INSTITUUT VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE

MACHINAAL MELKEN IN EEN DOORLOOPMELKSTAL

HANDLEIDING t.b.v. het gebruik van een computersimulatieprogramma ter bestudering van het melken in een dubbele tweestandsmelkstal

S.P.J.H. van Hoven

Nr 104

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

2952
43c
2207387

Niet voor publikatie bestemd

Rapport 104

MACHINAAL MELKEN IN EEN DOORLOOPMELKSTAL

HANDLEIDING t.b.v. het gebruik van een computersimulatieprogramma ter bestudering van het melken in een dubbele tweestandsmelkstal

S.P.J.H. van Hoven

As 104

2287387

INHOUD

		blz.
	VOORWOORD	
1.	INLEIDING	2
1.1.	Algemeen	2
1.2.	Doel van dit melkstalsimulatieprogramma	2
1.3.	Doel van dit rapport	3
2.	PROBLEEMSTELLING	4
3.	DOEL VAN HET ONDERZOEK	6
4.	OPBOUW EN WERKING VAN EEN COMPUTERPROGRAMMA	7
4.1.	Algemeen	7
4.2.1.	Situatieschets van melkstal	8
.2.	Handelingen die verricht worden bij machinaal melken	8
.3.	Weergave van de "handelingen" in sectoren van het programma	8
.4.	Overzicht van de programma-sectoren	9
5.	GEPROGRAMMEERDE BESLISSINGSCRITERIA EN/OF BEPERKINGEN	11
5.1.	Algemeen	11
5.2.	De sector INITL (initiele waarden opzetten)	11
5.2.1.	De HOOFDKAART (zie ook bijlage I)	11
.2.	De DATAKAARTEN (zie ook bijlage II)	12
.3.	De kans op storingen door afvallen tepelhouders van een melkmachine	13
5.3.	De sector AINLB (aanvang inlaten koeien)	14
5.4.	De sector AWASB (aanvang voorbehandelen)	15
5.5.	De sector AAPLB (aansluiten melkmachine)	16
5.6.	De sector ACONB (controle - zie ook bijlage III)	16
5.7.	De sector AINTB (opheffen storing)	17
5.8.	De sector ADECI (beslissingsdichtheid, zie ook bijlage VI)	18
6.	UITVOERRESULTATEN VAN EEN MELKSTALSIMULATIE-RUN	
6.1.	Algemeen	20
6.2.	De beoordeling van de resultaten	20
6.3.	De vorm waarin de resultaten worden opgeleverd	21
6.4.	Verklaring van de uitvoerresultaten	21
6.4.1.	Kengetallen	22
.2.	Histogrammen	23
.3.	Overige resultaten	23

St. 500-200-22/9-'67

7. LITERATUUR

8. SUMMARY

Bijlagen bij simulatierapport

I Ponsdocument voor HOOFDKAARTEN

II Ponsdocument voor DATAKAARTEN

III Uitvoeren "Controle"

IV Met de hand uitgewerkt blokschema afkomstig van testvoorbeeld

V Door de computer opgeleverde gegevens waarbij het in bijlage IV genoemde testvoorbeeld is doorgerekend

VI Afleestabel voor handelingen die tegelijkertijd hadden mogen starten

VII Verklaring van de codecijfers ter aanduiding van BEGIN- of EINDTIJD-STIPPEN van handelingen of gebeurtenissen.

.-.-.-.-.

VOORWOORD

De ontwikkelingen in de techniek bieden niet alleen het bedrijfsleven, maar ook het onderzoek zelf nieuwe mogelijkheden. Ook daar worden nieuwe wegen geopend, die tot meerdere en diepere informatie kunnen leiden. Het zich voortdurend bezinnen op de eigen werkmethoden (waarmede het I.L.R. dus de hand in eigen boezem steekt) heeft geleid tot een object, dat we hiermede gaarne naar buiten brengen.

Het nuttig effect van het gebruik van melkmachines in doorloopmelkstallen, alsmede de daarbij toegepaste werkmethoden is al op vele manieren bestudeerd, o.a. door ir H.W. Vos, die werkzaam is bij het laboratorium voor Fysiologie der dieren van de Landbouwhogeschool. De bestaande contacten met de heer Vos hebben mede geleid tot het vervaardigen van dit computer-simulatieprogramma.

Door middel van een "computersimulatiemodel", dat het melken in zijn opeenvolgende handelingen nabootst - is getracht een nieuwe weg te vinden om de doelmatigheid van werkmethoden en/of staltype te kunnen bestuderen.

Een woord van dank wordt hierbij gericht aan het IBM-rekencentrum te Rijswijk en speciaal aan drs. J. Iseger, medewerker van het IBM-rekencentrum. De heer Iseger heeft zich zeer veel moeite gegeven om, tezamen met de I.L.R.-medewerkers van Elderen en van Hoven, deze programmering tot een succesvol einde te brengen. Hierdoor zal het de verdere onderzoekers mogelijk zijn voor de vele varierende omstandigheden de knelpunten te voorspellen, alsook hun te verwachten omvang door "een druk op de knop" te weten te komen.

Instituut voor Landbouwtechniek

en

Rationalisatie

de directeur

Ir. F. Coolman

1. INLEIDING

1.1. Algemeen

Het simuleren (= nabootsen) van de werkelijkheid met behulp van een computer kan een zeer goed hulpmiddel zijn om bepaalde problemen te bestuderen.
Een kernachtige definitie van simulatie is afkomstig van R.D. Brennan (een Amerikaan die werkt aan de ontwikkeling van simulatietechnieken). Deze definitie luidt:

"Simulation is representation by a mechanism for easy"
"manipulation to facilitate study."

Voor het programmeren van het machinaal melken is gebruik gemaakt van een van de vele computersimulatietalen die er thans bestaan.

De naam van de in dit geval gebruikte taal is:

"control and simulation language",

afgekort CSL (versie II). De gebruikte computer is een IBM 7094-II, die in het IBM-rekencentrum te Rijswijk staat.

Het in dit rapport te bespreken simulatieprogramma heeft alleen betrekking op een zogenaamde

"gesloten dubbele tweestandmelkstal",

waarin wordt gewerkt door één melker met twee melkstellen: (P_1A_2).
Er is een melkleiding aanwezig.
Als blijkt, dat dit computerprogramma aan zijn doel beantwoordt, kunnen in principe nog andere prgramma's worden geschreven die zodanig zijn geformuleerd, dat alle melkstaltypen kunnen worden gesimuleerd.

1.2. Doel van dit melkstalsimulatieprogramma

Het bestuderen van de werkelijkheid met behulp van modellen is een techniek die niet nieuw meer is (denk bijv. aan vliegtuigmodellen in een windtunnel). Aangezien dit computerprogramma dezelfde functie vervult als een (schaal)model, is het duidelijk dat het machinaal melken van koeien hiermede wordt nagebootst, en wel ter bestudering van allerlei verschijnselen die zich voor kunnen doen tijdens dat melken (zie hiervoor 2. : de probleemstelling).

Het simulatieprogramma biedt speciaal mogelijkheden voor wat betreft de punten 2.5. t/m 2.8. (zie probleemstelling).
Tijdens het simuleren kunnen deze in werkelijkheid variabele grootheden en/of beslissingscriteria volledig constant worden gehouden op ieder gewenst niveau (voorbeeld: melkstalsimulatie waarbij geen enkele storing optreedt, of simulatie waarbij om de drie koeien de tepelhouders afvallen).
Het simulatieprogramma geeft daardoor de gelegenheid om ook de feitelijke invloed van deze variabelen, op het aantal koeien dat per tijdseenheid wordt gemolken, te bestuderen.

1.3. Doel van dit rapport

Het doel van dit rapport is in de eerste plaats dat het een handleiding beoogd te zijn voor de gebruikers van het computerprogramma.

Ieder computerprogramma heeft mogelijkheden en beperkingen.
Er moet dus worden vastgelegd welke mogelijkheden de gebruiker van het programma heeft en welke beperkingen de gebruiker zich moet opleggen.

Een volledige beschrijving zal nodig zijn om o.a. aan te geven:

1.3.1. Welke invoergegevens nodig zijn en in welke vorm.

1.3.2. Welke beslissingsregels er in het computerprogramma zijn vastgelegd.

1.3.3. Welke vragen en/of problemen er met behulp van dit computerprogramma kunnen worden beantwoord en/of bestudeerd.

1.3.4. In welke vorm de computer de berekende gegevens oplevert.

1.3.5. Hoe deze uitvoergegevens geïnterpreteerd moeten of kunnen worden.

2. PROBLEEMSTELLING

Het machinaal melken in doorloopmelkstallen kan in de praktijk vele vragen opwerpen. Een groot deel daarvan is, of kan worden, opgelost door middel van tijd- en methodestudies, die bijv. resulteren in de keuze van de juiste arbeidsmethode, het juiste staltype, het juiste aantal melkstellen, enz. enz.

Er is echter een aantal factoren, dat meespeelt bij de keuze van de arbeidsmethode, het staltype, enz., dat moeilijk is te bestuderen d.m.v. tijd- en methodestudie, bijv.:

2.1. Wat is het effect van variatie in de melktijden op:+)

2.1.1. de totale melktijd

2.1.2. het optreden van "over-milking"++)

2.1.3. het optreden van wachttijden voor de melker

2.1.4. het optreden van wachttijden voor de machine

2.1.5. de standaardwerkmethode

2.2. Hoe dikwijls komt het voor dat een melker beslissingen moet nemen m.b.t. handelingen, die hij op hetzelfde moment had mogen of moeten beginnen (twee koeien zijn tegelijk uitgemolken).

2.3. Wat is het effect op de punten genoemd onder 2.1. en 2.2. als we de nabehandeling van de koeien laten vervallen (denk aan de ontwikkeling van de Perfection melkmachine)?

2.4. Wat is het effect als we van één van de andere handelingen de tijdsduur verlengen of verkorten?

Een extra moeilijkheid hierbij is, dat in de praktijk van het melken bovendien variabele invloeden meespelen, die de onderzoekresultaten van de punten 2.1. t/m 2.4. vertekenen. Door echter gebruik te maken van het simulatieprogramma vormen deze invloeden uitbreidingen van de probleemstelling, zoals:

2.5. de wisselende volgorde waarin de koeien door de standen van de doorloopmelkstal gaan

2.6. de wisselende hoeveelheden melk die de koe produceert bij vgl. van ochtend-avond, dag-dag, zo ook de invloed van het seizoen (denk aan afkalfdata)

+) met de hand uitwerken is mogelijk en dit werd reeds gedaan door A.H.Scott (Technical report no. 3, Cambridge University 1963).

++) onder "over-milking" te verstaan het (machinaal)melken van een koe nadat de uier in feite al leeg is.
(Vos hanteert hiervoor de term "blindmelken", zie literatuur 7.4.)

2.7. de psychische en fysieke toestand van de melker, die zal maken dat hij de ene dag anders beslist dan de andere

2.8. het variërende aantal storingen dat optreedt in de vorm van afvallen van tepelhouders en/of storingen bij in- of uitlaten van de koeien.

3. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Doel van het onderzoek kan zijn:

3.1. Een systematische bestudering van de punten 2.1. t/m 2.8. afzonderlijk of in combinaties

3.2. Bestudering van de totale efficiency van het staltype

3.3. Bestudering van het effect van gestelde of te stellen kwaliteitseisen m.b.t. het melken

3.4. Het bestuderen van de ergonomische belasting, die werkmethode en staltype in combinatie met het melkveebestand kunnen veroorzaken voor de melker (vgl. 2.1.3., 2.2.).

3.5. Het creëren van gefundeerde adviezen met betrekking tot:

3.5.1. keuze van een te bouwen melkstal

3.5.2. keuze van de in die stal toe te passen werkmethode

3.5.3. een gericht beleid bij de samenstelling van een veebestand dat zo goed mogelijk past bij stal en werkmethode.

4. WERKING EN OPBOUW VAN EEN COMPUTERPROGRAMMA

4.1. Algemeen

Een computerprogramma bestaat in feite uit een lijst van instructies (die maestal worden geponst in een aantal ponskaarten) ten behoeve van de computer.
Deze "lijst met instructies" wordt door de computer "gelezen". Daarna wordt door de computer nog een aantal ponskaarten gelezen (de zgn. "data-kaarten" - zie bijlage I), waarop de gegevens staan vermeld die we door de computer willen laten bewerken.

Nadat de gegevens door de computer zijn be- en verwerkt, worden de resultaten in ponskaarten of tapes of lijsten opgeleverd (zie 6.).

Daarna moet dan de fase van de bestudering van deze resultaten beginnen om tot een juiste interpretatie van het opgeleverde te komen.
Het computerprogramma is daarbij slechts het hulpmiddel om de getallen te pakken te krijgen.
Door de zeer grote rekensnelheid van de in dit geval gebruikte computer (IBM 7094) in combinatie met de gebruikte programmataal (CSL-II; zie IBM Users reference manual reprinted in 1966) is het mogelijk in enige minuten vele (alternatieve) situaties door te rekenen.

4.2. Opbouw van het simulatieprogramma ILR-24

Bij de hierna volgende beschrijving van het melkstalsimulatieprogramma wordt ervan uitgegaan dat, de gebruiker van dit programma, althans globaal, kennis heeft genomen van de inhoud van het IBM reference manual over C.S.L. (zie literatuurlijst no. 7.1.).
Tevens dient de lezer te bedenken dat het programma waar het hier om gaat alleen betrekking heeft op de zgn. gesloten dubbele tweestandmelkstal (melkleidingtype) met groepsdoorloop; waarin één melker en twee melkstellen aanwezig zijn (P_1A_2).

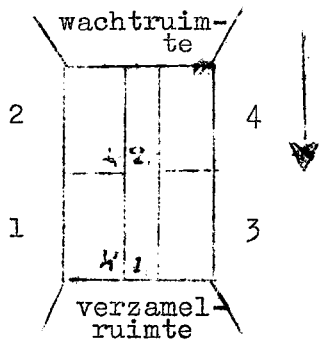


fig. 1
situatieschets van melkstal

4.2.1. Situatieschets van melkstal

De door het programma te simuleren situatie (zie fig. 1) omvat één wachtruimte, vier melkstanden, twee melkstellen en de verzamelruimte. Hierbij zij nog opgemerkt dat de melkmachine 1 bij de standen 1 en 3 hoort en melkmachine 2 bij de standen 2 en 4. De doorlooprichting in de stal wordt aangegeven door de pijl.

4.2.2. Handelingen die worden verricht bij machinaal melken

De handelingen waar we bij melken in deze stal mee te maken hebben zijn:

- inlaten van koeien in melkstanden (steeds twee tegelijk)
- voorbehandelen
- aansluiten van de melkmachine
- namelken (machinaal)
- afhalen melkmachine
- uitlaten van koeien (telkens twee tegelijk)

Tussentijds hebben we dan nog te maken met de handeling controle en de handeling opheffen storing (als er bijv. een stel tepelhouders afvalt).

(Voor een nadere omschrijving van de inhoud van deze handelingen zie literatuurlijst no. 7.2.)

4.2.3. Weergave van de "handelingen" in sectoren van het programma

Om een goede werking van het model te verkrijgen zijn de in 4.2.2. genoemde handelingen opgesplitst in telkens twee sectoren(zie 4.2.4.).

Voorbeeld: de handelingen INLATEN is in het computermodel gesplitst in de delen

1) BEGIN INLATEN (sector AINLB)
2) EIND INLATEN (sector AINLF)

de handeling CONTROLE is geworden:

1) BEGINCONTROLE (sector ACONB)
2) EINDCONTROLE (sector ACONF)

Zonder overigens in details te treden zij als motivering hiervoor gegeven de geeiste flexabiliteit van het computermodel, die zodanig moet zijn dat (evenals in de praktijk) bepaalde handelingen moeten kunnen worden onderbroken (in geval van optredende storingen tijdens melken)."Begin" en"eind" van de sectoren zijn de tijdstippen waarop de toestand van het systeem (melker, koe, apparaten, melkstanden) zich wijzigt.

4.2.4. Overzicht van de programma - sectoren

Het computermodel van het melken bestaat in totaal uit 18 sectoren, te weten:

CONTROL INITL	=	2 vaste bestanddelen van ieder CSL-programma
AINLB AINLF	=	BEGIN inlaten koeien EIND inlaten koeien
AWASB AWASF	=	BEGIN voorbehandelen EIND voorbehandelen
AAPLB AAPLF	=	BEGIN aansluiten melkmachine EIND aansluiten melkmachine
ACONB ACONF	=	BEGIN controle op nabehandelen EIND controle op nabehandelen
ASTRB ASTRF	=	BEGIN mach. namelken, incl. afnemen app. EIND mach. namelken, incl. afnemen app.
AOUTB AOUTF	=	BEGIN uitlaten koeien EIND uitlaten koeien
AINTB AINTF	=	BEGIN opheffen storing door afvallen melkstel EIND opheffen storing door afvallen melkstel
ADECI	=	SECTOR ter notering van beslissingsdichtheid
AENDE	=	EINDSECTOR

In deze lijst worden de in 4.2.2. opgesomde handelingen zonder meer herkend.

Daarnaast komen aan het begin en het einde van de lijst respectievelijk nog twee sectoren voor. De eerste twee zijn vaste bestanddelen van een CSL-programma.

+ De "control" sector (zie ook Users manual) heeft als voornaam doel dat daarin de volgorde wordt vastgelegd waarin de sectoren (=activity-list) worden doorlopen door de computer (de volgorde bepaalt dus mede welke werkmethode wordt gevolgd bij het melken !!).
+ De INITL sector heeft als voornaamste doel (zie ook 5.2.) dat het de "beginstand" van het model opzet en dus o.a. zorgt dat de invoer-data door de computer worden ingelezen, zo die tenminste aanwezig zijn.

  In de INITL sector worden o.a. ook alvast de "kansen op storing" en de tijdsduur van de storingen at random getrokken en vastgelegd voor verder gebruik.

+ De sector ADECI als op één na laatste sector (zie ook 5.7.) is een programmaonderdeel waarin in hoofdzaak wordt vastgelegd hoe frequent bepaalde handelingen gelijktijdig hadden kunnen beginnen (bijv. op een gegeven ogenblik zal een melker een koe kunnen gaan nabehandelen, maar hij kan tevens een andere koe gaan aansluiten). Er wordt in de ADECI sector dus in feite geregistreerd, hoe dikwijls de melker bepaalde beslissingen moet nemen (= een maatstaf voor de ergonomische belasting van de melker, zie ook 6.4.4.).
+ De sector AENDE tenslotte bevat aanwijzigingen (zie 6.) voor de computer welke resultaten er moeten worden uitgevoerd en in welke vorm. Als zodanig is zo'n EINDSECTOR dus eveneens een vast bestanddeel van ieder CSL-programma.

5. GEPROGRAMMEERDE BESLISSINGSCRITERIA EN/OF BEPERKINGEN

5.1. Algemeen

Het is begrijpelijk dat, bij het samenstellen van een computerprogramma, waarbij een bepaald probleem wordt omgebouwd tot een opeenvolging van logische beslissingen, uitgegaan wordt van zodanige criteria dat het doel van de programmering zo goed mogelijk wordt gerealiseerd.
Dit impliceert, dat in het programma minimum- en maximumgrenzen kunnen worden aangetroffen of criteria met betrekking tot een te nemen beslissing als een bepaalde situatie zich voordoet.
De gebruiker van het programma moet zich terdege bewust zijn van deze in het programma vastgelegde feiten, want anders zal het niet mogelijk zijn het programma op de juiste wijze te gebruiken en het zal ook niet mogelijk zijn de resultaten van het programma op de juiste wijze te bestuderen en te interpreteren.

In het hierna volgende wordt, voorzover noodzakelijk, per sector aangeduid wat er voor afspraken gelden, welke criteria er van toepassing zijn en waar mogelijk worden motiveringen voor de criteria aangegeven.

5.2. De sector INITL

De initiele sector (zie ook 4.2.4.) is een vast bestanddeel van ieder CSL-programma en deze sector dient in de eerste plaats om de initiele waarden van het model op te zetten.

Deze initiele waarden worden grotendeels vastgelegd in ponskaarten die tijdens de initialisering "gelezen" worden.

5.2.1. De hoofdkaart (zie bijlage I)

De eerste ponskaart is de zgn. HOOFDKAART, die in totaal negen gegevens bevat (in de vorm van getallen) die in de verdere loop van het programma nodig zijn.

Deze negen variabelen zijn:

Kaartkolom no.	Naam v/d variabele	Betekenis
1 t/m 5	ICOW	getal dat aangeeft hoeveel koeien er zijn in de simulatie-run (maximaal 100)
6 t/m 10	ISWITCH	bevat het getal 0 of 1 in kolom 10. Indien = 0, dan geen storing, indien = 1 dan wel kans op storing (zie ook 5.2.2.)
11 t/m 15	IA	de getallen IA en IB geven weer hoe groot de kans op storing is (zie 5.2.2.)
16 t/m 20	IB	
21 t/m 25	IC	twee getallen die het gebied begrenzen waarbinnen de tijdsduur van de storing ligt (zie 5.2.2.)
26 t/m 30	ID	
31 t/m 35	ISTIMULUS	een getal in de orde van grootte van 50, dat aangeeft hoeveel centiminuten minimaal moeten verlopen tussen moment van einde voorbehandelen en begin aansluiten melkmachine (zie 5.4.)
36 t/m 40	IMACHINESTOP	bevat (evenals ISWITCH) het getal 0 of 1 0 = methode korte machine stoptijd 1 = methode lange machine stoptijd
41 t/m 45	IWASHED	variabele met waarde 1 of 2, die aangeeft dat in de toegepaste werkmethode één koe wordt voorbehandeld en daarna een volgende handeling, of dat er twee koeien achterelkaar mogen worden voorbehandeld alvorens aan een andere behandeling wordt begonnen (zie ook 5.4.)

5.2.2. De datakaarten (zie bijlage II)

Direct na de hoofdkaart volgen de datakaarten. Er zijn zoveel datakaarten als aangegeven wordt door de variabele ICOW (kolom 1 t/m 5 van de hoofdkaart)

De datakaarten bevatten zeven gegevens (eveneens in de vorm van getallen) die nodig zijn voor het feitelijke rekenproces en (facultatief) een achtste gegeven achter in de kaart dat niet meer is dan een volgnummer.

Iedere datakaart bevat de gegevens van één koe. De variabelen zijn;

(zie volgende pag.)

Kaartkolom no.	Naam v/d variabele	Betekenis
1 t/m 5	IINLET	inlaattijd van de koe in cmin +)
6 t/m 10	IWASH	voorbehandelingstijd
11 t/m 15	IAPPLY	tijd voor aansluiten melkmachine
16 t/m 20	IMILK	melktijd van de koe
21 t/m 25	ISTRIP	tijd voor mach. namelken incl. afnemen melkmachine
26 t/m 30	IOUTLET	uitlaattijd van de koe
31 t/m 35	ILITERS	melkgift uitgedrukt in 0,01 liter per koe
76 t/m 80	-------	volgnummer (facultatief)

+) alle ingevoerde handelingstijden zijn uitgedrukt in centiminuten. Getallen in de ponskaarten steeds zoveel mogelijk naar rechts richten (zie testvoorbeeld kaarten, bijlage I^a en I^b)

Al naar gelang het probleem dat bestudeerd wordt kan de gebruiker nu de ponsdocumenten (bijln. I en II) invullen. Ieder kan dus zoveel mogelijk, maar binnen de door het programma opgelegde begrenzingen, werken met getalwaarden die zo dicht mogelijk liggen bij de eigen omstandigheden.

Voorbeeld van een op te lossen vraag: "Wat is de invloed van grote variaties in de melktijd op het optreden van blindmelken (="overmilking")"? De gebruiker vult aan de hand van de hem bekende gegevens de ponsdocumenten in. In veld 4 (kolommen 16 t/m 20) van de datakaart kunnen nu een aantal vrij extreme waarden worden ingevuld. De ponskaarten die aan de hand van de ponsdocumenten vervaardigd worden leveren de invoergegevens voor het computerprogramma dat de benodigde berekeningen doet uitvoeren door de computer.
Bestudering van de uitvoerresultaten van het programma zullen een indruk geven van de invloed van de melktijdvariaties op overmilking.

5.2.3. De kans op storing door het afvallen van de tepelhouders van een melkmachine

Bij het opstellen van dit simulatieprogramma is tevens gedacht aan het simuleren van storingen tijdens het melken (storingen dus in de vorm van het afvallen der tepelhouders).

In verband met dit simuleren van storingen tijdens het melken kunnen in de hoofdkaart (zie 5.2.1.) de variabelen ISWITCH, IA, IB, IC en ID opgenomen worden.

Variabele "ISWITCH": Als we deze variabele de waarde 0 geven impliceert dit dat er tijdens de simulatie géén storing optreedt (dit impliceert dus tevens, dat in zo'n geval de variabelen IA, IB, IC en ID niet ingevuld behoeven te worden op het ponsdocument).

Variabelen IA en IB: Deze getallen dienen om aan te geven hoe dikwijls we (gemiddeld) een storing willen laten optreden.
In de praktijk zien we (bij dit staltype) dat gemiddeld één keer per 15 koeien een melkstel afvalt.
Indien we deze situatie in dit geval willen simuleren krijgt de variabele IA de waarde 14 en de
" IB " " 1
Door de getallen te wijzigen kan naar believen iedere gewenste storingskans geconstrueerd worden.

Variabelen IC en ID: Als er storing is kost het enige tijd om deze storing op te heffen. Deze tijdsduur wordt door het computerprogramma geproduceerd door een zgn. random-keuze uit een tabel. Hoe deze "tabel" eruit moet zien delen we aan het computerprogramma mede door middel van de variabelen IC en ID.
Als we er namelijk vanuit gaan dat, in de praktijk, het weer opheffen van een storing ergens ligt in een range van 30 tot maximaal 75 centiminuten, dan krijgt de variabele IC de waarde 30 en
de " ID " " 75
Het computerprogramma kiest nu een willekeurige waarde die ligt tussen (en met inbegrip van) 30 en 75.

Naar eigen keuze mogen ook deze waarden dus aangepast worden aan de omstandigheden die er gesimuleerd moeten worden.

5.3. De sector AINLB (= aanvang inlaten koeien)

Het is zonder meer duidelijk dat, speciaal bij de aanvang van het "melkwerk", allereerst koeien in de standen van de doorloopmelkstal moeten worden binnengelaten.
Waar we hier te maken hebben met een vierstandenmelkstal zouden we eerst vier koeien kunnen inlaten en daarna de werkroutine verder afhandelen.

De normale werkwijze is echter dat eerst twee koeien aan één zijde van de doorloopmelkstal worden ingelaten. Deze koeien worden daarna voorbehandeld en aangesloten op de melkmachine.

5.4. De sector AWASB (= aanvang van voorbehandelen

Het feit of al of niet mag worden begonnen met het voorbehandelen is eveneens gebonden aan een aantal regels/criteria

a) gelet op de kwaliteit van het melken
b) gelet op de toegepaste werkmethode.

De gebruikte hoofdkaart (zie 5.2.1.) bevat twee variabelen (IMACHINE-STOP en IWASHED) die betrekking hebben op het voorbehandelen zelf.

IMACHINESTOP is een variabele met waarde 0 of 1 die op dezelfde wijze werkt als de variabele ISWITCH.
In dit geval zal IMACHINESTOP = 0 tot gevolg hebben dat de werkmethode

"KORTE MACHINE STOPTIJD"+)

wordt gesimuleerd. Indien IMACHINESTOP = 1 dan wordt gesimuleerd de werkmethode

"LANGE MACHINE STOPTIJD"

De variabele IWASHED kan in dit programma de waarde 1 of 2 hebben.
IWASHED = 1 heeft tot gevolg dat tijdens de simulatie ten hoogste één koe wordt voorbehandeld waarna de melker pas opnieuw mag gaan voorbehandelen als hij die ene koe heeft aangesloten aan de melkmachine.
IWASHED = 2 heeft tot gevolg dat (maximaal) twee koeien achter elkaar worden voorbehandeld alvorens deze koeien worden aangesloten.

Dit soort variaties in de werkmethode kan leiden tot een betere kwaliteit van melken. De keuze wordt hiermede aan de gebruiker van het programma overgelaten.

Als verdere criteria bij het voorbehandelen gelden de volgende (geprogrammeerde) afspraken:

aa) het voorbehandelen begint nooit indien er niet binnen 150 cmin een melkmachine voor die koe ter beschikking komt
bb) het voorbehandelen wordt ook niet uitgevoerd als er binnen 25 cmin begonnen moet worden met machinaal namelken van een andere koe.

+)de omschrijvingen van deze werkmethode zijn te vinden in het rapport genoemd onder 7.2.

Deze laatste punten zijn dus als het ware "ingebouwde" kwaliteitseisen, die ervoor zorgen dat (zie aa) er niet te veel tijd kan verstrijken tussen einde voorbehandelen en aansluiten melkmachine en dat (zie bb) er niet onnodig "overmilking" zal plaatsvinden.

5.5. De sector AAPLB(= aansluiten melkmachine)

De hoofdkaart (zie 5.2.1.) bevat ook nog de variabele "ISTIMULUS". Dat is een variabele die (in centiminuten) aangeeft hoeveel tijd er (minimaal) dient te verstrijken na het einde der voorbehandeling van de betreffende koe alvorens de melkmachine mag worden aangesloten.

Veelal wordt aangehouden dat 50 cmin na de voorbehandeling de tepelhouders mogen worden aangesloten.
Andere opvattingen geven het aansluiten der tepelhouders direct na het voorbehandelen.
Door de variabele ISTIMULUS te gebruiken is vrije keuze mogelijk.

5.6. De sector ACONB (controle)

Gedurende het melken van koeien zal de melker op bepaalde momenten controleren bij de (werkende) melkapparaten of het (machinaal) namelken al kan worden gestart.
In de praktijk van het melken zal "wachttijd" van de melker en "controletijd" van de melker in feite in elkaar overvloeien.
Ten behoeve van de programmering zijn echter toch bepaalde maatstaven aangelegd (zie ook bijlage III).

Het komt erop neer dat het controleren als zodanig niet mag leiden tot verlenging van het melkproces. Als er dus andere handelingen kunnen worden verricht gaan die voor.

Voor iedere "controle" is per keer een tijd gefixeerd van 10 cmin met een maximum van 25 cmin, indien we de controle starten op of binnen 25 cmin vóór het einde van de melktijd van de koe (of zoveel minder dan 10 of 25 cmin naar gelang de controle wordt doorkruist door andere handelingen die moeten worden verricht of door storing die optreedt).

5.7. De sector AINTB (= opheffen storing)

De storing waar het hier om gaat is het afvallen van de tepelhouders tijdens het melken.
In de sector INITL (zie 5.2.3.) is al, door "loting", bepaald van welke koe een melkstel afvalt en hoeveel centiminuten het zal duren om deze storing weer op te heffen.

De sector AINTB maakt gebruik van de gelote waarden en de programmering van deze sector is zodanig dat:

5.7.1. alle handelingen kunnen worden onderbroken door storing, met uitzondering van de handelingen controle (zie 5.7.4.), wachttijd van de melker en inlaten koeien (zie 5.7.5.)

5.7.2. de tijdsduur van de handeling waar de melker op het storingsmoment mee bezig is wordt verlengd met de tijdsduur benodigd voor het opheffen van de storing (zie 5.7.5.)

5.7.3. punt 5.7.1. tevens impliceert dat er een storing kan optreden tijdens het opheffen van een storing (maw. beide melkstellen vallen vrijwel direct na elkaar af).

5.7.4. treedt de storing op tijdens het controleren of tijdens wachttijd melker, dan geldt dat de handeling "controle" of "wachten" weer beeindigd wordt. Er is dan geen sprake van een verlengen van de handelingen tijd met storingstijd noch van een afbreken en opnieuw starten van de handeling.

5.7.5. de handeling "inlaten koeien" niet alleen maar wordt onderbroken maar als het ware afgebroken en later opnieuw gestart (dit onder de veronderstelling dat de koeien als het ware blijven opdringen in de - geopende - standen, waardoor er bijv. drie koeien binnenlopen i.p.v. twee, zodat er extra

handelingen moeten worden verricht door de melker). De inlaattijd wordt dan ook opnieuw opgezet na de storing en niet voortgezet, zoals bij de andere handelingen het geval is.

De enigszins afwijkende programmering van het opheffen van storing tijdens inlaten van koeien is alleen maar een poging om een zo "natuurlijk" mogelijke weergave van de werkelijkheid te verkrijgen.

5.8. De sector ADECI (zie ook 4.2.4.)

Met het vervaardigen van dit simulatieprogramma is tevens een poging gedaan om bepaalde ergonomische aspecten van het melken als het ware te kwantificeren.

Als maatstaf voor de inspanning die het melken vereist is bijvoorbeeld te noemen:
- het aantal koeien dat per tijdseenheid wordt gemolken of
- het aantal en de duur van de wachttijden die de melker heeft.

Maar er is ook een maatstaf, voor de inspanning die de melker zich moet getroosten, gelegen in
- het aantal beslissingen dat door de melker moet worden genomen tijdens het melken in:
- een bepaalde stal, volgens
- een bepaalde werkmethode en met
- een bepaald veebestand.

Hierbij wordt dan verstaan onder een "beslissing" een situatie waarbij de melker uit twee of meer handelingen kan kiezen bij de voortzetting van zijn werk.

In het melkstalsimulatieprogramma is dit opgevangen door in iedere sector die het begin van een handeling aangeeft (zie overzicht 4.2.4.) eerst alleen maar te testen of de handeling kan worden begonnen. In het programma wordt dit "kunnen" per beginsector aangegeven door een statement dat waarde = 1 krijgt:

IPOSSIBLE (X) = 1

waarbij X = 1, 2, 3, 4, 5 of 6 = een aanduiding van de handeling 1 = inlaten, 2 = voorbehandelen, 3 = aansluiten, 4 = controle, 5 = nabehandelen en 6 = uitlaten. Het niet kunnen wordt aangegeven doordat het statement zijn oorspronkelijke waarde = 0 houdt:

IPOSSIBLE (X) = 0

Na het aftasten van alle sectoren zijn er drie mogelijkheden:

a) alle IPOSSIBLE (X) = 0

b) er is 1 IPOSSIBLE (X) = 1

c) er zijn 2 of meer IPOSSIBLE (X) = 1

Geval a resulteert in wachttijd voor de melker,
geval b resulteert in 1 mogelijkheid, dus geen "beslissing".

De situatie c is echter datgene waarin we geinteresseerd zijn en in de sector ADECI worden in het histogram HPOSSIBILITIES de situaties a, b en c vastgelegd om later in de eindfase (bijl.V) weer te worden afgedrukt.

We registreren dus op deze wijze in situatie c hoe vaak en tussen welke handelingen er moet worden beslist bij de voortgang van de werkroutine.
In het programma is de feitelijke "keuze" echter vastgelegd in de volgorde van de zgn. activity-list (zie CSL Manual), zoals die voorkomt in de control sector (zie ook 4.2.4.) van dit simulatieprogramma.
Het komt erop neer dat de volgorde als volgt is:

1. opheffingsstoring
2. aanzetten
3. namelken + afnemen apparaat
4. voorbehandelen
5. inlaten
6. uitlaten
7. controle.

M.a.w. opheffen storing gaat boven alles en indien twee of meer handelingen tegelijk beginnen kunnen, zal de computer altijd de handeling kiezen die het hoogst staat genoteerd in de voorgaande opsomming. De volgorde van de genoemde activity-list wordt in feite mede bepaald door de werkmethode die wordt toegepast. Het zal dus duidelijk zijn dat wijzigingen in de werkmethode mede kunnen worden gesimuleerd door de volgorde van de activity-list in de control sector te veranderen.

Overigens heeft de sector ADECI ook tot doel "wachttijd" voor de melker te creëren (telkens 1 cmin) als er geen enkele handeling kan worden begonnen.
Na iedere centiminuut wachten wordt het programma opnieuw doorlopen totdat blijkt dat er weer een handeling kan worden verricht (zie CSL programma sector ADECI, statement T.TWAIT = 1)

6. UITVOERRESULTATEN VAN EEN MELKSTALSIMULATIE-RUN

6.1. Algemeen

Een computerprogramma is niet compleet als het geen aanwijzingen bevat m.b.t.
- welke gegevens moeten worden opgeleverd
- de vorm waarin de gegevens moeten worden opgeleverd.

Het is de sector AENDE - zie ook 4.2.4. - die deze aanwijzingen in dit programma bevat.
Er is in eerste instantie gestreefd naar het opleveren van een zo groot mogelijke verscheidenheid van rekenresultaten (in totaal 30 rubrieken - zie bijlage ; computertestvoorbeeld).
Op deze wijze wordt de kans op een juiste beoordeling van de gesimuleerde situatie zo goed mogelijk verzekerd.

6.2. De beoordeling van de resultaten

Er moge hier nog eens duidelijk worden gesteld dat het simulatieprogramma géén doel op zichzelf is, maar een hulpmiddel, een instrument, dat (zie 4.1.) alleen waarde krijgt als het wordt gebruikt om cijfermateriaal te produceren ter bestudering.

Een belangrijk punt bij het werken met dit (computer)model van melken is gelegen in het feit dat de onderzochte situaties niet worden "vertekend" door de variabele grootheden als genoemd bij de probleemstelling in de punten 2.5. t/m 2.8.

Sterker nog - het computermodel maakt het juist mogelijk deze, in de werkelijkheid nogal ongrijpbare, "variabelen" nader te onderzoeken voor wat betreft hun effect op het melken volgens een bepaalde methode (zie ook 1.2. doel van het programma).

Bij de beoordeling van de computeruitkomsten moet men zich voortdurend bewust zijn van:

6.2.1. de situatie die men wenst te onderzoeken

6.2.2. de invoergegevens die aan de computer zijn meegegeven ter bewerking (zijn de normen juist?)

6.2.3. de beslissingscriteria die in het computerprogramma zijn vastgelegd (zie 5.1. t/m 5.8.)

6.2.4. de beperkingen die het programma in deze vorm aan de gebruiker oplegt (niet meer dan 100 koeien per "run"; melken met één melker + twee apparaten).

6.3. De vorm waarin de resultaten worden opgeleverd

De meeste rekenresultaten van dit computerprogramma (zie bijlage V; de computeruitkomsten van het testvoorbeeld) worden opgeleverd in de vorm van een frequentiewaarde per cel (meest 16 cellen per regel= per rubriek).

De celranges (centiminuten of liters) worden eerst aangegeven, gevolgd door één of meer regels met de betekenis van de frequenties en daarachter de frequenties zelf in de vorm van 16 getallen per regel.

De frequenties per cel (= de x-as) lenen zich ertoe om in tekening te worden gebracht volgens een te kiezen schaalverdeling van de y-as (zie fig. 2). Op deze wijze ontstaan zgn. histogrammen, die nader kunnen worden bestudeerd.

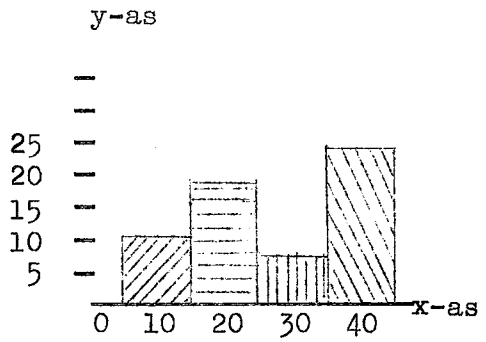


fig. 2

Na het simuleren van een aantal doorloopmelkstallen waarin (al of niet volgens alternatieve werkmethoden) bepaalde veebestanden worden gemolken, kunnen deze histogrammen beelden oproepen van hetgeen zich bij de verrichte handelingen heeft afgespeeld tijdens iedere simulatie.

6.4. Verklaring van de uitvoerresultaten

Voor een goed gebruik van de opgeleverde resultaten volgt hieronder, voor zover noodzakelijk, een nadere verklaring van diverse rubrieken, zoals die te zien zijn in de uitkomst van het voorbeeld (zie bijlage V).

Als resultaat van iedere simulatie-run worden nl. steeds 30 rubrieken opgeleverd (exclusief titelregels of cell-range aanduidingen).

Over het geheel genomen zal de omschrijving bij iedere rubriek voldoende duidelijk zijn, maar een paar aanwijzingen volgen, volledigheidshalve, in het navolgende.

Overigens geeft het programma tijdens de rekenfase in de computer ook al een aantal gegevens.
Die gegevens bestaan in de eerste plaats uit een lijst waarop alle ponskaarten met invoergegevens staan afgedrukt.
Per regel (= per ponskaart) is hieraan toegevoegd

a) een getal dat de **melksnelheid** per koe aangeeft (in 0,01 liters per minuut)
b) een getal dat de sommering van de handelingentijden per koe (in centiminuten) bevat.

Na deze lijst volgt een serie "boodschappen" die opzettelijk zijn aangebracht ter vereenvoudiging van controle in geval van fouten of storingen in het programma. Aan de hand van de afgedrukte "boodschappen" is het nl. mogelijk de loop van het rekenproces in het programma te volgen, en de laatste boodschap zal dan ook meestal de aanwijzing geven op welke plaats de fout is opgetreden in het programma.

6.4.1. Kengetallen

De feitelijke uitvoerresultaten bestaan uit een dertigtal rubrieken.
De eerste rubriek (zie bijlage V) begint met een lijst (1a) waarvan de eerste regel opnieuw de gebruikte hoofdkaart weergeeft.
Daaronder volgen regels met gegevens per koe zoals in de oorspronkelijke invoerkaart, maar nu met de door de computer gesimuleerde tijden (dus inclusief eventuele storingen en wachttijden).
Per regel is hieraan toegevoegd:

a) een getal dat de melksnelheid per koe aangeeft (inclusief storingen en blindmelktijd)
b) een getal dat aangeeft de behandelingstijd per koe (= tijdverloop per koe vanaf begin van voorbehandelen tot en met einde mach.na-melken inclusief afnemen melkmachine)

Verder bevat de eerste rubriek (regel 1b) nog een viertal kengetallen die aangeven:

1) het totale aantal gemolken koeien
2) de melktijd in minuten/koe
3) de prestatie van de melker in koeien/uur
4) een getal dat de gemiddelde behandelingstijd/koe aangeeft in minuten/koe.

6.4.2. Histogrammen

De rubrieken 2 t/m 28 geven series getallen die histogrammen kunnen opleveren zoals beschreven in 6.3.

De betiteling in de uitvoer is voldoende duidelijk en in het algemeen is er naar gestreefd om telkens een rubriek met

a) frequentiewaarden in de oorspronkelijke vorm (zie invoerkaart)

te laten volgen door

b) frequentiewaarden in de gesimuleerde vorm.

6.4.3. Overige resultaten

Er resteren tenslotte nog drie rubrieken die enige nadere uitleg vragen:

Rubriek 26 geeft op de eerste regel "coderingen" van de handelingen die verricht worden tijdens melken, waarbij

code 1 = inlaten	2 = voorbehandelen	3 = aanzetten melkmach.
" 4 = controle	5 = mach. namelken incl. afnemen apparaat	
" 6 = uitlaten	7 = opheffen storing	8 = wachttijd melken.

Op de tweede regel van deze rubriek verschijnt een frequentiewaarde per handeling die aangeeft hoe dikwijls een storing is opgetreden (door afvallen tepelhouders) gedurende het verrichten van de betreffende handelingen.

Dit impliceert dus ook (zie code 7) dat er tijdens het opheffen van een storing eventueel nog een storing kan optreden, of (zie code 3) dat tijdens het aanzetten van de ene melkmachine de tepelhouders van de andere melkmachine afvallen.

Rubriek 29 wil een gegeven verstrekken dat inzicht moet verschaffen in de ergonomische belasting van de melker tijdens het melken, voorzover het betreft:

a. Het aantal keren dat de melker tussen een aantal mogelijkheden heeft moeten "beslissen". Wat is immers het geval: de werkmethode schrijft in principe voor hoe de volgorde van de handelingen tijdens het melken moet zijn.
Er zijn echter, ondanks dat, toch beslissingsmomenten aan te wijzen nl. indien er twee of meer handelingen gelijktijdig mogen worden begonnen.
Neem bijvoorbeeld de aanvang van het melken:
- er worden twee koeien ingelaten en vervolgens voorbehandeld: hierna kan (eventueel) een situatie ontstaan dat we de eerst voorbehandelde koe mogen aansluiten, maar het zou ook kunnen dat we nog een paar koeien mogen inlaten: m.a.w. de melker moet een "beslissing" nemen.

Deze situaties nu worden - uitgedrukt in een frequentie per getalwaarde - opgeleverd in rubriek 29.

Voor het "vertalen" van deze getalwaarden dient bijlage VI.

De laatste rubriek in de uitvoer is bedoeld om de gegevens op te leveren die nodig zijn t.b.v.

b. Het tekenen van arbeidsfilms (in de vorm van zgn. staafdiagrammen) van het melken.

Aan de linkerzijde staan dus steeds tijdstippen vermeld die het begin en einde van de werkhandelingen aangeven.
Per stand is bovendien vermeld welke koe er staat en een codecijfer dat begin of einde van een "handeling" of een "gebeuren" aangeeft.

Voor de betekenis van deze codecijfers zie bijlage VII.

7. LITERATUUR

7.1. IBM User's manual for control and simulation language.
Reprint 1966 - CSL II)

7.2. Machinaal melken in doorloopmelkstallen.
Gestencilde mededeling I.L.R. 1965. No. 1 (H.A. de Vries e.a.)

7.3. A work study exercise in milking parcour performances.
Technical report 1965. No. 3. Cambridge University (A.H. Scott)

7.4. Een studie over het groepsgewijs melken.
Mededelingen L.H. 1967 (ir H.W. Vos)

8. SUMMARY

Computer program to simulate parlour milking

This paper describes why and how a, special designed, computer simulation program can be used to determine the effects of the workmethod and the variations in milkingout-times within a herd can have upon:

1) overall milking time
2) overmilking time
3) man and machine idle time
4) man and machine working time
5) the number of decisions a cowman has to make during milking

and in general:

6) to determine the effects of workinterruptions caused by the falling off of clusters (such interruptions are chosen "at random" within a simulation-run)
7) to determine the effect of changes in workmethod and/or changes in workelement times.

Computer language

This computer program has been written in the so-called "Control and simulation language" (C.S.L. version II) as described in the I.B.M. User's manual (reprinted in july 1966)

Simulation of milking parlour

The program was specially designed to simulate milking in a chute parlour (hatch entry) with four stalls, two milking units and one cowman.

A new approach of investigation

"Simulation is representation by a mechanism for easy
"manipulation to facilitate study

- This definition of simulation is used by R.D. Brennan, an American developing new computer simulation techniques and it is useful "shorthand" explanition of simulation in general.

Simulation is a tool to study the theoretical performance of a milking parlour is not new.
Every insider knows, however, that the hand-simulation of a milking parlour (e.g. the designing of numbers of multiple activity-charts!) is a time consuming business.

But now, having a computer simulation-model, a new approach of investigation is available and especially the above mentioned, "easy manipulation" is within reach and it should really facilitate study.

Input data for the simulation program

The input data for this program consists of:

a) A HEADER CARD

followed by:

b) DATA CARDS (maximum 100)

ad a The header card contains nine variables which are used to set up the initial state of the model. (see appendix I)

card col.		name of variable	
1 - 5	=	ICOW	= number 100 denoting the number of cows to be milked during the simulation
6 - 10	=	ISWITCH	= 1 = interruptions by falling off of clusters will be included in the simulation 0 = no interruptions included
11 - 15	=	IA	= numbers denoting the (random choice) interruption chance
16 - 20	=	IB	
21 - 25	=	IC	= number denoting the (random choice) duration of the interruptions
26 - 30	=	ID	

card col.		name of variable	
31 - 35	=	ISTIMULUS	= a number $\leq$ 50 that sets a minimum time-elaps between the completion of washing a cow and the applying of the milking machine
36 - 40	=	IMACHINESTOP	= 1 = workmethod code "long machine stopping time" 0 = workmethod code "short machine stopping time"
41 -45	=	IWASHED	= either 1 or 2 : denoting the number of cows to be washed before applying of a milking machine is allowed.

ad b Each cow to be milked in a simulation run is represented by a data card containing:

- 6 (six) workelement times
- a milk yield
- and a cow number

} see appendix II

Each item on a card takes five card colums and the workelement times are (centiminites):

cc 1 - 5	:	let in time (one cow)
6 - 10	:	foremilk- and washtime
11 - 15	:	transfer and put on unit time
16 - 20	:	milking time (= milkflowtime excl. shipping)
21 - 25	:	machine stripping and take off unit time
26 - 30	:	let out time
76 - 80	:	cownumber (can be omitted).

Output data of milking parlour simulation program

The output data of a simulation-run are shown in appendix V of this paper.

A total of 30 (thirty) output-items is given and this lot should provide one with enough information as to judge the (theoretical) milking performance of the parlour.

Any kind of herd can be simulated by making up the input data cards with large and small milking times, low yielders, various stripping times etc. etc.

Once a herd has been "composed" various orders of entry of the cows in the parlour could be tried out, to find an optimum milking performance.

CONCLUSION

Measuring a milking performance using a computer simulation model is a new and fascinating approach to study the various possibilities in man - unit - parlour combinations.

So far only a chute parlour with four stalls, two units and one cowman has been programmed, but a more general version is in progress.

Output results of each simulation run contain 30 items, mostly presented ashistograms, to judge the milking performance (see appendix V of this paper).

The last output item is a list containing complete data like the common "multiple activity chart".

Thus the excact milking performance becomes "visible" and any failure (which failure could also be a programming failure) can be detected.

Bijlage I Ponsdocument voor HOOFDKAARTEN

ICOW	ISWITCH	IA	IB	IC	ID	ISTIMULUS	IMACHINE STOP	IWASHED	
1 5	10	15	20	25	30	35	40	45	80
7	0	1 4	1	3 0	7 5	5 0	0	2	

Bijlage II Ponsdocument voor DATAKAARTEN

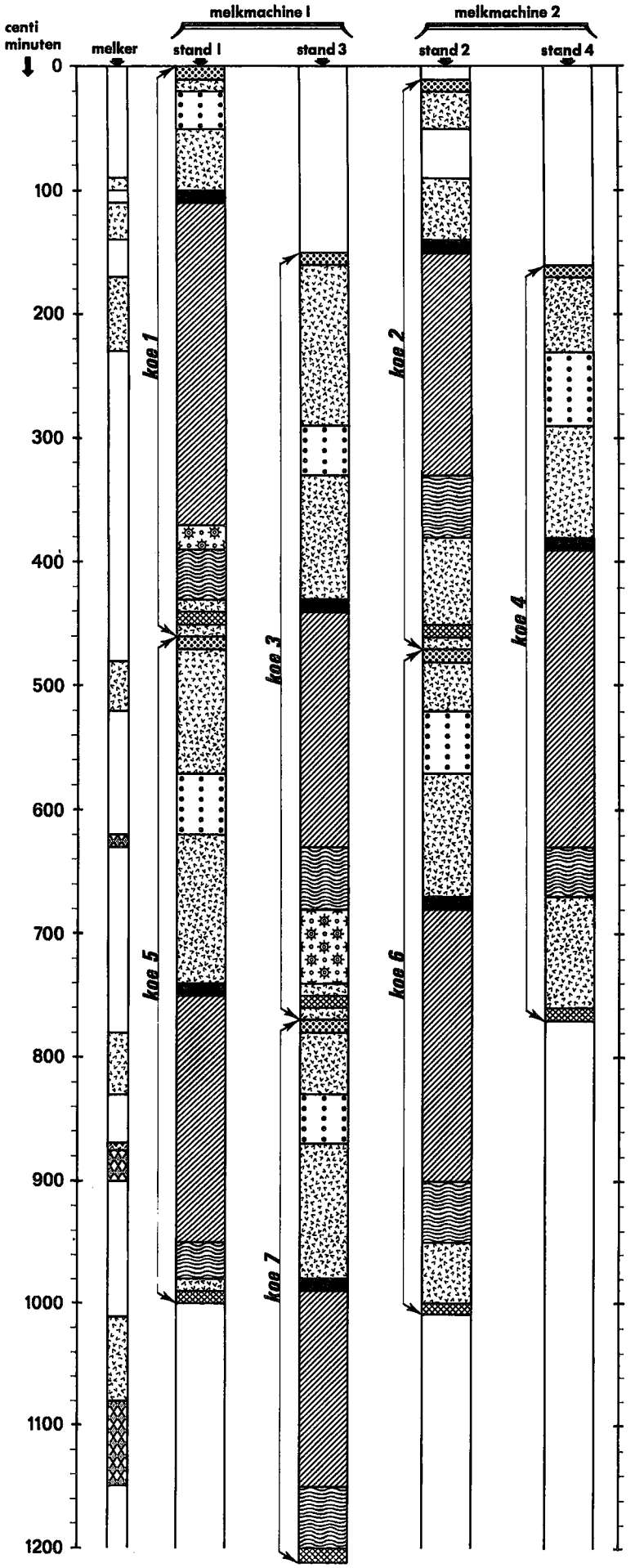
Tijden in centiminuten						liters x 100		
inlaattijd per koe	voorbehandelen	aansluiten melkmachine	melktijd	mach.namelken + afn.app,	uitlaattijd per koe	melkhoeveelheid		volgnummer
5	10	15	20	25	30	35		76 80
10	30	10	260	40	10	450		1
10	40	10	180	50	10	390		2
10	40	10	190	60	10	400		3
10	60	10	240	40	10	425		4
10	50	10	200	30	10	350		5
10	50	10	200	50	10	375		6
10	40	10	160	50	10	400		7
IINET	IWASH	IAPPY	IMILK	ISTRIP	IOUTLET	ILITERS		

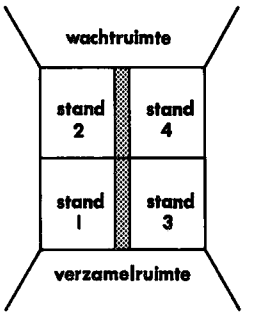
Bijlage III

UITVOEREN "CONTROLE"		JA, als	melker beschikbaar en tenminste 1 melkmach. werkt
(Alleen dan als het niet leidt tot verlenging van de procestijd)			
Na de handeling "inlaten koeien"	:	als melktijd voor 7/8 verstreken is of als melktijd $\leq$ 25 en als melktijd $>$ 0	bij 1 melkmachine of bij beide melkmachines
of			
Na de handeling "voorbehandelen"	:	idem als bij inlaten	
of			
Na de handeling "aansluiten"	:	als restant melktijd van de andere machine $<$ 25 maar restant melktijd $>$ 0	(betreft dus de "andere" melkmachine)
of			
Na de handeling "nabehandelen"	:	idem als bij aansluiten	

Testvoorbeeld melkstalsimulatie

BIJLAGE IV





1a

HEADER CARD	7	0	-0	-0	-0	-0	50	0	2
DATA CARD	10	30	10	260	40	10	450	140	4.10
DATA CARD	10	40	10	180	50	10	390	169	3.30
DATA CARD	10	40	10	190	60	10	400	133	4.50
DATA CARD	10	60	10	240	40	10	425	151	4.40
DATA CARD	10	50	10	200	30	10	350	152	4.10
DATA CARD	10	50	10	220	50	10	375	138	4.30
DATA CARD	10	40	10	160	50	10	400	190	3.70

1b NUMBER OF MILKED COWS 7 MINUTES PER COW 1.73 COWS PER HOUR 34.71 HANDLINGTIME PER COW 4.06

VARIOUS HISTOGRAMS FOLLOW TO EVALUATE THE MILKINGPERFORMANCE

	CELL RANGES IN CENTIMINUTES MINIMUM	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	MAXIMUM	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159
2	INPUT DATA OF APPLYING MILKMACHINES	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	SIMULATED DATA OF APPLYING MILKMACH	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	OUTPUT DATA CONTROLLING TIMES	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	COW WAITS APPLYING OF MILKMACHINE	2	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	COW WAITS LETTING OUT OF STALL	1	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	COW WAITS BEING STRIPPED(=OVERMILK)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	COW WAITS BEING WASHED	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
9	INPUT DATA LETTING IN COWS	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	SIMULATED INLET-INTERRUPTIONS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	OUTPUT DATA LETTING IN COWS	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	FALLING OFF OF CLUSTERS DURING SIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	IDLE TIME OF MILKMACHINES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

14	INPUT DATA LETTING OUT OF COWS	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	OUTPUT DATA LETTING OUT OF COWS	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	INPUT DATA OF STRIPPING COWS	0	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	OUTPUT DATA OF STRIPPING COWS	0	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	INPUT DATA OF WASHING COWS	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	OUTPUT DATA OF WASHING COWS	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CELL RANGES IN CMIN MINIMUM	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575
	MAXIMUM	224	249	274	299	324	349	374	399	424	449	474	499	524	549	574	599
20	INPUT DATA OF MILKING TIMES	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	OUTPUT OF SIM MILKING TIMES	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CONT OF CELL RANGES MINIMUM	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975
	MAXIMUM	624	649	674	699	724	749	774	799	824	849	874	899	924	949	974	999
(20)	CONT OF INPUT MILKING TIMES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(21)	CONT OF SIM MILKING TIMES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CELL RANGES IN CMIN MINIMUM	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
	MAXIMUM	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199	219	239	259	279	299	319
22	IDLE TIME OF COWMAN	1	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	WORKING TIME OF COWMAN	10	9	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	IDLE TIME OF MILKINGSTALLS	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	CELL RANGE IN LITERS 100 MIN	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
	MAXIMUM	24	49	74	99	124	149	174	199	224	249	274	299	324	349	374	399

25 MILKING SPEED PER COW /MINUTE 0 0 0 0 0 3 3 1 0 0 0 0 0 0 0 0

26 CODING OF WORKELEMENTS 1 2 3 4 5 6 7 8

NUMBER OF TIMES OF FALLING CLUSTERS 0 0 0 0 0 0 0 0

CELL RANGE IN LT 100 MINIMUM	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
MAXIMUM	99	199	299	399	499	599	699	799	899	999	1099	1199	1299	1399	1499	1599

27 LITERS MILK PER COW 0 0 0 3 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

CELL RANGE IN CENTIMINUTES MINIMUM	0	2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	27500	30000	32500	35000	37500
MAXIMUM	2499	4999	7499	9999	12499	14999	17499	19999	22499	24999	26499	29999	32499	34999	36499	39999

28 WAITINGTIMES OF COWS IN YARD 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

29 SIMULATION OUTPUT RESULTS OF THOSE WORKELEMENTS THAT COULD HAVE BEEN STARTED AT THE SAME TIME

POSSIBILITY	1	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	2	NUMBER OF TIMES	4
POSSIBILITY	3	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	4	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	5	NUMBER OF TIMES	2
POSSIBILITY	6	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	7	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	8	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	9	NUMBER OF TIMES	2
POSSIBILITY	10	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	11	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	12	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	13	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	14	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	15	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	16	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	17	NUMBER OF TIMES	4
POSSIBILITY	18	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	19	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	20	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	21	NUMBER OF TIMES	2
POSSIBILITY	22	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	23	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	24	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	25	NUMBER OF TIMES	3
POSSIBILITY	26	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	27	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	28	NUMBER OF TIMES	0

POSSIBILITY	29	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	30	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	31	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	32	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	33	NUMBER OF TIMES	4
POSSIBILITY	34	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	35	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	36	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	37	NUMBER OF TIMES	3
POSSIBILITY	38	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	39	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	40	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	41	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	42	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	43	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	44	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	45	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	46	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	47	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	48	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	49	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	50	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	51	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	52	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	53	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	54	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	55	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	56	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	57	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	58	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	59	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	60	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	61	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	62	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	63	NUMBER OF TIMES	0
POSSIBILITY	64	NUMBER OF TIMES	0

30 DATA LIST FOR THE DESIGNING OF MULTIPLE ACTIVITY CHARTS

CLOCK TIME	COW NO	WORK CODE	COW NO	WORK CODE	COW NO	WORK CODE	COW NO	WORK CODE
	STALL 1		STALL 2		STALL 3		STALL 4	
0	1	1						
0			2	1				
20	1	2						
20			2	2				
20	1	3						
50	1	4						
50			2	3				
90			2	4				
100	1	5						
110	1	6						
140			2	5				
150			2	6				
150					3	1		
150							4	1
170					3	2		
170							4	2
230							4	3
290							4	4
290					3	3		
330					3	4		
330			2	9				
380			2	10				
380							4	5
390							4	6
390	1	9						
430	1	10						
430					3	5		
440					3	6		
440	1	11						
440			2	11				
460	1	12						
460			2	12				
460	5	1						
460			6	1				
480	5	2						
480			6	2				
520			6	3				
570			6	4				
570	5	3						
620	5	4						
620							4	7
630							4	8
630							4	9
670							4	10
670			6	5				
680			6	6				
680					3	9		
740					3	10		

```
 740     5   5
 750     5   6
 750                     3  11
 750                                 4  11
 770                     3  12
 770                                 4  12
 770                     7   1
 780                     7   2
 830                     7   3
 870                     7   4
 900             6   9
 950             6  10
 950     5   9
 980     5  10
 980                     7   5
 990                     7   6
 990     5  11
 990             6  11
1010     5  12
1010             6  12
1130                     7   7
1150                     7   8
1150                     7   9
1200                     7  10
1200                     7  11
1210                     7  12

IELEME=            7 B     =          17
```

ERROR TRACE. CALLS IN REVERSE ORDER.

CALLING ROUTINE	IFN OR LINE NO.	ABSOLUTE LOCATION
CSLC03	1	61552
CSLC02	2	61472
CSLR10	3	63260
DLB	128	20652

EXECUTION ERROR MESSAGE. ERROR-CODE 7. LEVEL 2. CLOCK 1210. CYCLE-NO 1

180 IS TOO LOW FOR HISTOGRAM (32 212 25).

ERROR TRACE. CALLS IN REVERSE ORDER.

CALLING ROUTINE	IFN OR LINE NO.	ABSOLUTE LOCATION
CSLC03	1	61552
CSLC02	2	61472
CSLR10	3	63260

Bijlage VI AFLEESTABEL VOOR HANDELINGEN DIE TEGELIJKERTIJD HADDEN MOGEN STARTEN

Handelingen	Possibility →	Getallen die aangeven welke handelingen in aanmerking komen																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	INLATEN let in cow		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
2	VOORBEHANDELEN draw foremilk+wash			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1
3	AANZETTEN transfer+put on unit					1	1	1	1					1	1	1	1					1	1	1	1					1	1	1	1
4	CONTROLE control milkflow									1	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1	1	1
5	MACH.NAMELK.+AFNEMEN mach.stripping+take off unit																	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	UITLATEN let out cow																																

Vervolg

		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1	INLATEN		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
2	VOORBEHANDELEN			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1			1	1
3	AANZETTEN					1	1	1	1					1	1	1	1					1	1	1	1					1	1	1	1
4	CONTROLE									1	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1	1	1	1	1	1
5	MACH.NAMELK.+AFNEMEN																	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	UITLATEN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Bijlage VII

Verklaring van de codecijfers ter aanduiding van BEGIN- of EINDTIJDSTIPPEN van handelingen of gebeurtenissen

Code 1	BEGINTIJDSTIP	INLATEN (let in cow)
" 2	EINDTIJDSTIP	"
" 3	BEGINTIJDSTIP	VOORBEHANDELEN (draw foremilk + wash cow)
" 4	EINDTIJDSTIP	"
" 5	BEGINTIJDSTIP	AANZETTEN MELKMACHINE (transfer + put on unit)
" 6	EINDTIJDSTIP	"
" 7	BEGINTIJDSTIP	CONTROLE (control milkflow)
" 8	EINDTIJDSTIP	"
" 9	BEGINTIJDSTIP	MACH. NAMELKEN INCL. AFNEMEN (machine stripping + take off unit)
" 10	EINDTIJDSTIP	"
" 11	BEGINTIJDSTIP	UITLATEN (let out cow)
" 12	EINDTIJDSTIP	"
" 13	BEGINTIJDSTIP	STORING (work interruption; falling cluster)
" 14	EINDTIJDSTIP	"