INSTITUUT VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE

Rapport 137 juni 1969

Vergelijking van melkmethoden
en doorloopmelkstallen

J.A.M. Voermans

Dr. S. L. Mansholtlaan 12 - Wageningen tel. 08370-3041

2953
43c
2287159

Rapport 137 juni 1969

Vergelijking van melkmethoden en doorloopmelkstallen

J.A.M. Voermans

Dit rapport heeft tevens gediend als scriptie voor de Afd. Landbouwtechniek.

Overneming van hierin gepubliceerde gegevens alleen toegestaan na overleg met de schrijver en de Afdeling ARBEIDSSTUDIE van Veehouderij- en Weidebouwbewerkingen van het I.L.R.

2287159

I N H O U D

		blz.
I.	INLEIDING	1
II.	INVOERGEGEVENS	2
II.1.	Algemeen	2
II.2.	De voor deze scriptie gesimuleerde situaties	2
II.2.1.	De omstandigheden, die voor alle situaties gelijk zijn	2
II.2.2.	De omstandigheden, die niet voor alle situaties gelijk zijn	3
II.3.	De gegevens van de koeien en de consequenties hiervan voor de resultaten	4
III.	UITVOERGEGEVENS	7
IV.	BEOORDELING UITVOERGEGEVENS	10
IV.1.	Algemeen	10
IV.2.	De beoordelingscriteria	10
IV.2.1.	Criteria betreffende de organisatie	10
IV.2.2.	Criteria betreffende de kwaliteit	11
IV.2.3.	Criteria betreffende de prestatie	12
IV.3.	De te onderscheiden situaties	14
IV.4.1.	Beoordeling groep 1	15
IV.4.2.	Beoordeling groep 2	16
IV.4.3.	Beoordeling groep 3	18
IV.4.4.	Beoordeling groep 4	21
IV.5.	Vergelijking van de vier groepen	24
V.	ANDERE MOGELIJKHEDEN MET DIT SIMULATIEPRGRAMMA	30
VI.	LITERATUUR	32
VII.	VERKLARING VAN ENKELE TERMEN EN AFKORTINGEN	34
VII.1.	Met betrekking tot de melker	34
VII.2.	Met betrekking tot de handelingen	34
VII.3.	Met betrekking tot de koe	35
VII.4.	Met betrekking tot de machine	35
VII.5.	Met betrekking tot het simuleren	36
VII.6.	Met betrekking tot de arbeidsstudie	36
VII.7.	Nog niet genoemde afkortingen	36

BIJLAGEN

Stno. 344-150-21/6-'69
dVR

I. INLEIDING

Door de afdeling Besliskunde van het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie (ILR) is onder leiding van de heren E. van Elderen en S.P.J.H. van Hoven een simulatieprogramma opgebouwd. Dit programma is zodanig geformuleerd, dat het machinaal melken in alle tweezijdig symmetrische doorloopmelkstallen kan worden gesimuleerd.
De aanleiding tot de opbouw van dit programma was de behoefte om de afzonderlijke invloed van een groot aantal variabelen, op de arbeidsprestatie en arbeidskwaliteit beter te kunnen bestuderen. Beter omdat de veel gebruikte tijd- en methodestudies, wat deze afzonderlijke invloed betreft, vaak beperkt bruikbaar blijken te zijn.
Om het controleren van het ontworpen simulatieprogramma zinvol te maken heeft de afdeling Arbeidsstudie van Veehouderij- en Weidebouwbewerkingen van voornoemd Instituut de gelegenheid aangegrepen om een aantal staltypen, met daaraan gekoppeld enkele melkmethoden, onderling te vergelijken.
De interpretatie van de, via dit programma, door de computer berekende resultaten, vormt de hoofdschotel van deze scriptie. Tevoren wordt echter ingegaan op de gebruikte gegevens (invoer) en op de uitvoergegevens, zoals die door de computer worden gepresenteerd. Na de beoordeling van de uitvoergegevens worden een aantal andere gebruiksmogelijkheden van dit simulatieprogramma opgesomd.
Bovendien zijn zowel de lijst van de geraadpleegde literatuur, betreffende de behandelde problematiek, alsmede een aantal bijlagen opgenomen. Aangezien enkele termen uit het jargon van het machinaal melken, bij dit programma, een enigszins gewijzigde inhoud hebben gekregen, is een verklaring gegeven van de gebruikte termen en afkortingen.
Aan allen, speciaal de heren E. van Elderen, S.P.J.H. van Hoven en H.A. de Vries, die hun medewerking hebben verleend, ben ik oprechte dank verschuldigd.

II. INVOERGEGEVENS

II.1. Algemeen

Het is met een simulatieprogramma mogelijk om vele situaties, betreffende het melken in doorloopmelkstallen, in zeer korte tijd door te rekenen. Elke nieuwe situatie vereist natuurlijk een verandering van de invoergegevens. Om met een dergelijk programma te kunnen werken, dient men er goed mee te kunnen manipuleren. Deze scriptie laat geen ruimte open om uitvoerig op dit programma in te gaan. Voor belangstellenden wijs ik op een binnenkort te verschijnen publikatie van Van Elderen en Van Hoven bij Pudoc, Wageningen. Deze publikatie zal het programma uitvoerig toelichten en alle aandacht zal worden geschonken aan de mogelijkheden en beperkingen als wel aan de noodzakelijke invoergegevens. In dit hoofdstuk wordt daarom alleen genoemd wat er voor de hierna te beoordelen 20 situaties is ingevoerd.
In hoofdstuk V worden nog enkele voorbeelden genoemd waarbij het gebruik van dit programma eveneens tot een goed inzicht kan leiden.

II.2. De voor deze scriptie gesimuleerde situaties

Er zijn in totaal 20 verschillende situaties berekend. Zie hiervoor IV.3.

II.2.1. De omstandigheden, die voor alle situaties gelijk zijn

a. Het aantal te melken koeien is steeds gelijk aan 120 stuks. Volledigheidshalve dient te worden vermeld dat steeds dezelfde dieren in dezelfde volgorde in het programma worden opgenomen.
b. De handelingstijden. De handelingen zijn in volgorde: inlaten, voorbehandelen, aansluiten melkstel, machinaal namelken inclusief afnemen melkstel en uitlaten.
c. De melkgift en de melksnelheid, zodat de zuivere machine-melktijd gelijk blijft. De gemiddelde melkgift is 7,31 l/koe (= 7,5 kg/koe). Dit komt dus overeen met de gemiddelde gift van een koe met een produktie van 4500 kg in 300 dagen. In bijlage 1 zijn de gegevens van de koeien vermeld.
d. Het uitlaten gebeurt automatisch. Dat wil zeggen, dat de melker hiervoor niet nodig is en dus bij het uitlaten met een andere handeling bezig kan zijn. Dit geldt echter niet voor het inlaten. Hierdoor wordt de werkelijkheid zoveel mogelijk met het programma nagebootst, aangezien deze twee handelingen grotendeels gelijktijdig verlopen.
e. De controle is niet als aparte handeling opgenomen. Er is vooraf door de opstellers van deze situaties gesteld, dat controle de prestatie (aantal gemolken koeien per uur) niet mag schaden. De computer registreert

wel wachttijden en deze kunnen als maatstaf worden gebruikt bij de beoordeling van de mogelijkheid tot controle.

f. Van de mogelijkheid om storingen, tijdens het melken, in het programma in te bouwen, is geen gebruik gemaakt omdat men op de eerste plaats het effect van werktechniek en van de doorloopmelkstal wil onderzoeken.

g. Er wordt steeds door één melker gewerkt. Een andere mogelijkheid bestaat er met dit programma ook niet.

h. De handelingen bezitten steeds een zelfde prioriteitsvolgorde. Dat wil zeggen als twee of meer verschillende handelingen gelijktijdig kunnen worden uitgevoerd, dan wordt steeds de handeling, die de hoogste prioriteit bezit uitgevoerd. De hier gehanteerde prioriteitsvolgorde is de volgende: 1. machinaal namelken, 2. aansluiten melkstel, 3. voorbehandelen, 4. inlaten en 5. uitlaten. Uitlaten gaat echter altijd door, omdat de melker hiervoor niet nodig is (automatisch).

i. Normaal worden de koeien van één groep in behandeling genomen in volgorde van binnenkomst. Is de produktie van de meest produktieve koe in zo'n groep meer dan 50 % hoger dan het gemiddelde van de totale groep, dan wordt deze koe eerst voorbehandeld, enz.

j. Een eerste wachttijd, de tijd tussen voorbehandelen en het aansluiten van het melkstel, is niet verplicht voorgeschreven. De invoergegevens zijn zodanig geformuleerd, dat de eerste wachttijd zo min mogelijk de 100 cmin overschrijdt.

k. De invoergegevens zijn voor alle situaties zo opgesteld, dat de blindmelktijd onder normale omstandigheden de 25 cmin niet overschrijdt; het inlaten van een nieuwe groep koeien is echter nog toegestaan als dit niet leidt tot een blindmelktijd die langer is dan 50 cmin. Langere blindmelktijden kunnen daarom alleen optreden als tijdens het machinaal namelken zich een of meer koeien aanbieden om te worden nagemolken.

II.2.2. De omstandigheden, die niet voor alle situaties gelijk zijn

a. De doorloopmelkstal. In de 20 situaties zijn 9 staltypen opgenomen, namelijk de gesloten dubbele 2, 3, 4, 5, 6, 8 en 10-standsdoorloopmelkstal en de open dubbele 2 en 3-standsdoorloopmelkstal.

b. Het aantal melkstellen. Dit aantal is gelijk aan het aantal stands of de helft hiervan. In het laatste geval wordt een melkstel alleen gebruikt voor 2 tegenover elkaar staande koeien.

c. De machinestop. In 4 situaties is het principe van een korte machinestop ingebouwd. In de overige situaties zijn hieraan geen beperkingen gesteld.

II.3. De gegevens van de koeien en de consequenties hiervan voor de resultaten

Het zal duidelijk zijn dat de verschillen in de berekende resultaten voor rekening komen van de gekozen staltypen en van de methoden. Deze grootheden zijn namelijk de enige variabelen bij deze simulaties. Het bereikte niveau wordt echter bepaald door het koppel melkkoeien, waarmee gerekend is. Terwille van het staltype- en het methode-effect zijn daarom in alle situaties dezelfde dieren opgenomen. Daardoor kan vooraf reeds iets worden gezegd over het te bereiken niveau.
In bijlage 1 zijn alle gebruikte gegevens van de koeien weergegeven. Deze gegevens bevatten zowel alle handtijden als de melktijden, de melkgiften en de melksnelheden. De tijden zijn uitgedrukt in centiminuten (cmin), de melkgift in liters en de melksnelheid in liters per minuut. Deze gegevens zijn ontleend aan praktijkwaarnemingen, die uitgevoerd zijn bij een koppel van 35 melkgevende koeien en in een gesloten dubbele 2-standsmelkstal. Volgens 3 x 35 + (35 - 20) komt men aan 120 koeien.
De handtijden zijn zo ruim, dat voldoende ruimte open blijft voor de looptijd van de melker. Bij gebruik van opbouwtijden mist men deze mogelijkheid, omdat bij de vaststelling van de taaktijden een toeslag dient te worden gegeven voor wisselende looptijden.
Tabel II.3.a. bevat de handtijden voor de 120 koeien. Zoals reeds eerder vermeld is het uitlaten in alle situaties gedefinieerd als zijnde een handeling die automatisch verloopt, om tegemoet te komen aan de praktijk.

Tabel II.3.a.: De handtijden (cmin/koe) voor de 120 koeien.

Handeling	Afkorting	Gemiddeld	Minimum	Maximum
inlaten	t_{inl}	29,4	17	60
voorbehandelen	t_v	39,2	25	80
aansluiten	t_{aan}	21,3	14	27
mach. namelken + afhalen	t_{na}	49,6	16	162
uitlaten	t_{uit}	13,3	8	22

De melktijd bedraagt gemiddeld 388,1 cmin/koe met als uiterste tijden 99 en 634 cmin/koe. De machine-cyclustijd (Tm) bedraagt gemiddeld 459 cmin/koe met als uiterste 254 en 741 cmin, indien geen machinewachttijd (tm_a) optreedt.

$Tm = te_a + tm_a$ (1)

met $te_a = t_{aan} + t_m + t_{bl} + t_{na}$

waarbij te_a = de machine werktijd

en t_{bl} = de blindmelktijd

De handtijd per koe $Th = t_{inl} + t_v + t_{aan} + t_{na}$ (2)

Deze handtijd bedraagt, rekenend met de gemiddelden, 139,5 cmin/koe. Om machinewachttijden te voorkomen mag de melker slechts zoveel melkstellen (A_{max}) gebruiken, dat hij in de machinecyclustijd alle noodzakelijke handelingen kan verrichten.

Dus : $A_{max} = \frac{Tm}{Th} = \frac{459,0}{139,5} = 3,30$ (3)

Dat wil zeggen dat maximaal 3,30 melkstellen voor 100 % gebruikt kunnen worden. Zijn meer melkstellen aanwezig, dan zal dit leiden tot een machinewachttijd (tm_a).

Nu geldt $A_{max} = A.(\frac{100 - s_{min}}{100})$, voor $tm_a = 0$ (4)

Hierin is s de machinewachttijd, uitgedrukt in procenten van de totale melktijd (T).

Uit (4) volgt: $s_{min} = 100 - \frac{100 \times A_{max}}{A}$ voor $A \geqslant A_{max}$ (5)

en: $s_{min} = 0$ voor $A \leqslant A_{max}$ (6)

Tabel II.3.b. geeft het verband weer tussen a en s_{min} als $A_{max} = 3,30$. Een machinewachttijdpercentage, dat lager is dan het berekende percentage wordt veroorzaakt door blindmelken. Dit wil echter niet zeggen dat een waarde gelijk aan of hoger dan s_{min} blindmelken uitsluit. Als gevolg van de schommelingen rond de gemiddelden, die in deze berekeningen zijn gebruikt, kan blindmelken toch nog optreden. Hoe dichter de machinewachttijd de waarde s_{min} nadert en hoe groter de spreiding in de melktijden is, des te frequenter zal het blindmelken optreden.

Tabel II.3.b.: Het verband tussen het aantal gebruikte melkstellen (A) en de minimale machinewachttijd (s_{min}) bij $A_{max} = 3,30$.

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
s_{min}	0	0	0	$17\frac{1}{2}$	34	45	$52\frac{6}{7}$	$58\frac{3}{4}$	$63\frac{1}{3}$	67
A	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
s_{min}	70	$72\frac{1}{2}$	$74\frac{8}{13}$	$76\frac{3}{7}$	78	$79\frac{3}{8}$	$80\frac{10}{17}$	$81\frac{2}{3}$	$82\frac{12}{19}$	$83\frac{1}{2}$

Tijdens het melken van de 120 koeien zal de melker alle handelingen 120 maal uit moeten voeren. De hiervoor benodigde tijd vormt de benedengrens voor de totale melktijd (T). Deze T_{min} wordt hier dus bepaald door de gesommmeerde handtijden voor inlaten, voorbehandelen, aansluiten en machinaal namelken, inclusief het afhalen. Bij berekening blijkt T_{min} 167 minuten te bedragen. De maximale prestatie (Q) zal daarom 120 x 60 : 167 = 43,1 koeien per uur bedragen.

In het algemeen geldt dat:

$$Q = 120 \times \frac{60}{167} = 120 \times \frac{60}{120 \times Th} = \frac{60}{Th} \quad \text{indien } A \geqslant A_{max}$$

of:

$$Q = \frac{60}{Tm} \times A \text{ indien } A \leqslant A_{max}.$$

Verlaging van de prestatie is daarom alleen het gevolg van noodgedwongen manwachttijden. Wachttijden dus die het gevolg zijn van het staltype en de toegepaste methode. In de praktijk zal deze prestatie, onder gelijke omstandigheden, niet bereikbaar blijken te zijn, omdat de melker enige tijd nodig zal hebben voor het uitvoeren van controle (zie II.2.1.e). Volgens de Vries dient deze controletijd 25 cmin/koe te bedragen. Invoer van deze controletijd zal T_{min} met 120 x 0,25 = 30 min vergroten en daarmee de prestatie met 6,6 koeien/uur verlagen. Ook zal de melker van tijd tot tijd een kleine rustpauze nodig hebben om vermoeidheid en daarmee gepaard gaande kwaliteitsachteruitgang van het werk te voorkomen. Aangezien wachttijden enerzijds de prestatie verlagen en anderzijds noodzakelijk zijn voor de melker, zal gericht onderzoek uit moeten maken waar het optimum ligt.

Men moet goed voor ogen blijven houden dat dit onderzoek slechts het statische aspect van het machinaal melken beschouwt.

III. UITVOERGEGEVENS

De computer levert de resultaten van de door hem uitgevoerde berekeningen in een geëigende vorm.
Elke simulatie-run levert steeds gegevens, die onderverdeeld zijn in 9 rubrieken (sectoren). De gegevens, die tot één rubriek behoren, worden, afhankelijk van de opdracht, allemaal of geheel niet afgedrukt. Is men slechts geïnteresseerd in enkele facetten, dan kan men de overbodige rubrieken weglaten. Dit kan dan enigszins de kosten drukken.
Hieronder volgen de gegevens die na elke simulatie-run kunnen worden afgedrukt. Ze zijn ondergebracht bij de rubrieken waartoe ze behoren. Wordt een resultaat in de vorm van een histogram weergegeven, dan is daarbij steeds zowel de grootte van de massa als het gemiddelde en de deviatie vermeld.
Verder in deze scriptie zal wel blijken dat dit simulatieprogramma, bij de hiervoor doorgerekende simulaties, niet volledig is gebruikt. Vele uitvoergegevens zijn bij de beoordeling niet gebruikt omdat ze, als gevolg van het onderbezette programma, geen wezenlijke informatie verschaften. De volledige opsomming is echter gegeven om een betere aansluiting bij hoofdstuk V te bereiken. Wel bruikbare, maar niet afzonderlijk afgedrukte, gegevens zijn op eenvoudige wijze te berekenen. Zie IV.2.

RUBRIEK 1. In deze rubriek zijn de gegevens van alle koeien afzonderlijk vermeld, zoals ze voor de berekeningen worden gebruikt. Men moet deze rubriek daarom ook zien als een gedeeltelijk overzicht van de invoergegevens. Het betreft hier de volgende gegevens:

- koenummer
- inlaattijd
- voorbehandelingstijd
- aansluittijd
- melktijd
- **namelktijd, incl.** afnemen melkstel
- uitlaattijd
- literopbrengst
- melksnelheid
- totale handtijd
- begin van storing gerekend vanaf begin aansluiten
- duur van deze storing

Treedt geen storing op dan is bij de betreffende koe een tijd van -100 minuten opgenomen, zodat storing in de toekomst niet kan optreden.
In deze rubriek is tevens het histogram van de ingevoerde melkhoeveelheden opgenomen.

RUBRIEK 2. Werden in de vorige rubriek de gegevens afgedrukt waarmee de computer begint te rekenen, in deze rubriek treft men daarentegen de gegevens aan die ontstaan na het simuleren van een bepaalde situatie. Deze

rubriek vermeldt eveneens 12 gegevens, waarbij echter de totale handtijd, uit rubriek 1, is vervangen door de uitgevoerde controletijd.
Mogelijke verschillen tussen beide rubrieken kunnen alleen bestaan tussen de melktijd, als gevolg van blindmelken, en de daarmee samenhangende melksnelheid. Verder zijn, bij deze situaties, beide rubrieken gelijk.

RUBRIEK 3. Deze rubriek bevat een vijftal kengetallen, namelijk

- Het totaal aantal gemolken koeien
- De melktijd in min per koe
- De prestatie van de melker in koeien per uur
- De gemiddelde behandelingstijd per koe in min/koe
- De gemiddelde wachttijd per melkstel in procenten van de totale melktijd.

RUBRIEK 4. In deze rubriek zijn een zestal histogrammen opgenomen.

4.1. Histogram voor de wachttijden van de koeien in de verzamelruimte.

4.2. Histogram voor de inlaattijden van de koeien inclusief de gevolgen van storingen.

4.3. Histogram voor de wachttijden van de koeien vanaf einde inlaten tot voorbehandelen.

4.4. Histogram voor de voorbehandelingstijden van de koeien.

4.5. Histogram voor de wachttijden van de koeien vanaf einde voorbehandelen tot aansluiten (eerste wachttijd).

4.6. Histogram voor de aansluittijden van de melkstellen.

RUBRIEK 5. In deze rubriek zijn een achttal histogrammen opgenomen.

5.1. Histogram voor de machinale melktijden tot aan machinaal namelken, inclusief de gevolgen van storingen.

5.2. Histogram voor de controletijden van de melker om het blindmelken te voorkomen.

5.3. Histogram voor de onderbrekingstijden als gevolg van het optreden van storingen.

5.4. Histogram voor de wachttijden van de koeien tijdens het machinale melken als gevolg van het afvallen van het melkstel (storing).

5.5. Histogram voor de blindmelktijden.

5.6. Histogram voor de machinale namelktijden, inclusief het afnemen van het melkstel.

5.7. Histogram voor het aantal koeien, dat gelijktijdig aan machinaal namelken toe is.

5.8. Histogram voor de bereikte melksnelheid.

RUBRIEK 6. Naast zes histogrammen geeft deze rubriek nog een tweetal informaties betreffende de storingen.

6.1. Histogram voor de wachttijden van de koeien vanaf einde afhalen melkstel tot het uitlaten van de dieren.

6.2. Histogram voor de uitlaattijden van de koeien.

6.3. Histogram voor de tijden dat de melkstalstands leeg zijn.

6.4. Histogram voor de tijden dat de melkstellen niet worden gebruikt.

6.5. Histogram voor de wachttijden van de melker.

6.6. Histogram voor de werktijden van de melker.

6.7. Een verdeling van het aantal storingen over de mogelijke handelingen, waarmee de melker bezig was toen de storing optrad.

6.8. Een verdeling van het aantal storingen over de mogelijke handelingen, die door de melker onderbroken zijn om de storing op te heffen.

RUBRIEK 7. Deze rubriek bevat een overzicht van het aantal en soort beslissingen waarvoor de melker tijdens het melken heeft gestaan. Ofschoon de methode in principe voorschrijft hoe de volgorde van de handelingen tijdens het melken moet zijn, ontstaan toch beslissingsmomenten indien twee of meer handelingen gelijktijdig kunnen worden begonnen. Ook de keren dat de melker niet hoeft te kiezen, doch slechts één handeling mag uitvoeren, wordt geregistreerd. De beslissingssoort is in een getalwaarde uitgedrukt. In een volledige simulatie kunnen 7 handelingen worden opgenomen, namelijk inlaten, voorbehandelen, aansluiten, machinaal namelken inclusief afnemen melkstel, uitlaten, controle en storing opheffen. Er zijn dus maximaal $2^7 - 1 = 127$ beslissingssoorten. In de hier uitgevoerde simulatie-runs zijn 4 handelingen ingebouwd, zodat maximaal $2^4 - 1 = 15$ beslissingssoorten kunnen optreden.

RUBRIEK 8. In deze rubriek wordt de berekende "arbeidsfilm" afgedrukt. Deze film heeft echter een totaal andere vorm dan de tot nu toe steeds gebruikte. Tot nu toe werd de arbeidsfilm gepresenteerd in zogenaamde staafdiagrammen, die naast een tijdas waren geplaatst. De in deze rubriek weergegeven film vertoont naast de tijden en de koenummers een aantal codes, die overeenkomen met bepaalde handelingen (zie bijlage 2). Zo'n code bestaat uit twee cijfers, waarvan het eerste op de soort handeling betrekking heeft. Het tweede cijfer is een 0, 1 of 2. De 0 wil zeggen dat met de betreffende handeling kan worden begonnen, de 1 dat met de handeling wordt begonnen en de 2 dat de handeling ten einde is. De soort handeling is genummerd van 1 tot en met 7 volgens de volgorde, die bij rubriek 7 is toegepast.

Om spraakverwarring in de toekomst te voorkomen lijkt het me zinvol om voor deze "arbeidsfilm" het woord handelingentabel te gebruiken (zie ook bijlage 2a en 2b).

RUBRIEK 9. In deze rubriek worden een serie "programmaboodschappen" afgedrukt om de controle, in geval van fouten of storingen in het programma, te vereenvoudigen.

IV. BEOORDELING UITVOERGEGEVENS

IV.1. Algemeen

Alvorens over te gaan tot de behandeling van de resultaten zullen eerst de beoordelingscriteria worden besproken. Bovendien zal het criterium, indien nodig, gedefinieerd worden. Dit is des te dringender zodra bepaalde begrippen afwijken van de inhoud die anderen er aan hebben gegeven. De begripsinhoud is alleen dan gewijzigd, als de bestaande inhoud niet aansluit aan het programma. Voor een volledig overzicht zie hoofdstuk VII.

IV.2. De beoordelingscriteria

Deze criteria zijn in drie groepen te onderscheiden. Elke groep belicht een bepaald facet van het machinaal melken in doorloopmelkstallen. Deze drie groepen zijn: organisatie, kwaliteit en prestatie. Men dient echter voor ogen te blijven houden dat in het programma een aantal kwaliteitseisen zo zijn ingebouwd, dat daaraan steeds voldaan zal zijn. Het effect zal dan verweven zijn met de prestatie.

IV.2.1. Criteria betreffende de organisatie

a. TOTALE MELKTIJD. Dit is de tijd vanaf inlaten eerste koe tot en met uitlaten laatste koe. In de uitvoergegevens is deze tijd terug te vinden als de laatste stand van de handelingentabel.
Ergonomisch onderzoek zal uit moeten wijzen hoe lang deze totale melktijd zal kunnen zijn. Komt een bepaalde stal met uitrusting in combinatie met een gegeven koppel koeien boven die waarde, dan dient men op een andere organisatie over te stappen of het koppel te splitsen.
b. AANTAL MALEN PER UUR DAT DE MELKER NAAR EEN ANDERE KOE TOE MOET (c_h).
Er is hierbij voor alle stallen verondersteld dat de melker voor het uitlaten niet van koe behoeft te veranderen, echter wel voor het inlaten (zie ook IV.4.2.1.d.). Dit aantal is terug te vinden in de handelingentabel. Het aantal per uur is via $c_h = \frac{c_t}{\frac{T}{6000}}$ eenvoudig te berekenen.

Hierin is c_t het totaal aantal malen dat de melker naar een andere koe gaat en T de totale melktijd (in centiminuten).
Het lopen op zich biedt aan de melker de gelegenheid zijn houding tijdens het werk voortdurend te variëren, hetgeen de fysieke belasting van de beenspieren ten goede komt. Maar tijdens het melken in deze stallen komt lopen nog zo vaak voor dat gesteld kan worden hoe groter de waarde c_h is hoe meer de melker zal worden belast. Dit kengetal heeft echter niet de pretentie om een kwalitatieve uitspraak te zijn voor de totale belasting, die de melker tijdens zijn werk ondervindt. Het kan wel een maatstaf zijn voor de fysieke belasting.

c. MAN WACHTTIJD. Dit kengetal geeft de tijdsduur aan dat de melker geen arbeid kan of mag verrichten. Men dient hierbij echter voor ogen te houden dat in het programma de activiteit controle niet opgenomen is. Afhankelijk van de staluitrusting (bijvoorbeeld met melkstroommeters) zal een bepaalde hoeveelheid tijd worden besteed aan controle. Leidt een situatie tot een korte wachttijd, dan zal de betekenis hiervan zijn dat de totale melktijd in de praktijk wordt verlengd. Omdat de totale manwachttijd (Tw) hiervoor niet voldoende informatie verschaft, wordt ook aangegeven hoe vaak een wachttijd is opgetreden en hoe lang deze gemiddeld duurde. Bovendien is de totale wachttijd uitgedrukt in procenten van de totale melktijd.

d. MACHINEWACHTTIJD. Dit kengetal wordt aangegeven als het deel (in procenten) van de totale melktijd dat gemiddeld elk melkstel niet wordt gebruikt. Een zeer lage waarde duidt op een korte machinestop. Bereikt dit kengetal een hoge waarde, dan duidt dit op een organisatie met veel apparaten.

e. AANTAL MALEN, DAT MEERDERE KOEIEN GELIJKTIJDIG AAN MACHINAAL NAMELKEN TOE ZIJN. Dit criterium is van groot belang bij de organisatiebeoordeling van het melken. Hoe vaker dat het voorkomt dat meer dan één koe gelijktijdig aan machinaal namelken toe is, des te meer zal blindmelken optreden. Bovendien wordt de melker dan extra belast, omdat hij in die gevallen de namelkvolgorde zó dient in te richten, dat de totale blindmelktijd zo klein mogelijk blijft. De betekenis van deze extra belasting dient te worden bepaald in hierop gericht onderzoek.

IV.2.2. Criteria betreffende de kwaliteit

Zoals reeds eerder vermeld zijn een aantal kwaliteitseisen in het programma opgenomen. Deze hebben onder andere betrekking op de eerste wachttijd en het blindmelken. Zie ook bij de invoergegevens, hoofdstuk II.

a. EERSTE WACHTTIJD. Dit is het tijdsbestek dat ligt tussen einde voorbehandelen en begin aansluiten. Zowel de frequentie als het gemiddelde en de spreiding hiervan zijn terug te vinden in de uitvoergegevens. De invoergegevens zijn zo opgesteld dat de eerste wachttijd normaal niet groter zal zijn dan 1 minuut. Wordt deze tijdsduur nu toch overschreden, dan is dit het gevolg van de toegepaste organisatie in combinatie met de onregelmatige handtijden per koe.

b. BLINDMELKEN. De resultaten betreffende het blindmelken worden evenals die van de eerste wachttijd opgenomen in de uitvoergegevens. De aan het blindmelken, door onderzoekers, gestelde eisen zijn zo in de invoergege-

vens ingebouwd, dat bij de gemiddelde handtijden het blindmelken niet langer zal duren dan 25 cmin. Een uitzondering hierop is gemaakt voor het inlaten. Deze handeling mag worden uitgevoerd als dit niet leidt, weer bij de gemiddelde handtijden, tot een blindmelktijd, die de 50 cmin overschrijdt. Is de blindmelktijd nu toch langer dan deze normen, dan is dit ook weer het gevolg van de organisatie in combinatie met onregelmatige handtijden.

c. DE BEHANDELINGSTIJD PER KOE. Dit is de gemiddelde tijdsduur per koe, die duurt vanaf begin voorbehandelen tot en met einde machinaal namelken. Hierin is dus ook de eerste wachttijd en de blindmelktijd opgesloten. De hogere waarden duiden dus op een langere eerste wachttijd en/of blindmelktijd.

d. AANTAL MALEN DAT DE MELKER WEL EEN HANDELING UIT KAN VOEREN, MAAR DAT DE WERKMETHODE IN DE BETREFFENDE SITUATIE DEZE HANDELING NIET TOESTAAT. Een dergelijke situatie ontstaat als het wel uitvoeren van de betreffende handeling de gestelde kwaliteitseisen, betreffende de eerste wachttijd en de blindmelktijd, worden overschreden. De betekenis ervan ligt vooral op het terrein van de psychische belasting van de melker. De kwalitatieve betekenis zal ook weer uit arbeidskundig onderzoek moeten blijken.

De "frequentie" wordt in de uitvoergegevens helaas niet gegeven in aantal malen maar in het aantal cmin, gedurende welke tijd de melker zich in een dergelijke situatie heeft bevonden. Er zal waarschijnlijk een positief verband bestaan tussen dit aantal cmin en de werkelijke frequentie.

e. HET AANTAL MALEN, DAT DE MELKER TUSSEN MEERDERE HANDELINGEN HEEFT MOETEN KIEZEN. Vaak verkeert de melker in een situatie, dat hij meer dan één handeling kan uitvoeren. Hij dient zich dan af te vragen of hij wel een handeling mag uitvoeren (zie vorig punt) en zo ja dan staat hij voor de beslissing welke handeling uit te voeren. Het aantal is in procenten uitgedrukt. Er is nog geen aandacht besteed aan het verschil in beslissingsmoeilijkheden, die in de praktijk beslist zullen bestaan. Ook op dit punt is gericht onderzoek geboden.

IV.2.3. Criteria betreffende de prestatie

De bereikte prestatie laat zich op verschillende manieren uitdrukken. In deze scriptie is van de volgende vier kengetallen gebruik gemaakt.

a. AANTAL KOEIEN PER UUR. Deze waarde is afzonderlijk bij de uitvoergegevens opgenomen en berekend volgens 6000.k/T, waarin k = het aantal gemolken dieren en T de eindstand van de klok is. Dit kengetal wordt in de

praktijk het meest gebruikt om de prestatie uit te drukken. Toch kleven hieraan bezwaren, omdat dit kengetal sterk afhankelijk is van zowel de gemiddelde gift per koe als wel van de hieraan gekoppelde melksnelheid. Maar omdat de hier te beoordelen situaties steeds met hetzelfde koppel dieren zijn doorgerekend, verschaft dit kengetal een goede informatie betreffende de prestatie en de onderlinge verschillen. Bij het streven naar produktiviteitsstijging zal dit kengetal op zich een zo hoog mogelijke waarde dienen te bezitten. Toch blijft de inspanning, nodig om dit te bereiken, bij het beoordelen van de toegepaste methode een belangrijke rol spelen.

b. MANTIJD PER 100 L MELK. Dit kengetal is afhankelijk van het effectief gebruikte aantal melkstellen en de bereikte melksnelheid bij de dieren, wel beseffend dat beide grootheden elkaar kunnen beïnvloeden via het blindmelken. Bij de beoordeling van de arbeidsproduktiviteit verdient dit kengetal eveneens aandacht. Uit onderzoek is namelijk gebleken dat de melksnelheid naast de melkgift ook afhankelijk is van de kwaliteit van het werk. Een foutieve melkmethode leidt tot lagere melksnelheden en soms zelfs tot lagere giften, dus tot een langere mantijd per 100 l melk.

In de hier te beoordelen situaties zijn de twee hierboven genoemde kengetallen onderling omgekeerd evenredig, omdat de resultaten betrekking hebben op hetzelfde koppel koeien en er van dynamische aspecten geen sprake is. De mantijd per 100 l melk wordt berekend volgens T.P/R, waarin T = eindstand klok, P = aantal melkers en R = totale melkopbrengst in liters.

c. MELKSNELHEID. Dit kengetal is zojuist ook al genoemd. Voor alle situaties is dezelfde melksnelheid ingevoerd, maar bij de uitvoer kunnen verschillen optreden als gevolg van blindmelken. De betekenis van verlaagde melksnelheden, tengevolge van blindmelken, zal in de praktijk onderzocht dienen te worden. De in een bepaalde situatie bereikte melksnelheid wordt berekend volgens: $100.R/\left\{(T - Ts).A - \Sigma\, t_{aan}\right\}$, waarin

R = totale melkopbrengst in liters

T = eindstand klok

Ts = totale machinewachttijd/melkstel

A = aantal gebruikte melkstellen

$\Sigma\, t_{aan}$ = gesommeerde aansluittijden.

De bereikte melksnelheid wordt daarna uitgedrukt in procenten van de maximaal bereikbare snelheid, dus van de invoermelksnelheid. De afwijking is weer een norm voor het blindmelken.

d. MANTIJD PER KOE. Dit kengetal, eveneens gegeven bij de uitvoergegevens, is bij deze vergelijking ook te gebruiken, omdat steeds met hetzelfde koppel koeien is gerekend. Dit kengetal is recht evenredig met het aantal koeien per uur.

IV.3. De te onderscheiden situaties

De 20 gesimuleerde situaties zijn in vier hoofdgroepen te onderscheiden. Deze onderscheiding is gebaseerd op:

- staltype; gesloten (g) of open (o),
- stand-machineverhouding; aantal standen per melkstel,
- toepassing van een korte (k) of een niet-korte (n) machinestop.

In onderstaande tabel is de indeling van de situaties overzichtelijk weergegeven.

Tabel IV.3.: Indeling van de 20 gesimuleerde situaties.

groep	aantal situaties	aantal standen per melkstel	stal: open of gesloten	machinestop: kort of niet kort	symbolen: P.A./standen, g of o, k of n.
1	2	1	o	n	P_1A_4/4on; P_1A_6/6on
2	4	2	g	k	P_1A_2/4gk; P_1A_3/6gk; P_1A_4/8gk; P_1A_5/10 gk
3	7	2	g	n	P_1A_2/4gn; P_1A_3/6gn; P_1A_4/8gn; P_1A_5/10gn; P_1A_6/12gn; P_1A_8/16gn; P_1A_{10}/20gn.
4	7	1	g	n	P_1A_4/4gn; P_1A_6/6gn; P_1A_8/8gn; P_1A_{10}/10gn; P_1A_{12}/12gn; P_1A_{16}/16gn; P_1A_{20}/20gn.

IV.4.1. Beoordeling groep 1

Tot deze groep behoren de 2 open doorloopmelkstallen (dwz. individueel in- en uitlaten der koeien). Onderstaande tabel geeft de berekende waarden, voor deze twee stallen, weer voor de eerder genoemde criteria.

Tabel IV.4.1.: De berekende gegevens voor de open doorloopmelkstallen.

Criteria		stal 1	stal 2
Staltype: dubbele open..-stands		2	3
Symbool		P_1A_4/4on	P_1A_6/6on
Arbeidsmethode		P_1A_4	P_1A_6
Totale melktijd, T (min)		194	170
Aantal malen dat de melker naar een andere koe gaat		255	315
Man-wacht-tijd	Totale wachttijd, Tw (min)	27	3
	Aantal wachttijden	82	10
	Duur gemiddelde wachttijd (cmin)	33	26
	%-age wachttijd van T	14	2
Machinewachttijd, s (%)		27	44
Aantal malen dat 2 koeien gelijktijdig aan mach. namelken toe zijn		3	5
Eerste wacht-tijd	Aantal eerste wachttijden	25	20
	Duur gemiddelde eerste wachttijd (cmin)	50	43
Blind-melken	Aantal blindmelktijden	68	105
	Duur gemiddelde blindmelktijd(cmin)	20	22
	Maximale blindmelktijd	80	120
Behandelingstijd per koe (min)		5,21	5,26
Melksnelheid (% van de invoer)		98	96
Koeien per uur		37,0	42,4
Mantijd per 100 l melk (min)		22,2	19,3
Mantijd per koe (min)		1,62	1,41

Commentaar

- De melktijd neemt door uitbreiding van stal 1 met twee standen met ruim 12 % af.
- Deze tijdwinst gaat geheel ten koste van de wachttijd voor de melker (zie IV.5. punt 1).

- De prestatie in koeien per uur, de mantijd per 100 l melk en de mantijd per koe ligt in stal 2 aanzienlijk hoger. Later zal blijken, dat in geen enkele andere situatie deze hoge prestatie wordt bereikt.
- Blindmelken komt vooral in stal 2 zeer vaak voor, doch de gemiddelde blindmelktijd is in deze stallen vrij laag, terwijl de maxima ook niet tot zeer hoge waarden oplopen.
- De melksnelheid blijft ondanks het grote prestatieverschil tamelijk constant.
- De melkstellen worden in stal 1 intensiever gebruikt.
- De melker loopt in stal 1 veel minder.
- Het komt in beide stallen maar weinig voor dat meer dan één koe gelijktijdig aan machinaal namelken toe is.

Conclusies

1. De hoge prestatie in stal 2 zal vanwege de geringe wachttijd voor de melker (3 min) in de praktijk zeer waarschijnlijk niet haalbaar blijken te zijn. Ook bij gebruik van melkstroommeters, die het controleren zo goed als geheel kunnen vervangen, lijkt deze wachttijd, gezien de totale melktijd, toch te klein.
2. Stal 1 zal praktisch zeer bruikbaar zijn. Namelijk een aanzienlijke prestatie in een kleine stal met een hoge melksnelheid; dus met weinig blindmelken. Een behoorlijke wachttijd voor de melker, die over ruim 80 perioden is verdeeld. Dus één keer wachten per 1½ koe met een gemiddelde duur van 33 cmin.

IV.4.2. Beoordeling groep 2

In deze groep is gewerkt volgens het principe van de korte machinestop, dat wil zeggen dat het melkstel na het afnemen direct weer aangesloten wordt bij de tegenoverstaande koe. Daarom is het aantal melkstellen steeds gelijk aan de helft van het aantal standen. Ook moet de aan te sluiten koe voorbehandeld zijn alvorens met machinaal namelken van de tegenoverstaande koe kan worden begonnen. Deze methode is in 4 stallen gesimuleerd, waarvan de resultaten zijn vermeld in de volgende tabel (pag. 17).

Tabel IV.4.2.: De resultaten van de simulatie met het principe van korte machinestop.

Criteria		stal 3	stal 4	stal 5	stal 6
Staltype: dubbele gesloten ..-stands		2	3	4	5
Symbool		$P_1A_2/4gk$	$P_1A_3/6gk$	$P_1A_4/8gk$	$P_1A_5/10$ gk
Totale melktijd, T (min)		302	210	184	180
Aantal malen dat de melker naar een andere koe gaat		406	396	385	378
Man-wacht-tijd	Totale wachttijd, Tw	136	44	16	13
	Aantal wachttijden	188	117	45	26
	Duur gemiddelde wachttijd (cmin)	72	37	36	50
Machinewachttijd, s(%)		1	1	2	3
Aantal malen dat 2 koeien gelijktijdig aan mach. namelken toe zijn		11	16	47	32
	3 koeien	x	0	10	42
	4 koeien	x	x	0	19
	5 koeien	x	x	x	3
Eerste wacht-tijd	Aantal eerste wachttijden	118	117	116	115
	Duur gemiddelde eerste wachttijd (cmin)	62	57	49	48
Blind-melken	Aantal blindmelktijden	44	74	109	117
	Duur gemiddelde blindmelktijd (cmin)	102	107	164	278
	Maximale blindmelktijd	279	480	809	643
Behandelingstijd per koe (min)		5,98	6,15	6,89	8,17
Melksnelheid (% van de invoer)		92	88	75	62
Koeien per uur		23,9	34,3	39,2	40,0
Mantijd per 100 l melk (min)		34,4	23,9	21,0	20,5
Mantijd per koe (min)		2,51	1,75	1,53	1,50

Commentaar

-Bij het groter worden van de stal wordt de verkorting van de totale melktijd relatief steeds kleiner.

-De verlaging van de totale melktijd gaat geheel ten koste van de wachttijd voor de melker.

- Het aantal malen dat de melker van stand verwisselt maakt nagenoeg geen verschil uit. Wel dient men hierbij te beseffen dat bij het groter worden van de stal de looplijnen ook langer worden en dat bij deze werkmethode veel meer moet worden gelopen dan bij die van de drie andere groepen.
- Bij het groter worden van de stal wordt de wachttijd voor de melker ongunstiger. Dit geldt zowel voor het aantal minuten als voor de frequentie.
- De melkstellen zijn niet voortdurend in gebruik. De melkstellen worden niet gebruikt in het begin en op het laatst van het melken van de koppel.
- Bij het groter worden van de stal komt het steeds vaker voor dat meer dan één koe gelijktijdig aan het namelken toe is.
- Dit gaat gepaard met een evenredige toename van het blindmelken.
- De melksnelheid daalt hierdoor sterk.
- Er bestaat weinig verschil in de tijdsduur van de eerste wachttijd.
- De prestatie, zowel het aantal koeien per uur als de mantijd per 100 l melk, stijgt bij het groter worden van de doorloopmelkstal. Het verschil tussen stal 5 en 6 is echter gering.

Conclusies

1. Wordt deze werkmethode consequent doorgevoerd, dan zal ze altijd leiden tot onverantwoord lange blindmelktijden en daardoor verlaging van de melksnelheid. Vergroting van de stal versterkt dit nadeel in sterke mate (zie IV.5.6.).
2. Deze methode zal, vanwege de lange blindmelktijden, lage melksnelheden en bij de grotere stallen de korte manwachttijden, in de praktijk moeilijk, zo niet onmogelijk uitvoerbaar zijn. Dit geldt zeker voor stal 5 en 6, in mindere mate voor stal 4 en 3. Bovendien ligt de prestatie in deze twee laatste stallen laag.
3. Deze werkmethode zal pas toepasbaar kunnen zijn in niet al te grote stallen als blijkt dat de handtijden aanzienlijk korter kunnen zijn of als de zuivere machine-melktijden langer worden (hogere produktie).
4. Bij het melken volgens de korte machinestop mag meestal maar één handeling gelijktijdig worden uitgevoerd. Dit komt omdat het systeem geen onderlinge verschuiving in de volgorde van handelingen toelaat.

IV.4.3. Beoordeling groep 3

In deze groep zijn, evenals in groep 2, gesloten staltypen opgenomen, waarin gemolken wordt met één melkstel per twee standen. De dieren worden hierbij groepsgewijs in- en uitgelaten, zodat steeds een hele zijde moet worden afgewerkt om er weer andere koeien in te laten (zie bijlage 2). De resultaten van de zeven stallen zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel IV.4.3.: De resultaten van de simulatie met één melkstel per twee standen en het principe van een niet-korte machinestop.

Criteria		stal 7	stal 8	stal 9	stal 10	stal 11	stal 12	stal 13
Staltype: dubbele gesloten ..-stands		2	3	4	5	6	8	10
Symbool		P_1A_2/4gn	P_1A_3/6gn	P_1A_4/8gn	P_1A_5/10gn	P_1A_6/12gn	P_1A_8/16gn	P_1A_{10}/20 gn
Totale melktijd, T.		359	270	223	193	200	187	187
Aantal malen dat de melker naar andere koe toe gaat		298	278	268	263	260	260	264
Man-wacht-tijd	Totaal, Tw	191	102	57	26	34	20	20
	Frequentie	114	104	84	49	60	41	37
	Gem. duur	168	98	68	53	56	48	55
	% van T	53	38	22	16	17	11	11
Machinewachttijd, s		23	31	37	40	51	60	67
Aantal malen dat 2 koeien gelijktijdig aan mach. namelken toe zijn		0	1	4	16	24	22	22
	3 koeien	x	0	0	0	4	8	14
	4 koeien	x	x	0	0	0	1	5
Eerste wacht-tijd	Frequentie	0	0	0	0	1	6	14
	Gem. duur	-	-	-	-	25	53	93
Blind-melken	Frequentie	7	17	37	72	61	80	84
	Gem. duur	43	43	42	42	61	53	72
	Maximaal	100	120	130	150	202	219	252
Behandelingstijd/koe		5,01	5,04	5,11	5,24	5,29	5,36	5,67
Melksnelheid (%)		99	99	97	95	93	90	90
Koeien per uur		20,1	26,7	32,3	37,4	36,0	38,5	38,5
Mantijd/100 l melk		40,9	30,7	25,4	21,9	22,8	21,3	21,3
Mantijd per koe		2,99	2,25	1,86	1,60	1,67	1,56	1,56

Commentaar

- Het effect, op de totale melktijd, van een grotere melkstal gaat zo goed als verloren als de stal groter wordt dan de dubbele vijfstands.
- De wachttijd voor de melker neemt, absoluut gezien, even sterk af als de totale melktijd.
- Deze verminderingen bezitten een disproportioneel karakter.
- Bij het groter worden van de melkstal worden de melkstellen verhoudingsgewijs steeds minder gebruikt.
- In deze groep wordt bijna steeds direct na het voorbehandelen het melkstel aangesloten.
- In de grotere stallen (> 10 standen) wordt soms van de zojuist gesignaleerde methode afgeweken. Maar juist in die stallen komt het veel vaker voor dat meer dan één koe gelijktijdig aan machinaal namelken toe is.
- Het blindmelken komt in alle stallen voor. Maar de frequentie stijgt met het groter worden van de stallen, tot de dubbele vijfstands progressief. Daarna vertoont de frequentie een ietwat grillig karakter met een tendens van een zwakke toename.
- De gemiddelde blindmelktijd is in de eerste vier stallen gelijk, daarna neemt deze tijd toe met het groter worden van de stallen.
- Ook de maximale blindmelktijd stijgt geleidelijk bij het groter worden van de melkstallen.
- De behandelingstijd per koe stijgt ook geleidelijk met het groter worden van de stallen.
- De melksnelheid daalt natuurlijk met het toenemen van de blindmelktijd.
- De prestatie, zowel het aantal koeien per uur als de mantijd per 100 l melk, stijgt duidelijk van stal 7 tot en met stal 10. Bij de grotere stallen treedt weer het grillige karakter op waarbij nauwelijks meer sprake is van een prestatieverhoging.
- Dit grillige karakter berust op de langere wachttijd voor de melker in stal 11, wat gepaard gaat met een eveneens hogere frequentie van deze wachttijd in vergelijking met de stallen 10 en 12. Bij het lezen van de handelingentabel blijkt deze toename vooral haar oorzaak te vinden bij het aantal wachttijden tussen het machinaal namelken van twee koeien, terwijl de frequentie tussen het aansluiten en het machinaal namelken hoger ligt dan bij de twee andere stallen (zie tabel IV.4.3.b.).
- Voor alle melkstallen geldt: Frequentie wachttijd voor de melker + frequentie blindmelken - 121.

Tabel IV.4.3.b: Verdeling van het aantal gedwongen wachttijden.

Stal-no.	T (min)	Tw (min)	Fre-quen-tie	tussen aansl/ namelk.	tussen namelk/ namelk.	tussen inl/ namelk	tijdens uitl.
10	193	26	49	4	35	9	1
11	200	34	60	14	42	3	1
12	187	20	41	12	27	1	1

Conclusies

1 Gezien het grote prestatieverschil tussen stal 7 en 8, het nog geringe blindmelken in stal 8 (bij 15 % van het aantal gemolken koeien) en gezien de wachttijd voor de melker meen ik stal 8 ver boven stal 7 te moeten kwalificeren.

2. Of stal 9, op hierboven genoemde gronden, de voorkeur boven stal 8 verdient, zal moeten blijken uit gericht onderzoek naar het kwalitatieve effect van blindmelken.

3. Stallen 11, 12 en 13 zullen, bij een veestapel zoals deze, in de praktijk niet bruikbaar zijn, gezien de geringe prestatiestijging, het extra blindmelken en de geringe manwachttijd.

4. Het melken in deze stallen laat alleen wachttijden voor de melker toe om te wachten totdat een bepaalde koe aan namelken toe is. Daarom is deze wachttijd gemakkelijk in een mogelijke controle te vertalen. Aangezien de melker, vanwege het automatisch uitlaten, moet wachten tijdens het uitlaten van de laatste groep koeien, is de som van de frequenties wachttijd en blindmelken 121. Omdat dit voor alle stallen geldt is de frequentie van de manwachttijd reeds een indicatie voor het blindmelken.

IV.4.4. Beoordeling groep 4

De stallen van deze groep zijn gelijk aan die van groep drie. Nu zijn ze echter uitgerust met voor elke stand een melkstel. Het effect hiervan is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel IV.4.4.a.: De resultaten van de simulatie met per stand een melkstel.

Criteria		stal 14	stal 15	stal 16	stal 17	stal 18	stal 19	stal 20
Staltype: dubbele gesloten ..-stands		2	3	4	5	6	8	10
Symbool		P_1A_4/4gn	P_1A_6/6gn	P_1A_8/8gn	P_1A_{10}/10gn	P_1A_{12}/12gn	P_1A_{16}/16gn	P_1A_{20}/20gn
Totale melktijd, T (min)		236	190	182	182	199	186	186
Aantal malen dat de melker naar andere koe gaat		306	293	289	279	267	260	272
Man-wacht-tijd	Totale wachttijd	70	23	15	15	32	19	19
	Aantal wachttijden	100	63	39	34	55	38	33
	Gem. duur (cmin)	70	36	38	44	59	51	58
	In % van T	30	12	8	8	16	10	10
Machinewachttijd, s (%)		38	50	60	68	76	80	84
Aantal malen dat 2 koeien gelijk-tijdig aan mach. namelken toe zijn		10	11	11	14	20	23	22
	3 koeien	7	1	3	0	5	8	14
	4 koeien	0	0	0	0	0	1	5
Eerste wacht-tijd	Aantal le wachttijden	11	15	21	16	8	6	15
	Gem. duur (cmin)	44	55	67	76	68	53	89
Blind-melken	Frequentie	48	66	79	87	65	83	88
	Gem. duur (cmin)	68	36	33	34	52	50	70
	Maximale duur	247	182	140	110	189	213	252
Behandelingstijd/koe		5,29	5,25	5,32	5,32	5,32	5,37	5,68
Melksnelheid (%)		94	96	95	95	94	92	90
Koeien per uur		30,6	37,9	39,6	39,7	36,1	38,6	38,8
Mantijd per 100 l melk		26,8	21,6	20,7	20,7	22,7	21,2	21,2
Mantijd per koe		1,96	1,58	1,51	1,51	1,66	1,55	1,55

Commentaar

- De kleinste totale melktijd en daarmee de hoogste prestatie wordt reeds bereikt in stal 16, een dubbele vierstands.
- Het grootste prestatieverschil is aanwezig tussen stal 14 en 15.
- De hoge prestaties in de stallen 16 en 17 gaan gepaard met een laag percentage manwachttijd. Bovendien heeft de melker maar per 3 à 4 koeien een wachtpauze van globaal 0,4 minuut.
- De melkstellen worden vanaf P_1A_6 (stal 15) voor de helft tot 84 % van de totale melktijd niet meer gebruikt.
- Het aantal malen dat de melker naar een andere koe gaat, neemt bij het groter worden van de stal af. Deze afname is echter gering.
- Bij de kleinste stal (stal 14) is de frequentie van het blindmelken wel het laagst, maar tevens is de daarbij optredende blindmelktijd het langst. Bovendien steekt de maximale blindmelktijd in deze stal, met die van de grootste stal, boven de rest uit.
- Het aantal malen dat meer dan één koe gelijktijdig aan namelken toe is, is bij stal 14 hoger dan bij stal 15. Dit aantal stijgt daarna weer met het groter worden van de stal.
- In alle stallen treedt enkele malen een eerste wachttijd op, maar deze tijd is gemiddeld aanzienlijk minder dan 1 minuut.
- De met dit systeem bereikte melksnelheid verschilt onderling maar weinig.
- De behandelingstijd per koe is bij de verschillende stallen nagenoeg gelijk, alleen stal 20 bezit een iets hogere waarde.
- De tendens, die bij de stallen 10, 11 en 12 aanwezig is blijkt ook te bestaan bij de stallen 17, 18 en 19. Bij het lezen van de hierbij behorende handelingentabellen blijkt, dat vooral de wachttijden tussen het namelken van twee koeien hebben bijgedragen tot de toename van de manwachttijd in stal 18. (zie ook tabel IV.4.4.b.)

Conclusies

1. Van deze 7 stallen, waarin volgens dezelfde methode gewerkt wordt, zal stal 15, gezien de resultaten, voor de praktijk de meest aanvaardbare blijken te zijn, aangezien in deze stal ten opzichte van de andere zes a. de prestatie gunstig is, b. de hoogste melksnelheid wordt bereikt, c. de kortste behandelingstijd per koe wordt bereikt, d. de blindmelktijd relatief gezien nog niet zo slecht is en e. de organisatie eenvoudig is. Bij het laatste motief dient men te bedenken dat slechts 12 maal meer dan één koe gelijktijdig aan namelken toe is, er gemiddeld om de twee koeien een "wachtpauze" is van 0,36 min en dat de looplijnen in deze stal nog kort zijn.

Tabel IV.4.4.b.: Verdeling van het aantal gedwongen wachttijden.

Stal-no	T (min)	Tw (min)	Fre-quen-tie	tussen aansl/ namelk.	tussen namelk/ namelk.	tussen inl/ namelk.	tijdens uitl.
17	182	15	34	23	7	3	1
18	199	32	55	16	37	1	1
19	186	19	38	10	27	0	1

IV.5. Vergelijking van de vier groepen

1. Voor alle situaties geldt: $T = 100.\left\{ \frac{Tmin}{100-p} \right\}$

Hierin is $Tmin = K.(t_{inl}+t_v+t_{aan}+t_{na}) = 167$ -zie ook II.3.- en

p = de manwachttijd, uitgedrukt in procenten van T.

Indien nodig kunnen in deze formule nog andere handtijden worden opgenomen. Aangezien de prestatie, koeien per uur = K.60/T, bij een gegeven koppel koeien slechts afhankelijk is van T, kan prestatieverhoging alleen worden bereikt door verlaging van T. Dit kan via de volgende wegen worden bereikt:

a. Verlaging van de handtijden. Deze zijn onafhankelijk van de melkgift en verlaging kan slechts worden bereikt door automatisering en/of verandering in het inzicht ten aanzien van deze handelingen, waardoor ze minder tijd vragen of zelfs vervallen. Zo kunnen melkstroommeters het controleren overbodig maken.

b. Verlaging van p. Voor alle situaties dienen de berekende wachttijden te worden gezien als het minimaal bereikbare bij de gebruikte invoergegevens. Bovendien ook als noodgedwongen wachttijden. De computer kent geen beslissingsmoeilijkheden en geen vermoeidheidsverschijnselen. Verandering in melkgiften zal verandering van de wachttijd teweeg brengen. Deze veranderingen bewegen beide in dezelfde richting. Als gericht onderzoek een optimale manwachttijd kan leveren, zal op eenvoudige wijze de minimale T te berekenen zijn. In welke situatie deze tijd verwezenlijkt kan worden is met dit simulatieprogramma snel te berekenen, omdat slechts enkele situaties in aanmerking zullen komen. Bovendien behoeven alleen de gegevens betreffende T en het blindmelken in ogenschouw te worden genomen.

Op deze manier kan dit simulatieprogramma ook worden gebruikt voor vraagstukken van dynamische aard.

2. In elke groep kan bij een bepaalde combinatie van stalgrootte en de daarin toegepaste melkmethode een prestatie worden verkregen van meer dan 38 koeien per uur.

3. Het dubbele aantal melkstellen in groep 4 ten opzichte van groep 3 heeft ertoe geleid dat in groep 4 de prestatie van ongeveer 38 koeien per uur in een veel kleinere stal te bereiken is dan in groep 3. Dit terwijl de maximale prestatie in beide groepen slechts weinig uiteenloopt. De lagere prestatie in de kleinere doorloopmelkstallen kan daarom worden verhoogd door per stand één melkstel te gebruiken. Een vakbekwaam melker is dan echter nog meer gewenst, omdat deze prestatieverhoging wordt verkregen door verlaging van de wachttijd, terwijl het blindmelken ook iets oploopt.

4. De vakbekwaamheid van de melker, die in een open doorloopmelkstal werkt, zal ook groot dienen te zijn, wil hij tot de berekende hoge prestaties komen. Stal 2 (P_1A_6/6on) zal zelfs voor zo'n melker, gezien de zeer geringe wachttijd (= controletijd), een ondoenlijke zaak blijken te zijn.

5. In tabel IV.5.5. zijn de blindmelktijden, per situatie, onderverdeeld in drie groepen. De eerste groep bevat blindmelktijden, die korter zijn dan 1 minuut. De tweede groep bevat blindmelktijden van 1 - 2 minuten, terwijl de derde groep blindmelktijden bevat, die langer zijn dan twee minuten.
Deze grenzen willen niet zonder meer een kwalitatief criterium zijn, maar ze zijn enigszins willekeurig gekozen. Aan deze grenzen liggen de volgende beschouwingen ten grondslag:
a. Het kwalitatief fysiologisch onderzoek heeft nog geen duidelijke uitspraken gedaan over het blindmelken. Toch schrijft men aan het blindmelken wel degelijk een negatieve invloed toe.
b. De melker zal in de praktijk bij lange blindmelktijden ingrijpen op een manier, die het gebruikte simulatieprogramma niet toestaat. Zo zal bijvoorbeeld de handeling namelken kunnen vervallen bij koeien, die een bepaalde tijd aan blindmelken hebben blootgestaan. Dit ingrijpen zal dan weer door kunnen werken op de blindmelktijden van andere koeien.
Uit de tabel blijkt duidelijk dat een methode met de korte machinestop al zeer snel leidt tot veel en ook lange blindmelktijden. Ook dat deze methode, indien ze tot het uiterste toe wordt toegepast, zoals in de simulaties, waarschijnlijk onaanvaardbaar zal zijn. Het bezwaar van het blindmelken zal zwaarder wegen dan het voordeel van de eenvoudige organisatie van de methode.

Tabel IV.5.5.: Verdeling van de blindmelktijden in drie groepen.

Stal-no.	Symbool	Gemolken koeien/u	<1 min	% van totaal	1 - 2 min	% van totaal	>2 min	% van totaal
1	P_1A_4/4on	37,0	68	100	0	-	0	-
2	P_1A_6/6on	42,4	103	98	2	2	0	-
3	P_1A_2/4gk	23,9	25	57	10	23	9	20
4	P_1A_3/6gk	34,3	43	58	23	31	8	11
5	P_1A_4/8gk	39,2	47	43	25	23	37	34
6	P_1A_5/10gk	40,0	12	10	20	17	85	73
7	P_1A_2/4gn	20,1	7	100	0	-	0	-
8	P_1A_3/6gn	26,7	16	94	1	6	0	-
9	P_1A_4/8gn	32,3	34	92	3	8	0	-
10	P_1A_5/10gn	37,4	62	86	10	14	0	-
11	P_1A_6/12 gn	36,0	48	79	12	19	1	2
12	P_1A_8/16gn	38,5	65	81	13	16	2	3
13	P_1A_{10}/20 gn	38,5	56	67	24	28	4	5
14	P_1A_4/4gn	30,6	35	73	8	17	5	10
15	P_1A_6/6gn	37,9	61	92	5	8	0	-
16	P_1A_8/8gn	39,6	73	92	6	8	0	-
17	P_1A_{10}/10gn	39,7	83	95	4	5	0	-
18	P_1A_{12}/12gn	36,1	53	82	12	18	0	-
19	P_1A_{16}/16gn	38,6	68	82	13	14	2	4
20	P_1A_{20}/20gn	38,8	60	68	23	26	5	6

De open doorloopmelkstal (groep 1) treedt in deze tabel wat de tijdsduur van het blindmelken betreft gunstig naar voren. De frequentie is echter duidelijk stijgend.

In de overige situaties blijken de blindmelktijden voor meer dan 70 % korter te duren dan 1 minuut. Bij deze gesloten stallen (groepen 3 en 4) is er, wat de frequentie betreft, een duidelijk verschil aanwezig tussen de twee groepen in de kleinste drie stallen. Bij de grotere stallen vervlakt dit verschil, wat terug te brengen is op de machinewachttijden (zie punt 6). Ook is in deze laatste stallen weinig verschil in de blindmelktijden.

Opvallend is het ongunstige beeld dat stal 14 vertoont, vooral als men het vergelijkt met stal 7. Maar aangezien de stallen, die direct op stal 14 volgen, weer gunstig zijn, zullen de resultaten van stal 14 ontstaan kunnen zijn als gevolg van een toevallige samenloop van omstandigheden, waardoor meerdere koeien gelijktijdig aan machinaal namelken toe zijn (zie tabel IV.4.4.a.).

6. De formule $s_{min} = 100 - \frac{100 - A_{max}}{A}$ geeft ook het verband aan tussen de berekende machinewachttijd en het maximaal aantal melkstellen dat, bij die bepaalde s, gebruikt kan worden zonder dat onherroepelijk blindmelken optreedt. De figuren IV.5.6.a en IV.5.6.b geven beide deze formule in verschillende vorm weer. Uit deze figuren blijkt duidelijk, dat bij de gegeven melk- en handtijden slechts verantwoord kan worden gemolken volgens de korte machinestop met drie melkstellen, dus in een dubbele driestandsmelkstal. De open doorloopmelkstal mag bij deze tijden daarom maar een dubbele tweestands zijn, zodat met vier melkstellen gemolken wordt. Wordt gemolken volgens de lange machinestop (groep 3 en 4), dan blijkt de grens te worden bereikt in de dubbele driestandsmelkstal. Want bij de grotere stallen wordt de speling tussen de "praktijk"-waarden en "formule"-waarden zeer gering. Melken in het gebied met deze geringe speling zal in die stallen leiden tot blindmelken, als gevolg van de spreiding van de melk- en handtijden.

7. In figuur IV.5.7. zijn de frequenties van het blindmelken en de manwachttijd tegen elkaar uitgezet. De lijn, die de waarde 120 op de x-as (blindmelken) verbindt met de waarde 121 op de y-as (manwachttijd), vormt de logische ondergrens voor deze grafiek. Punten, die onder deze lijn liggen zijn het gevolg van het toevallig juist uit zijn van een koe op het moment dat de melker een handeling juist heeft voltooid. De verticale afstand van een punt tot deze lijn geeft aan hoe vaak de melker heeft gewacht om een te lange eerste wachttijd voor een zelfde aantal koeien te voorkomen. Uit de figuur blijkt dat in 13 situaties alleen maar is gewacht op namelken, dus om blindmelken te voorkomen. Deze 13 situaties worden gevormd door stal 2 (groep 1), stal 7 t/m 13 (groep 3) en stal 16 t/m 20 (groep 4). Ligt een bepaalde situatie boven deze lijn, dan kan het blindmelken toch nog frequent optreden. Wel geldt globaal, dat, naarmate de melker frequenter wacht, het blindmelken minder vaak optreedt.

8. Men kan de 20 situaties natuurlijk ook anders indelen. In tabel IV.5.8.a zijn deze situaties onderverdeeld in 4 groepen. Om verwarring met de vorige groepen te voorkomen zijn deze groepen genoemd a tot en met d. Het criterium is bij deze indeling de prestatie, uitgedrukt in koeien per uur. Ofschoon deze indeling niet is afgestemd op het gestelde doel, namelijk stal- en methodevergelijking, levert ze toch nog enige informatie.

Fig. IV.5.6[a]: Schematische weergave van de machinewachttijden, uitgedrukt in procenten van de totale melktijd (s) van de 20 situaties.
De ----- lijn geeft de grens aan, bij A_{max} = 3,30, *waaronder* blindmelken zonder meer op zal treden.

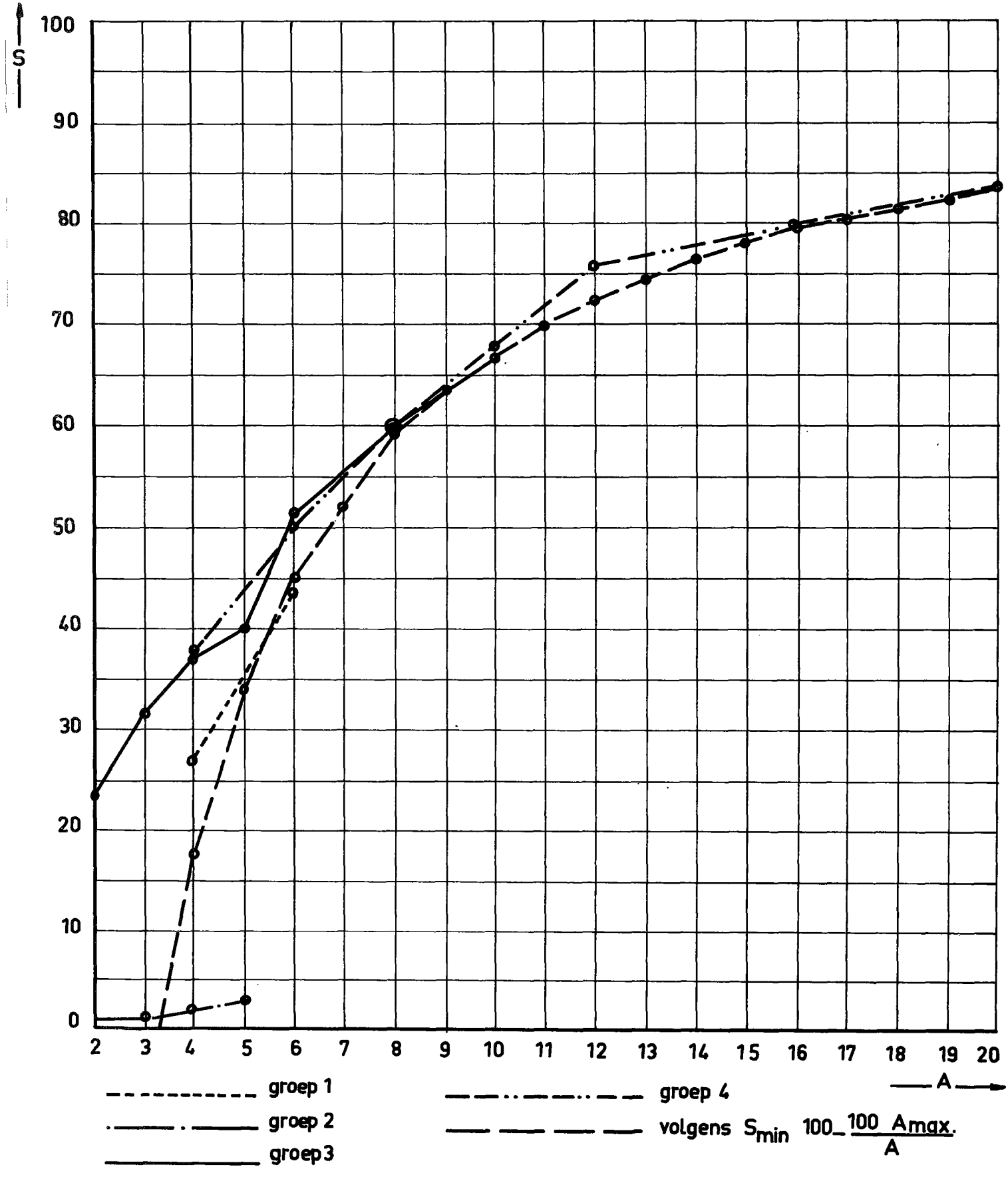


Fig. IV.5.6b: Grafische vergelijking van het aantal gebruikte melkstellen (a) met het hiermee corresponderende aantal, voor 100% gebruikte, melkstellen $\left\{\frac{as\ (100 - S)}{100}\right\}$.

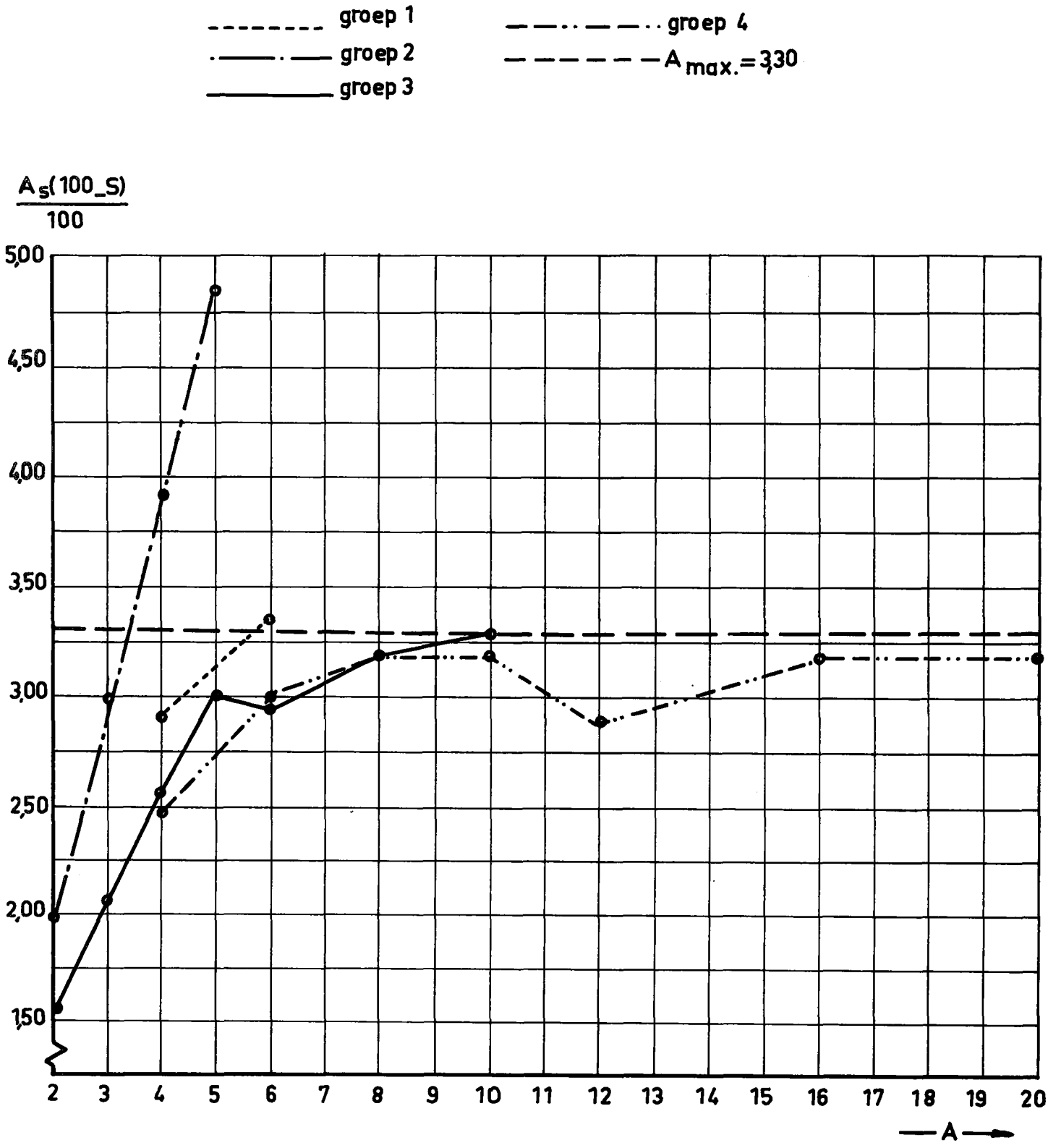
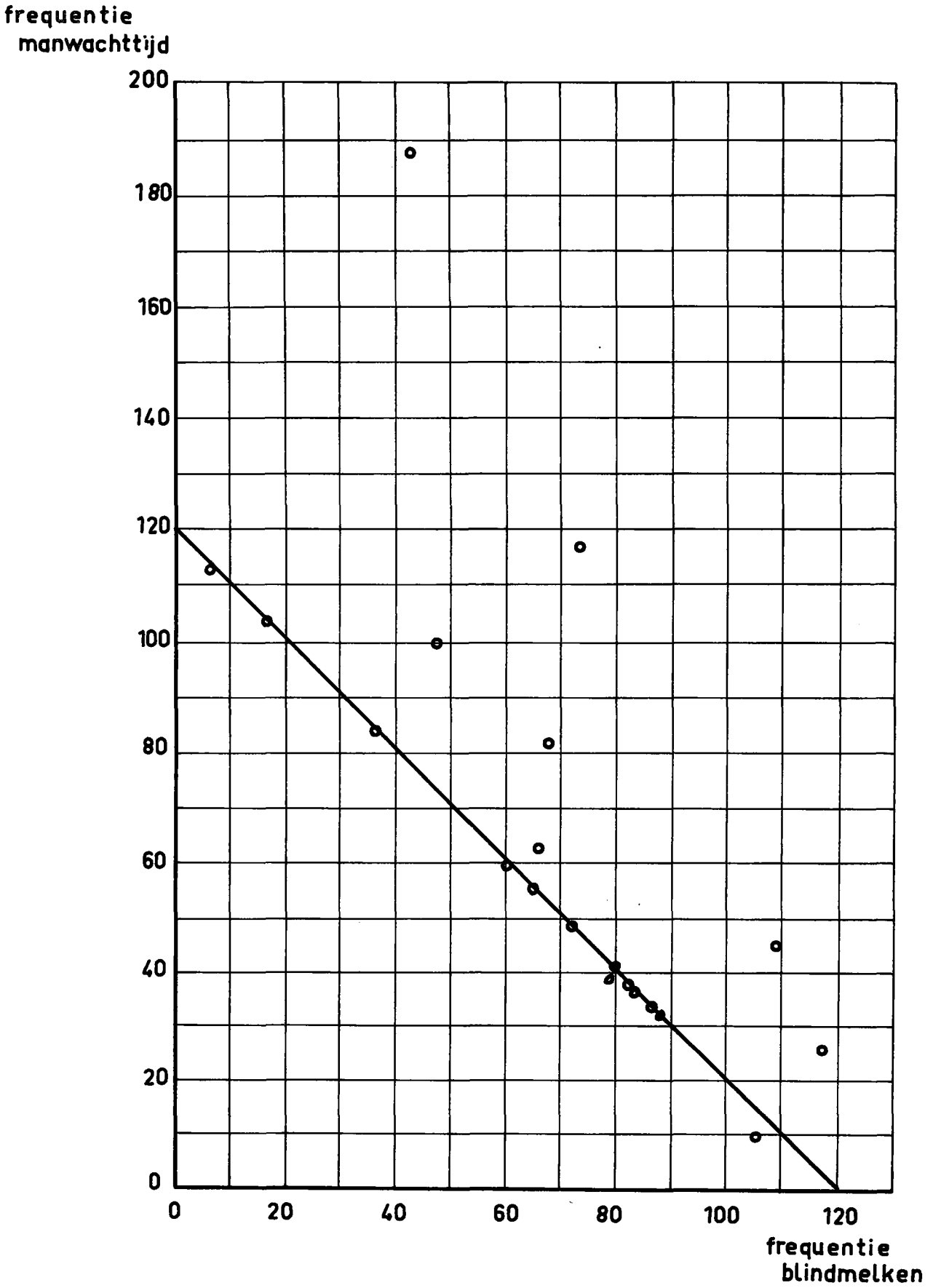


Fig. IV.5.7: Het verband tussen de frequenties van het blindmelken en de man-wachttijd.



6. De formule $s_{min} = 100 - \frac{100 - A_{max}}{A}$ geeft ook het verband aan tussen de berekende machinewachttijd en het maximaal aantal melkstellen dat, bij die bepaalde s, gebruikt kan worden zonder dat onherroepelijk blindmelken optreedt. De figuren IV.5.6.a en IV.5.6.b geven beide deze formule in verschillende vorm weer. Uit deze figuren blijkt duidelijk, dat bij de gegeven melk- en handtijden slechts verantwoord kan worden gemolken volgens de korte machinestop met drie melkstellen, dus in een dubbele driestandsmelkstal. De open doorloopmelkstal mag bij deze tijden daarom maar een dubbele tweestands zijn, zodat met vier melkstellen gemolken wordt. Wordt gemolken volgens de lange machinestop (groep 3 en 4), dan blijkt de grens te worden bereikt in de dubbele driestandsmelkstal. Want bij de grotere stallen wordt de speling tussen de "praktijk"-waarden en "formule"-waarden zeer gering. Melken in het gebied met deze geringe speling zal in die stallen leiden tot blindmelken, als gevolg van de spreiding van de melk- en handtijden.

7. In figuur IV.5.7. zijn de frequenties van het blindmelken en de manwachttijd tegen elkaar uitgezet. De lijn, die de waarde 120 op de x-as (blindmelken) verbindt met de waarde 121 op de y-as (manwachttijd), vormt de logische ondergrens voor deze grafiek. Punten, die onder deze lijn liggen zijn het gevolg van het toevallig juist uit zijn van een koe op het moment dat de melker een handeling juist heeft voltooid. De verticale afstand van een punt tot deze lijn geeft aan hoe vaak de melker heeft gewacht om een te lange eerste wachttijd voor een zelfde aantal koeien te voorkomen. Uit de figuur blijkt dat in 13 situaties alleen maar is gewacht op namelken, dus om blindmelken te voorkomen. Deze 13 situaties worden gevormd door stal 2 (groep 1), stal 7 t/m 13 (groep 3) en stal 16 t/m 20 (groep 4). Ligt een bepaalde situatie boven deze lijn, dan kan het blindmelken toch nog frequent optreden. Wel geldt globaal, dat, naarmate de melker frequenter wacht, het blindmelken minder vaak optreedt.

8. Men kan de 20 situaties natuurlijk ook anders indelen. In tabel IV.5.8.a zijn deze situaties onderverdeeld in 4 groepen. Om verwarring met de vorige groepen te voorkomen zijn deze groepen genoemd a tot en met d. Het criterium is bij deze indeling de prestatie, uitgedrukt in koeien per uur. Ofschoon deze indeling niet is afgestemd op het gestelde doel, namelijk stal- en methodevergelijking, levert ze toch nog enige informatie.

Tabel IV.5.8.a.: Groepsindeling, die berust op de te bereiken prestatie per uur.

Kengetallen	groepen			
	a	b	c	d
Aantal koeien/groep/uur	< 30	30-36	> 36 < 39	≥ 39
Gem. aantal koeien/uur	23,6	33,3	37,9	40,2
Stalnrs. in de groep	3, 7, 8	4, 9, 11, 14	1, 10, 12, 13, 15, 18, 19, 20	2, 5, 6, 16, 17
Totale melktijd, T (min)	310	217	190	180
Frequentie blindmelken	23	55	76	99
Duur gem. blindmelktijd (cmin)	63	70	49	106
Melksnelheid (%)	97	93	93	85
Frequentie manwachttijd	128	90	50	31
Aantal melkstellen	2,33	4,25	10,13	6,60

Voor groep a ligt de prestatie beneden de 30 koeien per uur, voor groep b vanaf 30 tot en met 36 koeien per uur, voor groep c van meer dan 36 tot minder dan 39 koeien per uur en voor groep d van 39 en meer koeien per uur. De groepen bevatten bij deze indeling respectievelijk 3, 4. 8 en 5 situaties. Uit de tabel blijkt duidelijk dat het bereiken van een hoge prestatie voor deze situaties in het algemeen gepaard gaat met veel blindmelken, zowel wat betreft de frequentie als de gemiddelde tijdsduur en daardoor ook met een lage melksnelheid en met weinig wachttijden. De totale wachttijd volgt uit de totale melktijd omdat T - Tw = 167 min (zie punt 1). Ook blijkt dat veel melkstellen niet noodzakelijk zijn om een hoge prestatie te bereiken.
In tabel IV.5.8.b. zijn de 20 situaties weer in andere groepen gerangschikt. Vandaar de benaming groep A tot en met D. Het criterium bij deze indeling is de melksnelheid, ook weer uitgedrukt in procenten van de invoer. Groep A bevat 6 situaties waarbij dit percentage groter is dan 95, groep B bevat 8 situaties met een melksnelheid van 95 tot 90 %, groep C bevat 4 situaties van 90 tot 85 % en groep D 2 situaties waar de melksnelheid 85 of minder bedraagt. Hierbij zien we de prestatie toenemen met het dalen van de melksnelheid, terwijl de frequentie van het blindmelken stijgt. Opvallend is dat in groep D ook maar met weinig melkstellen wordt gewerkt.

Tabel IV.5.8.b.: Groepsindeling, die berust op de bereikte melksnelheid.

Kengetallen	groepen			
	A	B	C	D
Melksnelheid (%) per groep	> 95	90-95	85-90	< 85
Gem. melksnelheid/groep	97,50	93,75	89,50	68,50
Stalnrs. in de groep	1, 2, 7, 8, 9, 15	3, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19	4, 12, 13, 20	5, 6
Gem. aantal koeien/uur	33,0	35,3	37,5	39,6
Totale melktijd, T (min)	234	210	193	182
Frequentie manwachttijd	74	69	57	54
Frequentie blindmelken	50	67	82	113
Duur gem. blindmelktijd	34	55	76	221
Aantal melkstellen	4,17	7,88	10,25	4,50

Uit deze tabellen blijkt duidelijk dat prestatieverhoging steeds gepaard gaat met meer blindmelken en minder manwachttijd, terwijl het aantal in gebruik zijnde melkstellen geen informatie verschaft omtrent de kwaliteit van het melken (vergelijk bijvoorbeeld groep A met D). Zoals reeds onder punt 6 is aangehaald, is vooral de methode van grote invloed op de kwaliteit van het melken.

9. De invoergegevens bepalen bij de simulaties het te bereiken niveau. De onderlinge verschillen op dit niveau komen voor rekening van de te simuleren situaties. Wil men echter aan deze verschillen conclusies verbinden, dan is het van groot belang dat de invoergegevens zo reëel mogelijk zijn. Alleen in dit geval kan het zinvol zijn om van de dure computertijd gebruik te maken.

10. Aan de hand van de in II.3. gebruikte formules blijkt duidelijk het effect van zowel de handtijden als de zuivere machinemelktijd op het maximaal te gebruiken aantal melkstellen met het daaraan gekoppelde minimale percentage machinewachttijd.
Zo zullen bij langere melkgiften (dus een hogere produktie bij dezelfde melksnelheid) de melkstellen effectiever kunnen worden gebruikt en dit heeft tot gevolg dat minder tijd nodig is om 100 l melk te winnen. Door het verkorten van de handelingen, die de melker moet verrichten, wordt hetzelfde bereikt.

V. ANDERE MOGELIJKHEDEN MET DIT SIMULATIEPROGRAMMA

Het vergelijken van de verschillende staltypen en werkmethoden onder statische omstandigheden, zoals voor deze scriptie uitgevoerd, is slechts één van de vele gebruiksmogelijkheden met dit simulatieprogramma.
Tot voor kort waren alleen de tijd- en methodestudies voorhanden om uitspraken te kunnen doen over arbeidsmethoden, staltypen, aantal melkstellen, enz.
De moeilijkheid van de variabele invloeden in de praktijk, die de onderzoekresultaten van de tijd- en methodestudies vaak vertroebelen, kunnen door gebruik van dit simulatieprogramma uitgebannen worden. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om zijn aandacht volledig op het, door of voor de onderzoeker, gestelde probleem te concentreren. Dit voordeel gaat gepaard met een uitbreiding van het aantal te stellen problemen, die bovendien afzonderlijk kunnen worden bestudeerd. De tijdstudie zal vooralsnog een aantal invoergegevens verschaffen (zie hoofdstuk III, rubriek 1).
Dit simulatieprogramma heeft de mogelijkheid in zich om vele te onderzoeken factoren kwantitatief en vaak zelfs kwalitatief vast te leggen.
De overgang van tijd- en methodestudie naar het computersimulatieprogramma is niet zo abrupt verlopen als misschien lijkt. Zowel SCOTT (10) als VOS (11) hebben bij hun onderzoek de tijd- en methodestudie uitgebreid. SCOTT publiceerde in 1963 over het effect van variatie in de melktijd op de volgende 7 factoren:

1. Totale melktijd,
2. Het optreden van blindmelken,
3. Het optreden van manwachttijden,
4. Het optreden van de eerste wachttijd voor de koe,
5. Het optreden van machinewachttijden,
6. Het bepalen van de beschikbare tijd voor de koe om voldoende voer te kunnen nuttigen en
7. Het vaststellen van de normale werkroutine.

Dit onderzoek berust op een met de hand uitgevoerde simulatie. Met het computerprogramma kan het door SCOTT berekende effect op deze en nog meer factoren uitgebreider en natuurlijk veel sneller worden achterhaald.
VOS schenkt in zijn publikatie over groepsgewijs melken eveneens aandacht aan het blindmelken en ook aan de ergonomische voor- en nadelen van een aantal systemen. Met het computersimulatieprogramma zijn deze dynamische effecten snel te berekenen.
Dit neemt echter niet weg dat voor een kwalitatieve beoordeling van de ergonomische aspecten van een bepaalde situatie nog veel studie en onderzoek

nodig is. Dit onderzoek dient er daarom op gericht te zijn de kwantitatieve uitvoergegevens van een simulatierun een kwalitatieve betekenis te geven. Het betreft hier vooral de kwalitatieve gevolgen van de manwachttijd. Dit onderzoek zal begrijpelijkerwijs een dynamisch karakter dienen te bezitten. Ook verdienen de gevolgen van een eerste wachttijd en het blindmelken kwalitatief te worden onderzocht en er zullen eventuele tolereerbare tijdslimieten vastgesteld dienen te worden.
Op vele andere probleemstellingen kan dit programma snel een antwoord geven. Enkele voorbeelden:
1. Wat is het effect van de variatie in melktijden op de door Scott behandelde en andere factoren, zoals bijvoorbeeld de mantijd per 100 l melk, het aantal malen dat meer dan één koe gelijktijdig aan namelken toe is, enz.
2. Hoe vaak komt het in een bepaalde situatie voor dat de melker een beslissing moet nemen. In de uitvoergegevens worden alleen kwantitatieve gegevens verschaft betreffende de beslissingsdichtheid en de beslissingssoorten (III, rubriek 7).
3. Wat is het effect van de werkkwaliteit, prestatie en werkorganisatie als de handtijden, door vernieuwd inzicht of technische ontwikkeling, veranderen of zullen veranderen. Denk bijvoorbeeld aan het (gedeeltelijk) laten vallen van de handelingen voorbehandelen en/of machinaal namelken. Aan het te bereiken voordeel van onder andere melkstroommeters, die de controletijd kunnen verkorten.
4. Het effect van wisselende melkgiften, bijvoorbeeld seizoenschommelingen, ochtend- en avondschommelingen, op een bepaalde situatie. Behalve wisselende gemiddelde melkgiften kan ook het effect van verschil in spreiding en verdeling van deze melkgiften worden berekend. Of welk koppel melkkoeien het beste past in een bepaalde situatie.
5. Het effect van een aantal storingen en de tijdsduur, om die storingen te herstellen. De tijd van storing kan hierbij zowel bewust als aselect worden gekozen.
6. VAN HOVEN (2) onderzocht met een ander, kleiner, simulatieprogramma het effect van de wisselende volgorde, waarin de koeien door de standen van de melkstal gaan.
7. Hoe luidt een gefundeerd advies met betrekking tot de keuze van een te bouwen melkstal en wat is een verantwoorde werkmethode in zo'n stal onder verschillende omstandigheden, bijvoorbeeld denkend aan de seizoenschommelingen van de melkgiften.

VI. LITERATUUR

1. ELDEREN, E, van en S.P.J.H. van HOVEN — Computer programme to simulate parlour milking 1968. Stencil no. 340-10-7-'68.

2. HOVEN, S.P.J.H. van — Machinaal melken in een doorloopmelkstal, handleiding t.b.v. het gebruik van een computersimulatieprogramma ter bestudering van het melken in een dubbele tweestandsmelkstal. I.L.R.-rapport 104, 1967.

3. MOENS, A. — Collegedictaat, deel F. Landbouwhogeschool, Afdeling Landbouwtechniek.

4. MOLEN, J. van der — Het melken in doorloopmelkstallen. Rijkslandbouwconsulentschap voor Arbeidsvraagstukken, 1968.

5. N.N. — Machinaal melken P_1A_2. Min. v. Landbouw en Visserij, Directie Landbouwonderwijs, 1965.

6. POLITIEK, R.D. — Goed machinaal melken. Landbouwgids 1961.

7. POLITIEK, R.D. — Machinaal namelken. Landbouwgids 1961.

8. POSTMA, G. — Arbeidsfysiologie en arbeidspsychologie bij diverse methoden van melken. I.L.R.,1962.

9. POSTMA, G. — Machinaal melken, enkele ergonomische, arbeidsorganisatorische en bedrijfseconomische aspecten. I.L.R., 1967.

10. VOS, H.W. — Een studie over groepsgewijs melken. Landbouwhogeschool, Afdeling Fysiologie der Dieren, 1967.

11. SCOTT, A.H. — A work study exercise in milking parlour performances. University of Cambridge, Farm Economic Branch, Technical report No. 3, 1963.

12. VRIES, H.A. de e.a. Machinaal melken in doorloopmelkstallen. I.L.R., Gestencilde Mededeling No. 1, 1965.

VII. VERKLARING VAN ENKELE TERMEN EN AFKORTINGEN

VII.1. Met betrekking tot de melker:

1. Man.machineverhouding (P.A.) = de verhouding van het aantal melkers en het aantal melkstellen.

2. Totale melktijd (T) = tijd voor het melken van een koppel (k stuks) koeien vanaf begin inlaten eerste koe tot en met uitlaten laatste koe.

3. Handtijd per koe (Th) = de tijd die de melker per koe nodig heeft om alle noodzakelijke handelingen uit te voeren.

4. Handelingentijd = benodigde tijd voor de handelingen die de melker moet verrichten tussen het aansluiten en het afnemen van het melkstel bij dezelfde koe.

5. Mantijd per koe $= \frac{\text{totale melktijd x aantal melkers}}{\text{aantal gemolken koeien}}$

$= \frac{T \times P}{k}$

6. Mantijd per 100 l melk $= \frac{100 \times T \times P}{R}$

7. Manwachttijd (tm_p), Totale manwachttijd (Tw) = de tijd dat de melker tijdens de totale melktijd geen enkele handeling verricht.

8. Maximale prestatie (Q) = het maximale aantal koeien dat, gelet op de gegevens, per uur gemolken zal kunnen worden:

$= \frac{60}{Th}$ indien $A \geqslant A_{max}$

$= \frac{60}{Tm}$ indien $A \leqslant A_{max}$

VII.2. Met betrekking tot de handelingen:

1. Inlaattijd (t_{inl}) = de tijd, nodig om een koe vanuit de wachtruimte op haar plaats in de melkstal in te laten.

2. Voorbehandelingstijd(t_v) = de tijd, nodig om het laten schieten van de melk te bewerkstelligen.

3. Aansluittijd (t_{aan}) = de tijd, nodig om een melkstel bij een koe aan te sluiten.

4. Namelk- en afneemtijd(t_{na}) = de tijd, nodig om een koe machinaal na te melken en om daarna het melkstel af te nemen.

5. Uitlaattijd (t_{uit}) = de tijd, nodig om een koe uit de melkstal te laten.

6. Handelingenvolgorde = een beschrijving, waaruit de volgorde van de uit te voeren handelingen blijkt.

7. Handelingentabel = weergave, in codevorm, van de volgorde van handelingen, zoals die in een bepaalde situatie is gesimuleerd.

VII.3. Met betrekking tot de koe:

1. Totale behandelingstijd = tijd, waarin de koe in behandeling is, vanaf begin voorbehandelen tot en met afnemen melkstel.

2. Melksnelheid = gemiddelde hoeveelheid melk in liters per minuut per melkstel gemolken.

3. Blindmelktijd (t_{bl}) = het gedeelte van de machinecyclustijd, die resteert nadat de koe, fysiologisch gezien, uit is; met uitzondering van de tijd, nodig voor machinaal namelken en afnemen melkstel.

VII.4. Met betrekking tot de machine:

1. Machine-cyclustijd (Tm) = tijd, gedurende welke de machine aan één koe werkt, bestaande uit zuivere machinetijd, machinaal namelken en afnemen, aansluiten, de machinewachttijd en inclusief eventueel blindmelken.

2. Totale machinetijd = machine-werktijd + machinewachttijd en wordt berekend volgens T x A.

3. Machine-werktijd (te_a) = deel van de totale machinetijd, gedurende welke de melkstellen in werking zijn, inclusief aansluiten en afnemen.

4. Zuivere machinetijd (t_m) = tijd vanaf einde aansluiten tot het tijdstip dat de koe aan machinaal namelken toe is.

5. Machinewachttijd (tm_a) = deel van de totale machinetijd, gedurende welke de melkstellen niet worden gebruikt.

6. Korte machine-stop = het melkstel wordt na het afnemen direct weer aangesloten bij de tegenoverstaande koe.

7. Niet-korte machine-stop = het melkstel wordt na het afnemen weggehangen, naderhand volgt aansluiten bij de volgende koe.

8. Melkstel = stel tepelhouders met melkklauw, melkslang, eventueel pulsator, voor gebruik in combinatie met melkleiding.

9. Melkleiding = voorziening, waardoor de melk zonder toedoen van de melker in bussen of tank stroomt.

10. Melkstroommeter = instrument, geplaatst in de melkstroom, die via een schaalverdeling de melkgift per tijdseenheid aangeeft.

VII.5. Met betrekking tot het simuleren:

1. Situatie = een te simuleren combinatie van factoren, zoals die in de invoergegevens zijn vastgelegd.

2. Simulatie-run = het simuleren van één situatie door de computer.

VII.6. Met betrekking tot de arbeidsstudie:

1. Methodestudie = het onderzoek van een toegepaste of voorgeschreven wijze van werken, gericht op grotere doelmatigheid, waarbij aandacht wordt besteed aan alle factoren die de produktie beïnvloeden.

2. Tijdstudie = het onderzoek van de arbeid door toepassing van tijdopnamen.

VII.7. Nog niet genoemde afkortingen:

c_t = aantal malen dat de melker naar een andere koe gaat.

c_h = idem per uur.

k = aantal koeien.

p = percentage totale wachttijd van de totale melktijd.

s = percentage machinewachttijd van de totale melktijd.

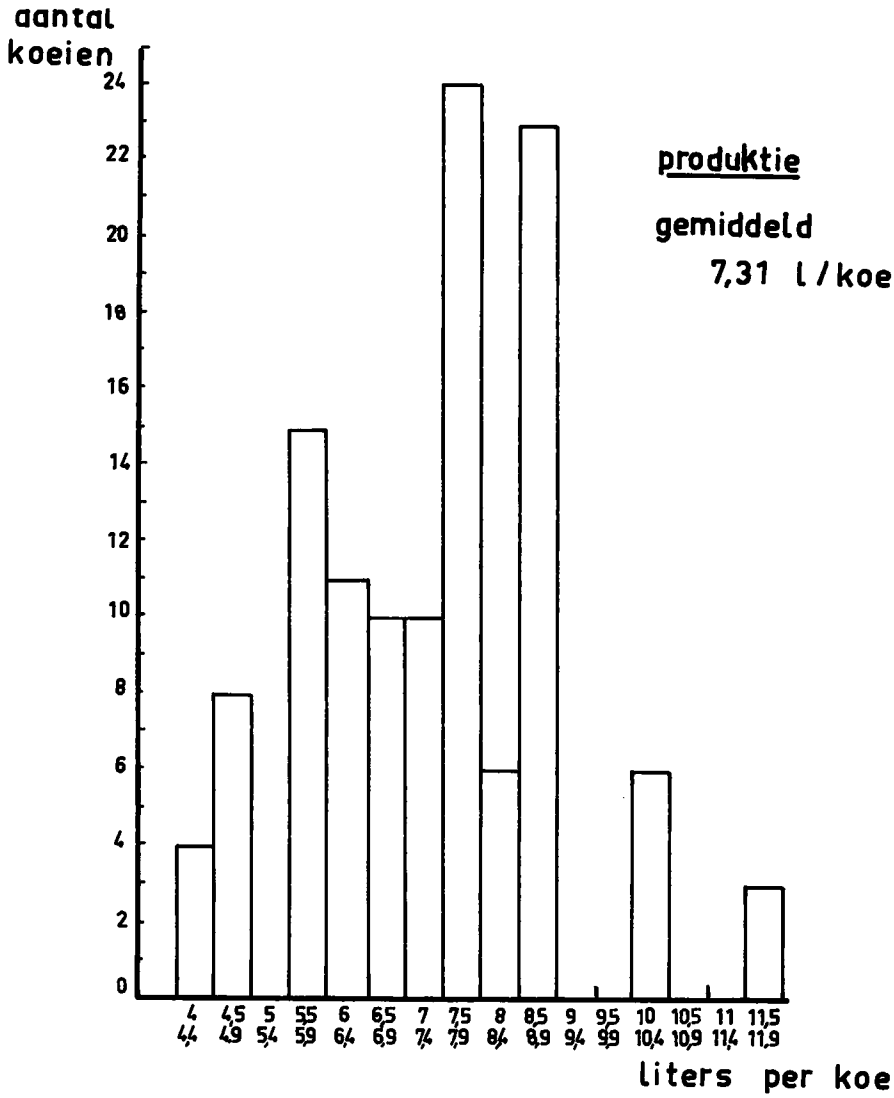
A = aantal gebruikte melkstellen.

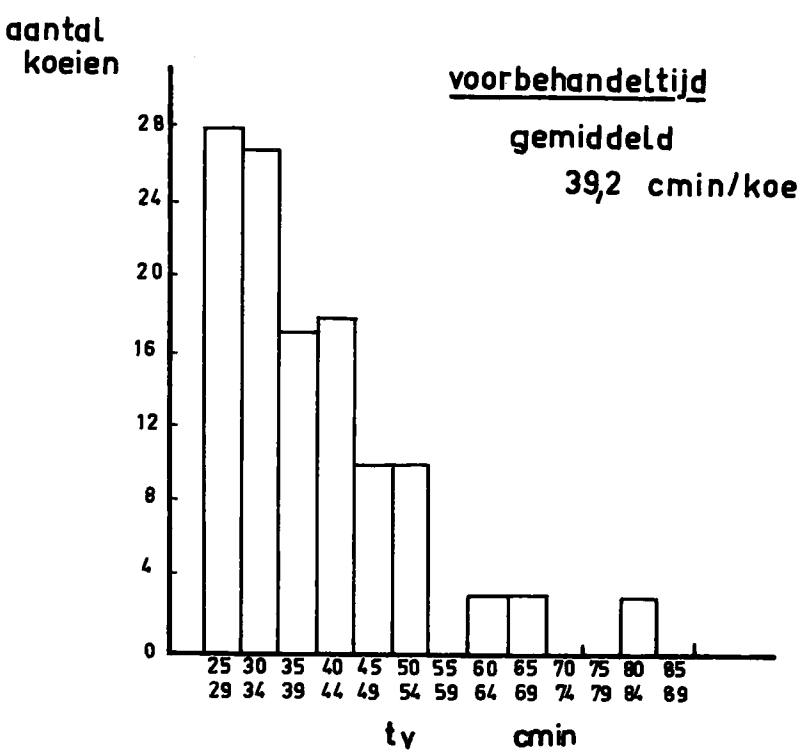
a_s = aantal te gebruiken melkstellen bij een bepaalde s.

A_{max} = maximaal aantal te gebruiken melkstellen indien s = 0.

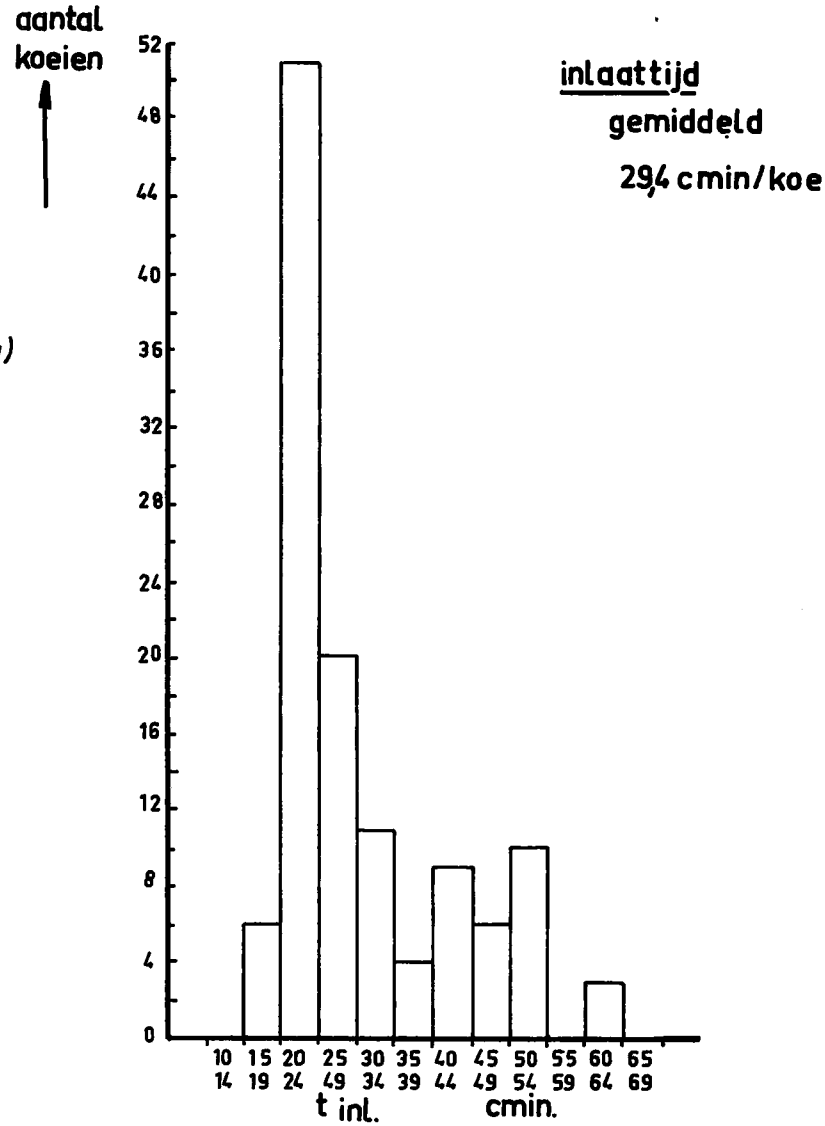
R = totale melkopbrengst in liters.

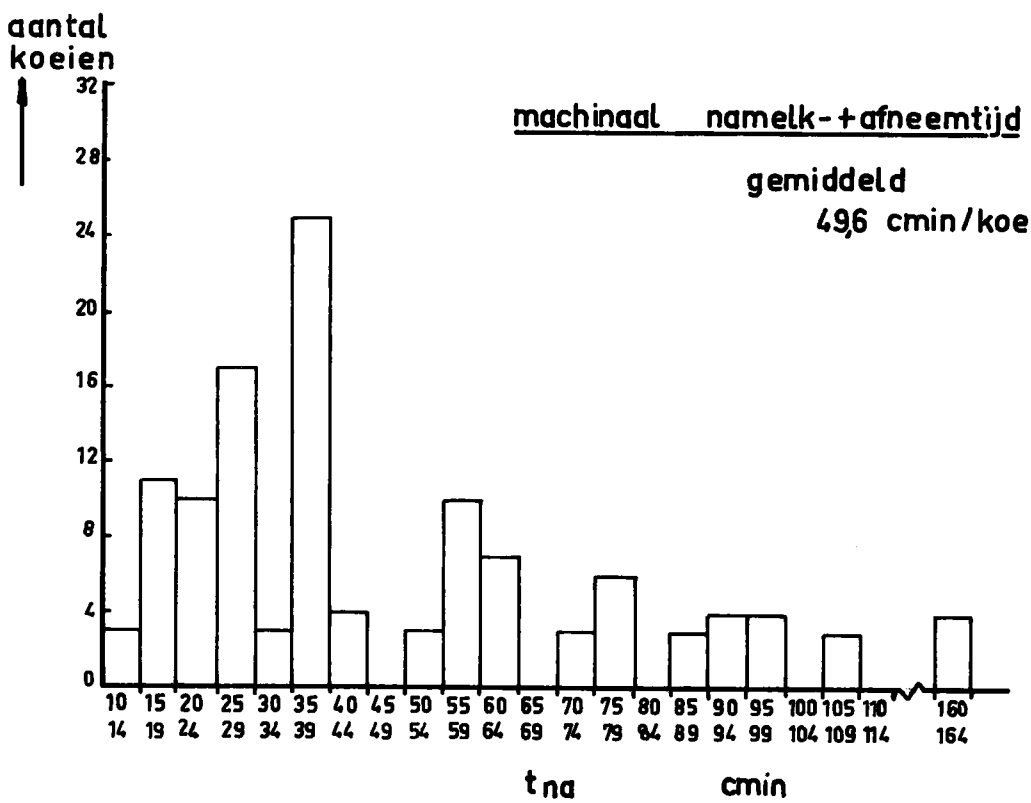
Bijlage 1


aantal koeien
produktie
gemiddeld
7,31 l / koe
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
4 4,4
4,5 4,9
5 5,4
5,5 5,9
6 6,4
6,5 6,9
7 7,4
7,5 7,9
8 8,4
8,5 8,9
9 9,4
9,5 9,9
10 10,4
10,5 10,9
11 11,4
11,5 11,9
liters per koe


aantal koeien
voorbehandeltijd
gemiddeld
39,2 cmin/koe
0
4
8
12
16
20
24
28
25 29
30 34
35 39
40 44
45 49
50 54
55 59
60 64
65 69
70 74
75 79
80 84
85 89
tv
cmin

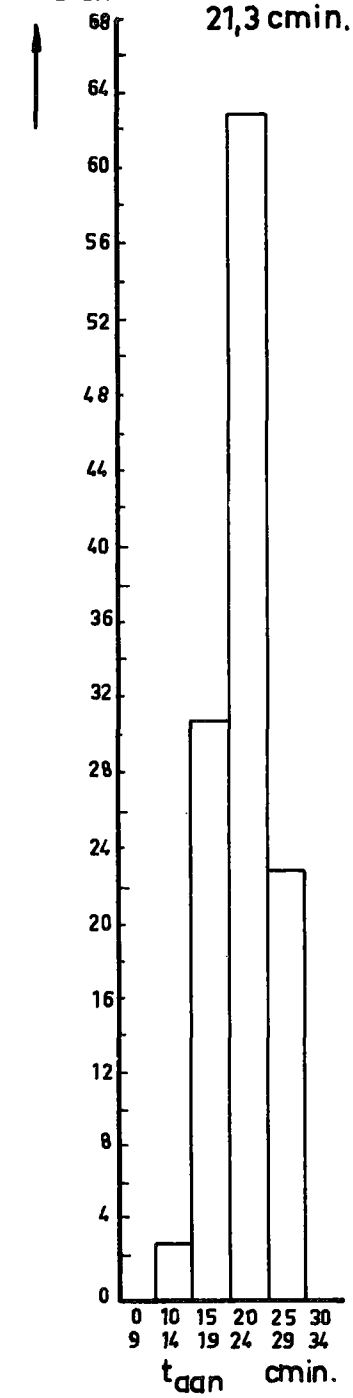
Bijlage 1
(vervolg)

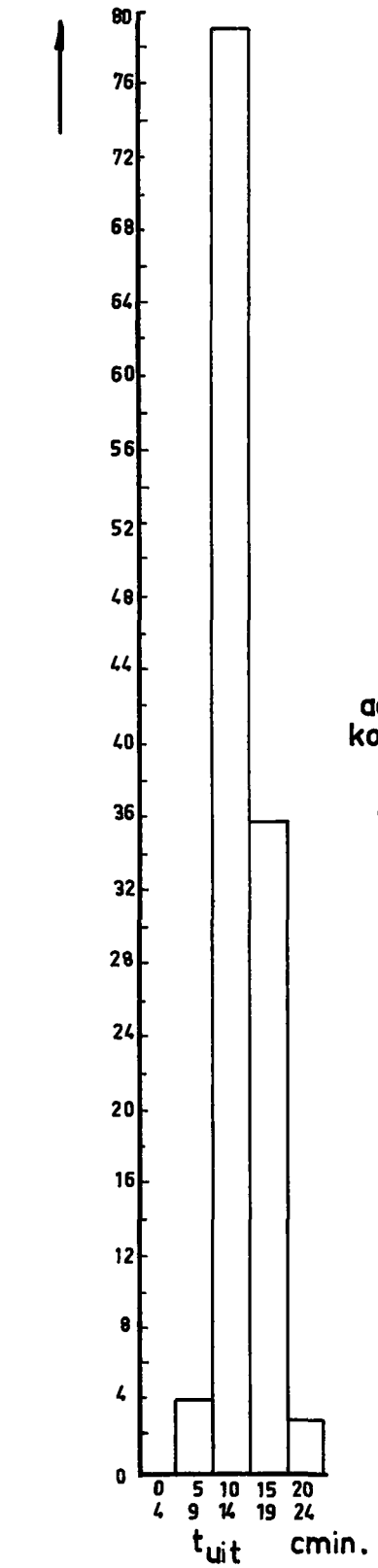


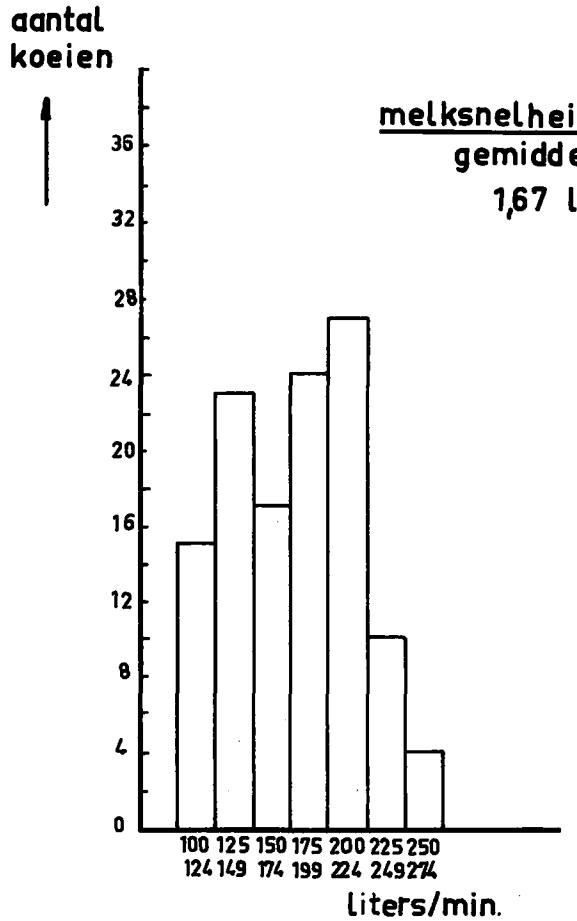


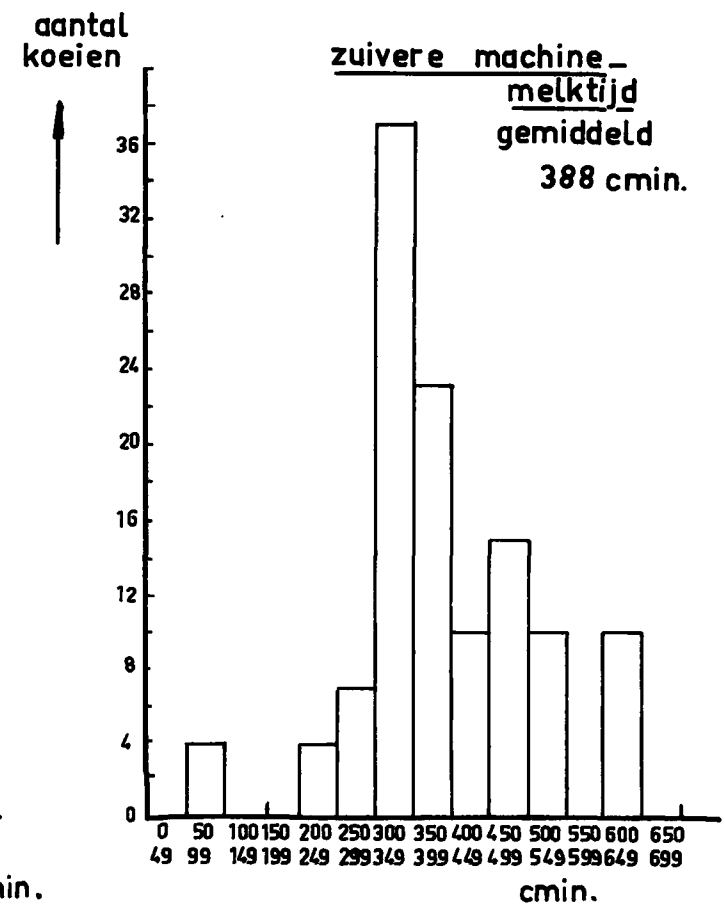
Bijlage 1

(vervolg)









Bijlage 2a

Gedeelte uit de handelingentabel van staltype P_1A_5/10gk, zoals deze door de computer wordt afgedrukt.

		stall numbers											
Clock	Cow	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9351	66						11						
9351	67							11					
9351	68								11				
9351	69									11			
9351	70										11		
9380	61	40											
9477	62		40										
9509	64				40								
9565	66						12						
9565	67							12					
9565	68								12				
9565	69									12			
9565	70										12		
9565	66						21						
9600	63			40									
9608	66						22						
9608	61	41											
9630	65					40							
9666	61	42											
9666	66						31						
9685	66						32						
9685	67							21					
9714	67							22					
9714	62		41										
9750	62		42										
9750	67							31					
9770	67							32					
9770	68								21				
9816	68								22				
9816	63			41									
9844	63			42									
9844	68								31				
9870	68								32				
9870	69									21			
9897	69									22			
9897	64				41								
9920	64				42								
9920	69									31			
9945	69									32			
9945	70										21		
10025	70										22		
10025	65					41							
10064	65					42							
10064	61	51											
10064	62		51										
10064	63			51									
10064	64				51								
10064	65					51							
10064	70										31		
10074	67							40					
10088	70										32		
10134	61	52											
10334	62		52										

Bijlage 2b

Gedeelte uit de handelingentabel van staltype $P_1A_5/10gn$, zoals deze door de computer wordt afgedrukt.

stall numbers

Clock	Cow	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9184	61	11											
9184	62		11										
9184	63			11									
9184	64				11								
9184	65					11							
9308	57							40					
9352	61	12											
9352	62		12										
9352	63			12									
9352	64				12								
9352	65					12							
9352	57							41					
9430	57							42					
9489	59									40			
9489	59									41			
9523	59									42			
9548	60										40		
9548	60										41		
9550	56						40						
9564	60										42		
9564	56						41						
9577	56						42						
9613	58								40				
9613	58								41				
9699	58								42				
9699	56						51						
9699	57							51					
9699	58								51				
9699	59									51			
9699	60										51		
9699	62		21										
9759	62		22										
9759	62		31										
9763	56						52						
9763	57							52					
9763	58								52				
9763	59									52			
9763	60										52		
9780	62		32										
9780	61	21											
9821	61	22											
9821	61	31											
9848	61	32											
9848	63			21									
9883	63			22									
9883	63			31									
9903	63			32									
9903	64				21								
9937	64				22								
9937	64				31								
9958	64				32								
9958	65					21							