijige machine blijkt dat dit werktuig een maximum rooisnelheid van 6,5 km/u toelaat. Het gebruik van een drierijige kopper brengt dus met zich mee dat de rooier niet volledig benut kan worden. De zesrijige kopper heeft zelfs bij een restant perceel van 300 m lengte en een werksnelheid beneden de 5 km/u nog overcapaciteit.

4.4.3. Transport

Het gerooide produkt wordt meestal tijdelijk opgeslagen voordat het naar de fabriek wordt vervoerd. De transporttijd werd berekend voor wagens met 3 en met 6 ton inhoud en al of niet rijdend lossen bij een rooisnelheid van 8 km/u. De rijsnelheid van de wagens op het kavelpad werd op 16 km/u gesteld en op het perceel op 8 km/u. De inhoud van de verzamelbak van de rooier werd op 3 ton gesteld. Voor de berekening werd uitgegaan van hydraulische kipwagens met automatisch openend achterschot.
De zuivere transporttijd per ha werd gesplitst in drie delen nl.:

1. Een van de afstand tussen perceel en losplaats afhankelijk deel.
2. Een constant deel voor het lossen van de wagens, het rijden op het perceel en voor het laden van de wagens voorzover dat niet gelijktijdig met het rooien gebeurt.
3. Een aan de rooitijd gekoppeld deel, veroorzaakt door rooien op een naastrijdende wagen of door rooimachinegebonden wachttijden.

Deel 1 is afhankelijk van de afstand en kan worden berekend met de volgende formule:

$$V = \frac{2 \times A}{V_r} \times \frac{100 + RT}{100} \times AT$$

V = wegtijd in u/ha
A = afstand perceel losplaats(km)
RT = rusttoeslag (10 %)
AT = aantal vrachten per ha
V_r = rijsnelheid op de weg(km/u)

Voor 3 tons wagens wordt de wegtijd per 100 m afstand per ha 0,28 uur en voor 6 tons wagens 0,14 uur.

Deel 2 bestaat uit a. de totale lostijd van de wagen,
b. de transporttijd op het perceel,
c. de tijd voor stilstaand laden.

a. is het produkt van het aantal vrachten en de lostijd per vracht (1,26 min), voor 3 resp. 6 tons wagens 0,40 resp. 0,20 u/ha;
b. is afhankelijk van de plaats van laden. Als op een willekeurige plaats

op het perceel wordt geladen moet gemiddeld per vracht 2 x $\frac{1}{2}$ breedte + 2 x $\frac{1}{2}$ lengte worden afgelegd, b. is 0,83 resp. 1,48 u/ha voor een perceel van 100 x 200 m resp. 200 x 336 m en 3 tons wagens en 0,42 resp. 0,74 u/ha voor 6 tons wagens;

c. de tijd voor stilstaand laden is 0,33 u/ha.

Deel 3. Bij lossen op een naastrijdende wagen zal, als op een willekeurige plaats op het perceel wordt gewisseld de wagen ook op de wendakkers naast de rooier rijden. De verhouding tussen de tijd voor naastrijden en de zuivere werktijd voor rooien wordt aangeduid met q.

$$q = \frac{\text{tijd voor naastrijden}}{\text{zuivere werktijd voor rooien}} .$$

De waarde van q is bij naastrijdend laden op een wagen van 3 ton afhankelijk van de rooisnelheid. De tijd voor naastrijdend laden is constant en de hoofdtijd voor rooien is alleen afhankelijk van de rooisnelheid; uit deze gegevens werd de waarde q berekend. Deze waarde was voor snelheden van 4, 6 en 8 km/u resp. 1/6, 1/4 en 1/3.
Bij gebruik van 6 tons wagens is de waarde van q niet afhankelijk van de rooisnelheid (voorzover er nog tweemaal zo snel gelost als gerooid wordt). In dit geval zal de transporteenheid namelijk steeds moeten wachten op het rooien van de tweede helft van de vracht, als men het laadvermogen van de wagen volledig wil benutten. De waarde van q wordt dan 0,5, bij naastrijdend laden zal in de tijd voor naastrijden de wagen ook geladen worden, bij stilstaand laden niet.

Tabel 10 Tijden voor transport in mu/ha bij verschillende transportmethoden, een perceelslengte van 164 resp. 300 m en een rooisnelheid van 8 km/u.

Transportmethode	Wegtijd per 100 m deel 1 (V)		Constante tijd deel 2 (C)		Machinetijd deel 3 (qR)		Totaal in mu/ha bij 500 m afst.	
	164	300	164	300	q 164	300	164	300
3 ton rijdend laden	0,28	0,28	1,23	1,88	$\frac{1}{3}$x1,69	1,36	3,19	3,73
3 ton stilstaand laden	0,28	0,28	1,56	2,21	0	0	2,96	3,61
6 ton rijdend laden	0,14	0,14	0,62	0,94	$\frac{1}{2}$x1,69	1,36	2,17	2,32
6 ton stilstaand laden	0,14	0,14	0,95	1,27	$\frac{1}{2}$x1,69	1,36	2,50	2,65

Vergelijking van de zuivere werktijd voor het rooien met de zuivere werktijd voor het transport laat zien dat er bij alle vier transportsystemen wachttijden voor de rooier optreden als er maar één transporteenheid wordt gebruikt.

Voor het berekenen van de afstand, waarbij de transporttijd gelijk is aan de rooitijd, de zgn. kritische afstand, kan de volgende formule worden gebruikt:

$$A_K = \frac{(x \times R_s) - (q \times R_r) - C}{V}$$

A_k = kritische afstand in 100 m
x = aantal transportcombinaties dat aan de bewerking deelneemt
R_s = zuivere werktijd per ha voor rooien en stilstaand lossen
R_r = zuivere werktijd per ha voor rooien
q = factor voor naastrijden
C = constante transporttijd in uren per ha
V = wegtijd per 100 m (u/ha).

Bij rijdend lossen van de verzamelbak moet in plaats van R_s, R_r worden genomen.

Tabel 10 Kritische transportafstanden in meters bij verschillende transportsystemen, twee perceelsgrootten, een rooisnelheid van 8 km/u en gebruik van twee transporteenheden.

Transportmethode	Lengte restant perceel 164	300
3 ton rijdend laden	570	140
3 ton stilstaand laden	890	420
6 ton rijdend laden	1370	860
6 ton stilstaand laden	1600	1020

In de tabel is te zien dat bij de gekozen uitgangspunten twee transporteenheden meestal voldoende zijn om het transport rond te zetten. Bij grote percelen en gebruik van 3 tons wagens zouden, om een afstand van 500 m te overbruggen, echter meer transporteenheden nodig zijn om wachttijden van de rooier te voorkomen.

4.4.4. Berekening van de taaktijd en van de capaciteit van de rooier

Bij de berekening van de taaktijd worden de hoeken en een strook van 1 m breed langs de randen van het perceel buiten beschouwing gelaten, daar deze oppervlakten niet machinaal gerooid kunnen worden met de Farmhand rooier. Deze oppervlakten bedragen bij de percelen van 100 x 200 m en 200 x 336 m achtereenvolgens 17,5 en 23,3 are.

Langs de perceelszijden zullen twee werkgangen gerooid moeten worden met verminderde werkbreedte, omdat het wiel van de rooier 75 cm buiten de buitenste gerooide rij loopt. Ook bij het openen van het perceel zullen er, afhankelijk van het aantal gewasrijen, op het perceel een of meer werkgangen gerooid moeten worden met een kleinere werkbreedte, of zelfs extra gereden moeten worden. Hiervoor is een extra tijd nodig van 0,11 resp. 0,12 uur voor de verschillende perceelsgrootten.
De benodigde tijd voor het rooien van de wendakkers werd berekend op basis van het aantal werkgangen op de wendakker, waarbij de tijd toch volledig in rekening werd gebracht, al werd de werkbreedte niet volledig benut. Deze tijd is voor de twee perceelsgrootten resp. 0,55 en 0,90 u.

De zuivere werktijd voor het perceel is dan te berekenen als de som van de zuivere werktijd voor het restant perceel plus de zuivere werktijd voor de wendakkers plus de extra tijd voor lagere werkbreedte.
De gecorrigeerde zuivere werktijd voor de verschillende perceelsgrootten en een rooisnelheid van 8 km/u is dan resp. 3,38 en 9,09 uur, of 1,85 resp. 1,40 u/ha.

Voor de verdere berekening van de taaktijd en de capaciteit werd uitgegaan van de volgende toeslagen:

1. Storing 7 %.
2. Aan- en aflooptijd per perceel 0,58 u
3. Aan- en aflooptijd per halve dag 0,42 u
4. Transporttijd op perceel 0,03 u/100 m breedte
5. transporttijd op de weg 0,14 u/km afstand
6. Aantal werkuren per halve dag 4,00 u

Uit deze gegevens en de gecorrigeerde zuivere werktijd kan het aantal halve dagen, dat voor het rooien nodig is en de totale werktijd berekend worden. Met behulp van de netto gerooide oppervlakte en de totale werktijd werd de taaktijd berekend en de reciproke daarvan; de capaciteit.
De taaktijd was resp. 2,87 en 1,83 u/ha en de capaciteit 0,35 en 0,54 ha/u.

Ter vergelijking werd ook de capaciteit berekend voor dezelfde perceelsgrootten, maar uitgegaan van snelheden van 4 en 8 km/u.
De berekening van de capaciteit werd samengevat in tabel 11.

Tabel 11 Overzicht van de berekening van de capaciteit

1. Lengte perceel (m)	200	200	200	336	336	336
2. Breedte perceel (m)	100	100	100	200	200	200
3. Rooisnelheid (km/u)	4	8	12	4	8	12
4. Lengte restant perceel (m)	164	164	164	300	300	300
5. Hoofdtijd in omin/werkgang $\frac{6,9 \times (4)}{(3)}$	283	141	94	518	259	173
6. In werk stellen in omin/keer	28	28	28	28	28	28
7. Uit werk stellen+ draaien in omin/werkgang	55	55	55	55	55	55
8. Rijden op wendakker in omin/werkgang	49	25	17	49	25	17
9. Zuivere werktijd in omin/werkgang(5)+(6)+(7)+(8)	415	249	194	650	367	273
10. Aantal werkgangen/ha $\frac{10.000}{WBr \times (4)}$	40,65	40,65	40,65	22,22	22,22	22,22
11. Zuivere werktijd in u/ha $\frac{(9) \times (10)}{6000}$	2,81	1,69	1,31	2,41	1,36	1,01
12. Stilstaand lossen in u/ha	-	-	0,33	-	-	0,33
13. Zuivere werktijd in u/ha bij stilstaand lossen	-	-	1,64	-	-	1,34
14. Oppervlakte restant perceel in ha (4)x { (2)-2 }	1,61	1,61	1,61	5,94	5,94	5,94
15. Zuivere werktijd voor restant perceel in u	4,52	2,72	2,64	14,32	8,07	7,96
16. Bijkomende tijd voor paden en perceelszijden	0,18	0,11	0,09	0,22	0,12	0,09
17. Zuivere werktijd voor rooien wendakkers	0,77	0,55	0,48	1,46	0,90	0,71
18. Gecorrigeerde zuivere werktijd per perceel(15)+(16)+(17)	5,47	3,38	3,21	16,00	9,09	8,76
19. Storingstoeslag (7 % van (18))	0,38	0,24	0,22	1,12	0,64	0,61
20. Gecorrigeerde zuivere werktijd + storingstoeslag (18)+(19)	5,85	3,62	3,43	17,12	9,73	9,37
21. Aan- en aflooptijd per perceel(u)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
22. Aan- en aflooptijd per ½ dag (u)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
23. Transporttijd op het perceel (u)	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06
24. Transporttijd op de weg (500 m afstand) (uren)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
25. Aantal arbeidsuren per ½ dag	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
26. Aantal ½ dagen/perceel $\frac{(20)+(21)}{(25)-(22)-(23)-(24)}$	2	2	2	6	3	3
27. Transporttijd + aan- en aflooptijden(26)x { (22)+(23)+(24) } +(21)	1,62	1,62	1,62	3,88	2,23	2,23
28. Totale werktijd (u/perceel) (20)+(27)	7,47	5,24	5,05	21,00	11,96	11,60
29. Netto gerooide oppervlakte in ha ((14)+ wendakkers)	1,83	1,83	1,83	6,49	6,49	6,49
30. Capaciteit in ha/u (29)/(28)	0,24	0,35	0,36	0,31	0,54	0,56

De getallen tussen haakjes verwijzen naar het nummer van de regels.

Met behulp van de taaktijd is de arbeidsbehoefte voor het oogsten van 1 ha bieten te berekenen.
Daar het koppen en het transport niet sneller kunnen verlopen dan het rooien, en er bij het afstemmen van het koppen en het transport op het rooien aangetoond is dat ze wel even snel kunnen verlopen, kan voor het berekenen van de arbeidsbehoefte voor de oogst de arbeidsbehoefte voor het rooien vermenigvuldigd worden met het aantal personen dat bij de oogst betrokken is. Bij gebruik van een zesrijige kopper en twee wagens wordt dit voor het standaardperceel 11,48 u/ha. Voor het perceel van 336 x 200 m wordt de arbeidsbehoefte voor de oogst 7,32 u/ha als de zesrijige kopper gebruikt wordt en het transport verzorgd wordt door twee transporteenheden van 6 ton.

De berekende arbeidsbehoefte geldt alleen voor het machinaal rooien. Voor het oogsten van hoeken en perceelszijden is nog een extra tijd nodig, omdat deze delen van het perceel in handwerk geoogst moeten worden.
Een andere werkzaamheid die nog moet worden uitgevoerd is het teruggooien van een bladzwad, dat in de nog niet gerooide bieten komt te liggen bij het openen van het perceel met een zesrijige kopper.

4.5. Beschrijving storingen

Voor het berekenen van de taaktijd is uitgegaan van een tijd voor storingen van 7 %. Bij het onderzoek te velde traden wel storingen op, maar het was niet doenlijk een storingspercentage te berekenen, daar door het onderzoek het optreden van storingen en de totale rooitijd beïnvloed werd.

De volgende storingen deden zich voor:

1. Machine loopt uit de rij.
   Dit gebeurde enkele malen en werd veroorzaakt door bieten, die ver uit de rij stonden of door wegglijden van de rooier onder natte omstandigheden.
2. Vollopen van de wiellichters.
   Bij natte grond en lage rooisnelheid kwam het voor dat de wiellichters niet meer draaiden en de grond opstuwden.
3. Vollopen van de rooier.
   De rooier liep een keer vol toen het zo nat was dat de bieten niet meer werden meegenomen door de opvoertransporteur.
4. Slippen van de drijfriem van de zijafvoertransporteur.
   De drijfriem wordt met veerdruk op spanning gehouden; deze spanning was soms te laag om slippen te voorkomen.

5. Breuk van het touw om de zijafvoertransporteur in te schakelen. Het touw werd bij wind kapot getrokken, doordat het meegenomen werd door de kammen op banden van de trekker.
6. Breuk van de veiligheidskoppeling van de opvoertransporteur. Dit was een bedieningsfout, die te wijten was aan het onderzoek. Er werd met hoge snelheid doorgereden toen de verzamelbak meer dan vol was.

De machine is stevig gebouwd, er hoefden slechts enkele kleine reparaties te worden verricht. Zo moesten enkele geleiderollen van de opvoertransporteur verwisseld worden, omdat ze uitgelopen waren na ± 35 ha rooien. Na ± 70 ha rooien waren de rubber klepels, die de bieten uit de wiellichters op de bodemketting werpen, aan vervanging toe.

5. BEGROTING VAN DE KOSTEN

5.1. Algemeen

Om enig inzicht te krijgen in de kosten per ha voor de bietenoogst met gebruik van de Farmhand rooier werd een begroting opgesteld. Ter vergelijking werden ook begrotingen gemaakt voor de oogst met de eenrijige en zesrijige rooier. Hierbij werd voor de kosten van trekkers, wagens en arbeid uitgegaan van een normbedrag per uur. Normbedragen hebben echter het bezwaar dat ze willekeurig zijn; het verschil in kosten veroorzaakt door de bedrijfssituatie komt er niet in tot uiting. Zo zullen de kosten van een trekkeruur o.a. afhankelijk zijn van het aantal draaiuren per jaar en de kosten van een manuur zullen beïnvloed worden door het deel dat de effectieve werktijd uitmaakt van de contracttijd.
Voor vergelijking van kosten is dit bezwaar echter niet zo groot, omdat de verhouding van de kosten van verschillende systemen er niet zo sterk door veranderd wordt.
De vaste kosten per jaar hangen af van de gebruiksduur van de machine en voor de gebruiksduur zal dus ook een norm gesteld moeten worden evenals voor de jaarlijks te rooien oppervlakte.
Het gebruik van normen brengt met zich mee dat de kostprijs voor het oogsten op een bepaald bedrijf soms aanzienlijk kan afwijken van de kostenbegroting.

5.2. Uitgangspunten

De begrotingen werden opgesteld voor landbouwbedrijven, dus niet voor loonwerkers. Kosten van een trekkeruur van een trekker van ± 50 pk *f* 6,-
" " " " ± 100 pk *f* 12,-
Kosten van een manuur (70 % effectieve tijd) 10/7 x *f* 6,- = *f* 8,50
Kosten van een 6 tons hydraulische kipwagen per uur = *f* 3,-
Nieuwwaarde Farmhand rooier *f* 40.000,-
Nieuwwaarde Farmhand ontbladermachine onbekend
Nieuwwaarde Moreau kopper *f* 11.000,-
Nieuwwaarde kopper, rooier en lader van een zesrijig systeem *f* 40.000,-
Nieuwwaarde eenrijige rooier met verzamelbak met een inhoud groter dan 2000 kg *f* 21.000,-
De nieuwwaarde van de machines zijn afgerond op duizend guldens.
Rente van geinvesteerde kapitaal 7 %.
Verzekering en berging 2 %.
De jaarlijks te rooien oppervlakte werd voor de eenrijige machine gesteld op 18 ha en voor de drierijige en de zesrijige op 72 ha in een rooiperiode van 7 weken en 50 % of 18 dagen werkbaar weer.
De werktijd per dag werd gesteld op 8 u.
Voor het transport werd voor een eenrijige rooier één transporteenheid (man+wagen +trekker) in rekening gebracht en voor een zesrijige rooier drie (Coolman, 1968). Voor de Farmhand rooier werd uitgegaan van twee transporteenheden.
Reparatie en onderhoud werden gesteld op de helft van het bedrag voor afschrijving.

5.3. Berekening

	Eenrijige rooier	Farmhand + Moreau kopper	Zesrijig rooisysteem
Nieuwwaarde in glds.	21.000	51.000	40.000
Levensduur in jaren	10	10	10
Kosten van koppen, rooien en laden per jaar in glds.			
Afschrijving	2.100	5.100	4.000
Rente (7 %)	735	1.785	1.400
Verzekering en berging	420	1.020	800
Reparatie en onderhoud	1.050	2.550	2.000
Arbeidsloon	1.224	2.448	3.672
Trekkerkosten	864	2.592	2.592
Totaal	6.393	15.495	14.464
Per ha	355	215	201

	Eenrijige rooier	Farmhand + Moreau kopper	Zesrijig rooisysteem
Kosten van transport in glds.			
Arbeidsloon	1.224	2.448	3.672
Trekkerkosten	864	1.728	2.592
Wagens	432	864	1.296
Totaal	2.520	5.040	7.560
Per ha	140	70	105
Totaal oogst + transport	8.913	20.535	22.024
Per ha	495	285	306

Bij deze uitgangspunten zijn de kosten van de Farmhand rooier ongeveer even hoog als die van een zesrijig oogstsysteem en veel lager dan de kosten van een eenrijige rooier. Bij de beoordeling van de kosten moet er rekening mee worden gehouden dat binnen de zesrijige systemen de ontwikkeling gaat in de richting van combinatie van koppen en rooien in dezelfde werkgang, hetgeen een besparing oplevert aan arbeidsloon en misschien op trekkerkosten. Ook het transport vindt bij de zesrijige systemen meer en meer plaats met hogere snelheden. Bij de eenrijige rooiers slaagt men erin de totale oogst met twee man rond te zetten, terwijl bij de meerrijige systemen meer mensen nodig zijn, wat grotere organisatieproblemen met zich mee kan brengen.
De investering voor de oogstmachines van het Farmhand systeem is aanzienlijk hoger dan de investering voor de vergeleken systemen; de financiering zal dus eerder moeilijkheden opleveren.
Bij vergroting van de jaarlijks te rooien oppervlakte verschuift de verhouding van de kosten ten gunste van het Farmhand systeem en bij verkleining ten gunste van een zesrijig systeem, omdat bij het Farmhand systeem een groter deel van de kosten vast is dan bij een zesrijig systeem.
Een factor die ten gunste van het rooien met een eenrijige rooier kan werken is, dat met sommige eenrijige rooiers meer dagen benut kunnen worden.

6. CONCLUSIES

Het rooisysteem waarin de Farmhand rooier gebruikt wordt vraagt een goede organisatie en een gewas dat nauwkeurig gezaaid is op een veelvoud van drie rijen.
De machine is robuust gebouwd en kan ook bij hoge snelheden de bieten nog verwerken. Om de hoge snelheden te kunnen bereiken is echter een trekker nodig met een groot vermogen (± 100 pk).
De Farmhand drierijige kopper vraagt veel vermogen en levert bij hogere snelheden (> 5 km/u) een minder bevredigend kopresultaat. Als men de capaciteit van de rooier volledig wil benutten, is de capaciteit van de drierijige kopper niet toereikend.
De zesrijige Moreau kopper leverde een bevredigend kopresultaat en had een voldoend hoge capaciteit.

De rooiverliezen in en op de grond waren niet hoog, gemiddeld over alle omstandigheden minder dan 3,5 %, maar stegen snel als de afstand tussen de rijen niet gelijk was aan de afstand tussen de rooielementen van de rooier. Bij zeer losse grond kunnen de rijen door de wielen van de rooier of de trekker omgedrukt worden en daardoor kunnen de verliezen sterk stijgen. De bieten worden bij het rooien onder niet te natte omstandigheden goed gereinigd, zodat de grondtarra laag is. Bij zeer natte omstandigheden kan het percentage grondtarra echter wel oplopen tot 50 % van het gegroeide wortelgewicht.
Het percentage kopverlies en het percentage koptarra waren, afhankelijk van de omstandigheden, normaal of iets aan de hoge kant.

De capaciteit van de rooier is bij een rooisnelheid van 8 km/u ongeveer gelijk aan de capaciteit van de Franse bietenrooier bij een rooisnelheid van 3,5 km/u. De arbeidsbehoefte per ha voor de oogst is lager dan de arbeidsbehoefte van de Franse systemen, omdat de werkgang met een bietenlader vervalt. Het transport vraagt ook minder tijd. Daartegenover staat een iets grotere arbeidsbehoefte voor bijkomend handwerk.

De kosten per ha voor de oogst met behulp van de Farmhand rooier zijn ongeveer gelijk aan die voor de oogst met de Franse systemen en lager dan de kosten voor het oogsten met een eenrijige machine met verzamelbak.

Eindconclusie: bruikbare machine.

7. LITERATUUR

Coolman, F 1968. Kosten van verschillende bietenoogstmethoden.
Landbouwmechanisatie, 19(1968)3, 233-241.

Jankowsky, F. 1965. Vergleichsprüfungen an Rodekörpern in mittelschweren Böden.
Bericht über die Fachtagung. Landtechnik im Zuckerrübenbau am 15. und 16. Oktober 1964 im Magdeburg. Eigenverlag der Kammer der Technik, 1965 Berlin.

Jorritsma, J. and J.F.T. Oldfield 1969. Effect of sugar beet cultivation and extent of topping on processing value.
I.I.R.B. Journal of the International Institute for Sugar Beet Research, 3(1969)4, 226-240.

N.N. 1964 Mechanisatie van de suikerbietenoogst.
Verslag van de zevende landelijke bietenrooi- en transportdemonstratie in 1963 te Numansdorp. Publikatie No. 81, augustus 1964, I.L.R. Wageningen.

N.N. 1966. Mechanisatie van de suikerbietenoogst.
Verslag van de achtste landelijke bietenrooi- en transportdemonstratie in 1965 te Wilhelminadorp. Publikatie No. 101, augustus 1966, I.L.R. Wageningen.

N.N. 1967. Mechanisatie van de suikerbietenoogst.
Verslag van de negende landelijke bietenrooidemonstratie, gehouden in 1967 te Oostelijk Flevoland. Publikatie 114, december 1967, I.L.R. Wageningen.

N.N. 1969. Algemeen overzicht. Voorlichtingsblad aan de N.V. C.S.M., (1969) No. 264, 4201-4202.

Pluygers, H.G. 1968. Vermogensmetingen aan Farmhand bietenkopper en -rooier.
Meetrapport 353/7c, 1968, I.L.R. Wageningen.

Pluygers, H.G. 1970. Vermogensmetingen aan een Farmhand en een Moreau bietenontbladermachine.
Vermogens-, trekkracht- en oplegmetingen aan een Farmhand bietenrooier.
Meetrapport 371/7c, 1970, I.L.R. Wageningen.

Postuma, H.H. en F. Coolman 1964. Aspekten van de mechanisatie en rationalisatie van de landbouw in de V.S.
Verslag van een studiereis naar de Verenigde Staten van Amerika. 1964, I.L.R. Wageningen.

Tanis, T. 1969. Arbeidsorganisatie bij de oogst van suikerbieten.
Rapport 136, juni 1969, I.L.R. Wageningen.

Bijlage 1 Technische gegevens Farmhand F 808-A bietenrooier.

Rooier

Type	drierijig met verzamelbak
Aanspanning	vaste trekhaak of trekbalk van de hefinrichting
Lengte	4,80 m
Breedte	5,05 m of bij omgeklapte transporteur 3,20 m
Hoogte	4,20 m
Gewicht	3783 kg, 500 kg rust op trekker bij lege verzamelbak
Spoorbreedte	instelbaar tussen 2 en 3 m
Aantal wielen	2
Bandenmaat	11.25-28 (10 ply) 3,5 ato
Aandrijving	aftakas volgas, 540 omw./min
In en uit werk stellen	hydraulisch vanaf de trekker

Lichters

Type	Oppelwielen
Diameter Oppelwielen	71 cm
Verstelmogelijkheid	aan beide zijden 3 vulplaten, alle 3,5 mm dikte
Toerental	door de grond aangedreven
Minimale afstand tussen lichters	4,5 cm

Werppoetsers

Aantal	na elke lichter 4 x 3 rubber klepels
Toerental	432 omw./min

Reiniging

Horizontale ketting	breedte 1,20 m
Verticale kettingen:	
achterste	lengte 5,55 m breedte 75 cm
voorste	lengte 7,38 m breedte 75 cm
Maaswijdte kettingen	5 cm
Dikte staven v.d. kettingen	11 mm
Voorloop achterste verticale ketting	20 %
Overgang horizontale-verticale ketting	2 met rubber beklede vierkante trommels
Ruimte tussen trommels en horizontale ketting	9 cm

Verzamelbak

Inhoud	3260 kg bieten met 8 % tarra
Bodemtransporteur	lengte 1,11 m breedte 75 cm
Zijafvoertransporteur	lengte 4,00 m breedte 92 cm (uitwendig) 81 cm (inwendig) hoogte 4,20 m
Transporteurketting	lengte 8,50 m breedte 75 cm

Farmhand kopper

Lengte	3,90 m
Breedte	4,25 m
Hoogte	1,25 m
Gewicht	1210 kg
Aandrijving	aftakas 540 omw./min
Spoorbreedte	verstelbaar
Klepelas: breedte	2 m
aantal klepels	30
toerental	
Poetseras: breedte	2 m
aantal klepels	64
toerental	540 omw./min
diepteregeling	draaispindel
Nakopper: taster	schuin oplopende plaat
ophanging	parallellogram met schokbreker en veer
In en uit werk	mechanisch
Afvoervijzel	150 cm breder dan de klepelassen

Moreau kopper

Lengte	3,95 m
Breedte	3,80 m
Hoogte	1,30 m
Gewicht	1450 kg
Aandrijving	aftakas 540 omw./min
Tasterschijven:	
doorsnede	43 cm
breedte	16 cm
gewicht	veerdruk
voorloop	± 30 % afhankelijk van de rijsnelheid
Opraapmechanisme:	
tanden	gestuurde verende stalen tanden
aantal tanden	10 balken met 18 paar tanden
lengte tanden	13 cm
Spoorbreedte	2 m
Bandenmaat	4,50-10
Aantal banden	2
Vijzel voor bladafvoer	75 cm buiten de opraper (na verlenging)

Bijlage 2 Neerslag in de periode van rooien.

Datum	mm neerslag
1-9	1,2
3-9	1,5
17-9	0,6
27-9	2,2
29-9	1,2
1-10	2,0
2-10	5,3
22-10	4,8
24-10	6,0
29-10	0,5
30-10	2,3
31-10	0,8
3-11	1,5
4-11	10,2
5-11	3,2
10-11	14,5
12-11	9,2
13-11	8,8
14-11	1,7
15-11	2,8
16-11	0,8
17-11	20,3
18-11	1,6
20-11	1,0
21-11	1,5
22-11	1,5

De eerste 4 rooidata 18 en 25 sept. en 6 en 7 okt. vielen na een periode met droog weer. Het rooien vond dus plaats onder droge omstandigheden. Daarna werd gewacht op nat weer. Begin november werd het zo nat, dat er niet gerooid kon worden. Na de droge 19^{e} november werd besloten 20 november te gaan rooien. In de nacht van 19 op 20 november viel nog 1 mm regen en op 21 november viel er tijdens het rooien 's middags nog 1 mm regen. Er werd toen onder natte omstandigheden gerooid.