

Ontwikkeling geautomatiseerd melkveebedrijf

*Verslag van de werkgroep Ontwikkeling van een
Modern Melkveebedrijf*

imag-dlo



rapport 91-10
juli 1991
prijs f 20,00

555934

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Ontwikkeling

Ontwikkeling geautomatiseerd melkveebedrijf / verslag van de werkgroep Ontwikkeling van een Modern Melkveebedrijf. – Wageningen : Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. – Oll., plgr.

Rapport 91-10. – Met lit. opg.

ISBN 90-5406-001-8

NUGI 849

Trefw.: melkveehouderijen ; automatisering.

© 1991

IMAG-DLO

Postbus 43, 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-76300

Telefax 08370-25670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Voorwoord

De technische ontwikkelingen in de melkveehouderij hebben zich de afgelopen jaren vooral toegespitst op het management en de automatisering van het melken en het voeren. In dit rapport zijn de effecten van verschillende automatiseringsaspecten bij de huisvesting van melkvee nader geanalyseerd en zo mogelijk gekwantificeerd. De werkgroep 'Ontwikkeling van een Modern Melkveebedrijf' geeft met dit rapport inzicht in de mogelijkheden van de inpassing van de verschillende automatiseringstechnieken op het moderne melkveebedrijf. Ook zijn de effecten op de investeringen, de arbeidsbehoefte en de bedrijfsuitkomsten berekend. Gaarne wil ik de leden van de werkgroep bedanken voor hun inzet en vertrouwen erop dat van gegevens uit deze publikatie een nuttig gebruik zal worden gemaakt.

Ir. A.A. Jongebreur
Directeur

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	5
Inleiding	6
1 Ontwikkeling en perspectief	7
2 Bestaande situatie en nieuwe ontwikkelingen	8
2.1 Huisvesting en verzorging	8
2.2 Voerverstrekking	10
2.3 Melkwinning	11
2.4 Gezondheidszorg en reproductie	12
2.5 Mestverwerking	14
2.6 Opfok	15
2.7 Welzijn	17
2.8 Bedrijfsbeheer en arbeid	18
3 Bedrijfsopzetten	19
3.1 Uitgangspunten	19
3.2 Investerings bedrijfsplannen	21
3.3 Arbeidsbehoefte bedrijfsplannen	23
4 Bedrijfseconomische beschouwingen	25
4.1 Bedrijfsuitkomsten	25
4.2 Vergelijking bedrijfsuitkomsten	26
Evaluatie	27
Aanbevelingen	30
Summary	31
Literatuur	32
Bijlagen	34

Samenvatting

Dit rapport is een verslag van de werkgroep 'Ontwikkeling van een Modern Melkveebedrijf' die voor een melkveebedrijf met 80 melkkoeien plannen heeft ontwikkeld met verschillende niveaus van automatisering. Hierbij is uitgegaan van de integratie van automatiseringstechnieken en het zoveel mogelijk op elkaar afstemmen van de verschillende activiteiten op een melkveebedrijf, zoals huisvesten, verzorgen, melken, voeren en mestverwerken.

Het in dit verslag besproken onderzoek is een onderdeel van het samenwerkingsproject B 2000 tussen overheid en bedrijfsleven. Eerst is een inventarisatie gemaakt van bestaande situaties en nieuwe ontwikkelingen bij het productieproces op een melkveebedrijf.

De ontwikkeling van het Automatisch Melksysteem (AMS) en het Individueel Voersysteem (IVS) hebben hierbij centraal gestaan. Tevens is in dit rapport aandacht besteed aan milieutechnische aspecten op een melkveebedrijf.

Naast een uitgangspan zijn nog twee plannen ontwikkeld, één met AMS en één met AMS plus IVS. Van de verschillende plannen zijn bedrijfsbegrotingen gemaakt op basis van de investeringen en nader vastgestelde uitgangspunten. De plannen met een AMS laten een gunstiger saldo zien dan het uitgangspan. Dit is het directe gevolg van een hogere productie door het frequenter melken van de koeien. Het ondernemersinkomen bij de plannen met een hoger automatiseringsniveau ligt daarentegen lager, vooral tengevolge van de hogere jaarlijkse kosten van de bedrijfsuitrusting. De arbeidsbehoefte van de plannen met een AMS en die met een AMS + IVS vermindert met resp. ca. 12 en 20 uren per koe op jaarbasis. Zowel de gunstigere arbeidsbehoefte als het financieel effect van het gebruik van sensoren komen in de bedrijfsresultaten niet tot uiting. Vervolgonderzoek zal hieromtrent meer duidelijkheid moeten verschaffen.

Inleiding

Het aantal melkveebedrijven is van 1970 tot 1989 met meer dan de helft afgenomen, namelijk van 116.000 tot 49.000 stuks. De totale veestapel is in die periode nagenoeg op hetzelfde niveau gebleven van 1,9 miljoen melk- en kalfkoeien.

De afgelopen 15 jaren heeft op veel rundveebedrijven het systeem van aangebonden huisvesting plaatsgemaakt voor een systeem waarbij de koeien zich vrij kunnen bewegen (ligboxenstallen). Het aantal voer- en ligboxenstallen bedroeg op 1 januari 1987 ruim 23.000; daarin was ca. 80% van de melkkoeien gehuisvest.

De individuele melkproductie is de afgelopen jaren aanzienlijk gestegen. De gemiddelde jaarproductie bedroeg in 1970 nog 4390 kg per koe, in 1989 was deze reeds boven de 6000 kg per koe. Gelet op de produktiestijging van de afgelopen jaren zal de gemiddelde produktie op een aantal bedrijven binnen enkele jaren de 10.000 liter per dier per jaar gaan overschrijden. Naast de dierlijke invloedsfactoren zullen ook verschillende technische aspecten van grote invloed op de produktie zijn. Hierbij worden vooral de onderlinge afstemming en de beheersing van het produktieproces in toenemende mate belangrijke factoren.

Onderzoek op het gebied van procesautomatisering en informatieverwerking zal nodig zijn voor de verdere ontwikkeling van melkveebedrijven. Hierbij moet rekening worden gehouden met diverse aspecten, zoals welzijn, hygiëne, milieu en economische haalbaarheid. Het onderzoek naar een vergaande automatisering en robbotisering op het melkveebedrijf is tot nu toe voornamelijk uitgevoerd op afzonderlijke automatiseringsaspecten, zoals het individueel verstrekken van voer, het ontwikkelen van sensoren en het automatisch melken.

In het hier gerapporteerde onderzoek zijn voor een melkveebedrijf met 80 melkkoeien plannen ontwikkeld met verschillende automatiseringsniveaus.

Bij deze plannen wordt uitgegaan van de integratie van automatiseringstechnieken, waarbij de verschillende activiteiten, zoals huisvesten, verzorgen, melken, voeren en mestverwerking zoveel mogelijk op elkaar zijn afgestemd. Van de plannen zijn tevens de investeringskosten en de arbeidsbehoeften berekend en zijn de bedrijfseconomische resultaten bepaald.

De genoemde plannen, berekeningen en beschouwingen zijn binnen de IMAG- werkgroep 'Ontwikkeling van een Modern Melkveebedrijf' uitgewerkt. De werkgroep is als volgt samengesteld:

F.H. Ettema;
Ing. J.H. Giesen;
Ir. A.H. Ipema;
Ing. W. Kroodsmas;
Ing. W. Rossing;
Ing. A.C. Smits, secretaris;
Ing. D. Swierstra, voorzitter.

1 Ontwikkeling en perspectief

In de melkveehouderij is veel onderzoek verricht naar de mogelijkheden om het productieproces te automatiseren o.a. door gebruik te maken van elektronica en micro-elektronica. De procesautomatisering is in het begin van de jaren 70 gestart met een door het IMAG, in samenwerking met de TFDL, ontwikkeld koeherkenningsstelsel (Rossing, 1975). Hiermee is het mogelijk het dier te herkennen op die plaatsen waar actie moet worden ondernomen. In Nederland wordt al op ruim 6500 bedrijven gebruik gemaakt van een dergelijk systeem.

Kracht- en ruwvoer kunnen per dier worden gedoseerd en de individuele melkproductie kan worden geregistreerd. Met behulp van diverse sensoren (opnemers) kunnen zieke en tochtige koeien worden gesignaleerd.

Ondanks de mechanisering en de automatisering is de geestelijke en lichamelijke inspanning van de veehouder nog steeds aanzienlijk, zo ook tijdens het melken. Bij dit werk is er sprake van steeds terugkerende bedrijfsgebondenheid en een veelheid van zaken die tegelijkertijd de aandacht opeisen (Belt, 1984).

Hogere producties per koe zijn, naast biotechnologische toepassingen – die hier verder buiten beschouwing blijven – enkel te realiseren door de dieren meer dan twee keer per dag te melken en te zorgen voor een goed uitgebalanceerd voerrantsoen. Bij de huidige bedrijfsstructuur – de bedrijven in ons land zijn grotendeels zogenaamde gezinsbedrijven – is dit drie of meer keren melken per dag sociaal gezien niet wenselijk. Om deze belasting te verlichten moeten oplossingen worden gezocht in een veelomvattender mechanisering en automatisering. Hierbij wordt de informatie over het verloop en het resultaat van het productieproces tijdig naar de veehouder doorgegeven. Om te voorkomen dat een nieuwe potentiële bron van overbelasting ontstaat, dienen hoge eisen te worden gesteld aan de wijze van presentatie, de hoeveelheid en de betrouwbaarheid van de informatie.

De huidige stand van de techniek biedt de mogelijkheid om het melken volledig te automatiseren. De industrie heeft in samenwerking met het IMAG een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de technisch/economische perspectieven van een dergelijk systeem. Dit samenwerkingsverband tussen overheid en bedrijfsleven is vastgelegd in de projectgroep B 2000 (Boerderij van het jaar 2000). In deze projectgroep werken NEDAP-Groenlo, Philips-Eindhoven, VICON-Nieuw-Vennep, NRS-Arnhem en IMAG-Wageningen samen. Het onderzoek, dat op diverse terreinen is verricht, behelst: het opzetten van een functionele systeemstructuur voor de automatisering op het melkveebedrijf, het ontwikkelen van software- en hardwarespecificaties voor de diverse onderdelen (o.a. de melkrobot, sensoren en de geautomatiseerde ruwvoerverstrekking), een marktverkenning en het formuleren van perspectieven voor dit integraal opgebouwd modulair systeem van procesbeheersing, bedrijfsbeheer en datacommunicatie (N.N., 1987). De eerste praktijktesten met een dergelijk systeem zijn in 1988 uitgevoerd.

2 Bestaande situatie en nieuwe ontwikkelingen

Een veehouder als ondernemer in de landbouw, richt zich op een zo efficiënt mogelijk bedrijf en tracht hierbij het verschil tussen kosten en opbrengsten zo gunstig mogelijk te maken. Bij het streven naar een hogere efficiency kan automatisering van het primaire productieproces een hulpmiddel zijn.

Een veehouder kan met behulp van de hem ten dienste staande vakkennis, fysieke hulpmiddelen (ogen, oren etc.) en andere vormen van analysemethoden veelal slechts 50% à 60% van de opbrengst behalen dan waartoe het genen-potentieel in staat is (Hagting, 1987).

In dit rapport worden de ontwikkelingen tot nu toe, van de diverse onderdelen van het productieproces besproken. Daarnaast wordt een beeld geschetst van de mogelijkheden in de nabije toekomst. Centraal daarin staat de ontwikkeling van een automatisch melksysteem (AMS) en van een automatisch individueel ruwvoersysteem (IVS).

2.1 Huisvesting en verzorging

Vanaf het begin van de vijftiger jaren werd geëxperimenteerd met verschillende aanpassingen van bestaande bedrijfsgebouwen. Na 1960 zijn de technische ontwikkelingen snel gegaan. Met de vinding van de ligbox in Engeland, de invoering van de doorloopmelkstal vanuit Nieuw-Zeeland en de aanpassing van een oud-IJslands type roostervloer is een belangrijke bijdrage geleverd aan de stijging van de arbeidsproductiviteit (Jongebreur, 1981a).

Dit alles heeft geleid tot een dynamische ontwikkeling in de totstandkoming van nieuwe en moderne landbouwbedrijfsgebouwen in de laatste twee decennia. In geval van nieuwbouw is men daarbij veelal overgegaan tot de huisvesting van het melkvee in ligboxenstallen. Grupstallen bleken bij een grotere veestapel arbeidskundig en ergonomisch veelal minder aantrekkelijk.

Naar het zich laat aanzien kan een volledig geautomatiseerde bedrijfsopzet goed in een ligboxenstal functioneren, waarbij de koeien tevens 's zomers op stal verblijven. Echter in een ligboxenstal behoeft een goede hygiëne de nodige aandacht. Ook aan het stalklimaat worden, bij hogere melkproducties en bij het 's zomers opstallen van het melkvee hoge eisen gesteld. Hoge temperaturen kunnen warmtestress tot gevolg hebben, waardoor productie- en reproductieverliezen kunnen ontstaan (Swierstra & v. Ouwkerk, 1985).

Door het gebruik van sensoren komt veel informatie over de gezondheidstoestand van de veestapel voor de veehouder beschikbaar. Deze kan met die gegevens gericht en efficiënter zijn vee controleren.

De ruwvoerverstrekking geschiedt in de huidige situatie meestal aan een zelfsluitend voerhek. In de toekomst kan een individueel ruwvoersysteem (IVS) worden overwogen. Hiermee is het mogelijk de dieren een, op de individuele behoefte afgestemd, rantsoen te verstrekken. Bij een geautomatiseerde opzet dient rekening te worden gehouden met korte looplijnen. Tevens moeten alle plaatsen waar de dieren een langere tijd verblijven voorzien zijn van een toegankelijke watervoorziening.

In principe kunnen koeien in ligboxenstallen zich vrij bewegen in de eetruimte en de ligruimte. Ten behoeve van het melken worden de koeien veelal naar een wachtruimte gedreven, die óf tussen de boxen óf in een afzonderlijke ruimte is gesitueerd. Uit onderzoek naar de effecten van meerdere keren melken is uit het gedrag van de koeien gebleken dat deze de voorkeur geven aan 'het gaan naar een eetruimte' boven 'het gaan naar de melkruimte' (Smits e.a., 1988). Gezien deze voorkeur dienen de koeien naar de melkstal te worden gestuurd om te worden gemolken. Het sturen van de koeien vindt plaats door middel van een selectiepoort. Hierin worden ze door een herkenningssysteem herkend en via hekwerken een bepaalde richting opgestuurd. De gestuurde richting is afhankelijk van informatie verkregen uit een centrale computer.

Huidig onderzoek moet aangeven welke eisen gesteld moeten worden aan een dergelijke selectiepoort, om het koeverkeer optimaal te regelen (Ketelaar-de Lauwere, 1990).

De figuren 1 en 2 stellen schematisch de looplijnen voor bij twee verschillende mogelijkheden van koeverkeer in een ligboxenstal met een AMS. In figuur 1 zijn de looplijnen van de koeien als eenrichtingsverkeer aangegeven van de ligruimte naar de eetruimte. Bij het verlaten van de eetruimte vindt selectie plaats en wordt de koe óf naar de melkstal met AMS, óf terug naar de ligruimte gestuurd.

Het schema in figuur 2 geeft de looplijnen aan waarbij de koeien naar de melkstal worden gestuurd om eventueel te worden gemolken voordat ze de eetruimte betreden. In beide gevallen worden de koeien tevens door het AMS gecontroleerd op o.a. ziekte- en reproductiekenmerken, waarna wordt vastgesteld of ze voor behandeling moeten worden afgezonderd.

Na het verlaten van de afzonderingsruimte kunnen de koeien naar de lig- of wachtruimte van de melkstal worden teruggebracht.

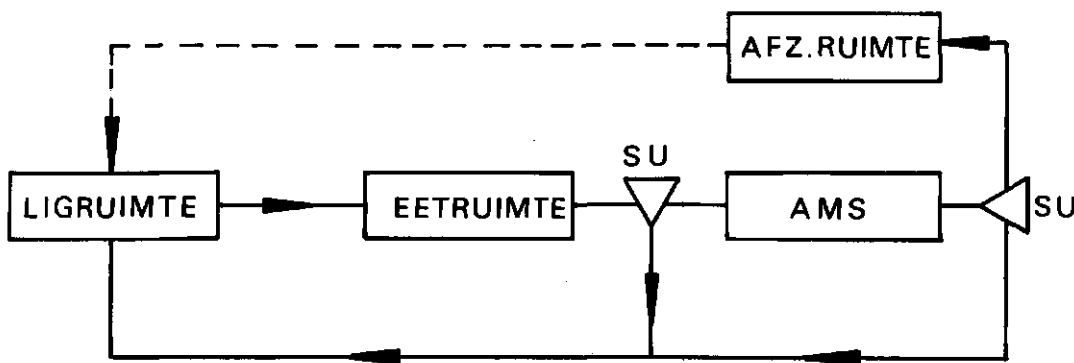


Fig. 1. Schema looplijnen van koeien in een ligboxenstal met AMS. Selectie van koeien ná de eetruimte.

SU – selectiepoort

———— automatisch gestuurd koeverkeer

- - - - handmatig geleid koeverkeer

Fig. 1 Routing layout for cubicle house with automatic milking system.

SU – Selection Unit

———— automatically controlled routing of cows

- - - - manually controlled routing of cows

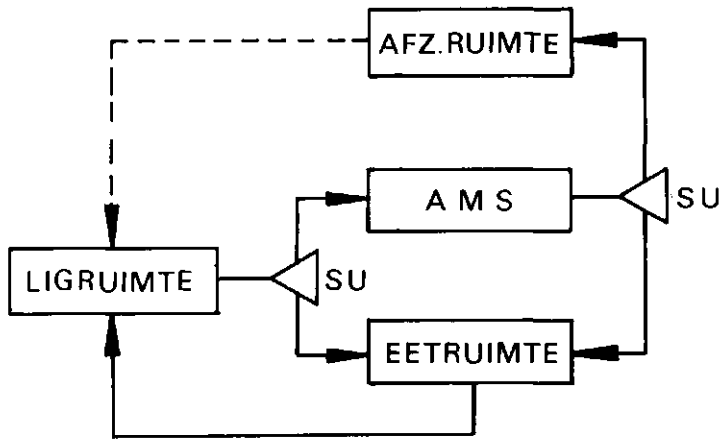


Fig. 2. Schema looplijnen van koeien in een ligboxenstal met AMS. Selectie van koeien vóór het betreden van de eetruimte.

SU – selectiepoort

— automatisch gestuurd koeverkeer

- - - handmatig geleid koeverkeer

Fig. 2 Routing layout for cubicle house with automatic milking system.

SU – Selection Unit

— automatically controlled routing of cows

- - - manually controlled routing of cows

Bij de opstelling als figuur 2 worden hogere eisen gesteld aan de situering van de diverse ruimten. Zowel de melkstal met AMS als de eetruimte moeten direct toegankelijk zijn vanuit de ligruimte.

Voorlopige resultaten van praktijkonderzoek (Ipema, 1990) geven een voorkeur aan voor opstelling volgens figuur 2. In situatie 1 zijn meer mastitisproblemen opgetreden, doordat de koeien direct uit de melkstal gaan liggen en op dat moment de slotgaten van de spenen nog niet volledig zijn gesloten.

2.2 Voerverstrekking

De voerkwaliteit en de wijze van voerverstrekking zijn van invloed op de melkproductie. Bij de introductie van automatiseringssystemen, die het productieproces kunnen optimaliseren, zullen de eisen die aan de voeding worden gesteld toenemen. Het wordt steeds belangrijker aan ieder dier een rantsoen te verstrekken waarvan de samenstelling exact is afgestemd op de individuele behoefte voor de melkproductie en het onderhoud van de koe (Ipema, 1979).

Krachtvoerverstrekking

In ligboxenstallen werd het krachtvoer in eerste instantie veelal in de melkstal verstrekt. Bij normale melktijden bleek dat de verblijfstijd in de melkstal voor dieren met een hoge produktie onvoldoende is om al het benodigde krachtvoer op te kunnen nemen. Naast de beperkte opname, als gevolg van de te korte verblijfstijd, is het verstrekken van grote hoeveelheden krachtvoer (meer dan 4 kg) voedingsfysiologisch niet optimaal (Kaufmann, 1972). Daarom is gezocht naar andere mogelijkheden voor verstrekking van krachtvoer buiten de melkstal. Zo zijn de geprogrammeerde krachtvoersystemen ontwikkeld. Iedere koe kan door

elektronische herkenning haar krachtvoerrantsoen, eventueel gespreid over een etmaal, opnemen in de voerboxen. Door diverse fabrikanten worden krachtvoersystemen voor veestapels van diverse groottes op de markt gebracht. In 1988 zijn er in Nederland ruim 6500 bedrijven die een geprogrammeerd krachtvoersysteem toepassen. Ongeveer 20% van de Nederlandse melkkoeien draagt een responder voor herkenningsdoeleinden.

Moderne elektronica heeft het mogelijk gemaakt om verschillende componenten in één responder onder te brengen. Een aantal firma's maakt reeds gebruik van een speciaal ontwikkelde chip. Het is de bedoeling dat in deze chip het levensnummer van het dier wordt opgenomen. Ten behoeve van de officiële instanties is het noodzakelijk dat de responder onlosmakelijk aan het dier kan worden bevestigd, bijvoorbeeld in de vorm van een oorlabel of door onderhuidse implantatie.

Ruwvoerverstrekking

Door toepassing van het automatisch melksysteem en bepaalde bio-technische ontwikkelingen kan een aanzienlijke stijging van de melkproducties worden verwacht. Hoge producties per koe zijn slechts mogelijk als het dier voldoende voer van hoge kwaliteit kan opnemen. Het is reeds bekend dat het verhogen van de voerfrequentie en het mengen van meerdere voersoorten de totale voeropname kan bevorderen. De hoeveelheid krachtvoer, die per koe per dag moet worden verstrekt, wordt momenteel op basis van gegevens als melkproductie, vetgehalte, gewicht, leeftijd en geschatte ruwvoeropname berekend.

Er bestaat behoefte aan meer informatie over de individuele ruwvoeropname ten behoeve van een nauwkeurige vaststelling van de krachtvoergift. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van een systeem waarmee ook het ruwvoer volledig automatisch aan individuele dieren kan worden verstrekt.

Op het IMAG-proefbedrijf 'De Vijf Roeden' in Duiven is een experimentele installatie gebouwd om meer inzicht te krijgen in de individuele voeropname en in de mogelijkheden om deze opname te beïnvloeden (Ipema en Rossing, 1987). Het grootste effect dat kan worden verwacht, is een verhoogd rendement van het ruwvoer. Het rendement van de technische maatregelen om de individuele voeropname te verbeteren en te registreren zal vooral afhankelijk zijn van de prijsverhouding tussen ruwvoer en krachtvoer.

Bij de inpassing van een automatisch melksysteem in een bedrijfssituatie wordt in eerste instantie uitgegaan van een stalperiode van 365 dagen. Momenteel bestaat nog weinig zicht op de mogelijkheden voor beweiding bij gebruikmaking van het automatisch melksysteem. Als voersysteem is gekozen voor zomerstalvoeding met geconserveerd ruwvoer. Met de huidige voerwinningstechnieken is het mogelijk kuilvoer te winnen van minimaal 900 VEM. Zomerstalvoeding met vers gras heeft arbeidsorganisatorische nadelen.

2.3 Melkwinning

In de praktijk wordt bij het melken het automatisch afnemen van de melkstellen reeds veel toegepast. Nu controlewerkzaamheden, zoals het opsporen van zieke en tochtige koeien en het signaleren van afwijkende melk, geautomatiseerd kunnen worden, lijkt het mogelijk het melken zonder voortdurend toezicht uit te voeren. De laatste stap is nog het automatisch aansluiten van de melkstellen.

Door het IMAG is onderzoek verricht om het effect op de koeien van meer malen daags melken na te gaan (Rossing e.a., 1985; Ipema en Rossing, 1989). Tijdens dit onderzoek werd een

krachtvoerbox continu bemand. Bij binnenkomst van een koe werd het melkstel aangesloten, mits zij de laatste drie uur niet was gemolken en de verwachte melkgift tenminste 3,5 liter zou bedragen. Uit dit onderzoek en uit een door de Universiteit van Hohenheim (Grimm en Rabold, 1987) uitgevoerd onderzoek is gebleken dat de koeien in een dergelijke situatie gemiddeld vier keer per dag werden gemolken. De produktie steeg bij de verschillende onderzoeken afhankelijk van het produktieniveau met 11 tot 20%. Met een automatisch melksysteem (AMS) is het mogelijk om de koeien vaker dan twee keer per dag te melken. Het AMS wordt in de ligboxenstal geplaatst zodat het voor de dieren gedurende de gehele dag bereikbaar is. Een systeem voor meermalen daags melken is mogelijk ook diervriendelijker: de druk op de uier is mogelijk minder groot en de dieren kunnen zelf bepalen wanneer ze naar de voerboxen en/of de melkbox gaan. De capaciteit per melkstand wordt geschat op ongeveer 40 melkkoeien.

2.4 Gezondheidszorg en reproductie

Voor een rendabele bedrijfsvoering is een goede gezondheid van het melkvee – en dus ook een goede gezondheidszorg – van grote betekenis.

Om koeien optimaal te laten produceren en reproduceren, moet zeer veel aandacht worden besteed aan de verzorging. Hierbij moeten drie hoofdactiviteiten worden onderscheiden nl.:

- waarnemen/attenderen;
- onderzoeken;
- behandelen.

Het waarnemen is een activiteit die doorlopend wordt uitgevoerd en geen speciale voorzieningen behoeft met betrekking tot huisvesting, met dien verstande dat de stal overzichtelijk moet zijn.

Voor onderzoek en behandeling moeten daarentegen speciale voorzieningen worden getroffen met betrekking tot de huisvesting. Voor een optimale verzorging, gezondheid en reproductie zijn de volgende ruimten nodig: een afkalfstal en onderzoek- en behandelruimten voor reproductie, curatieve en preventieve behandelingen (Jongebreur en Swierstra, 1981b).

Gezondheid

Waarnemingen ten behoeve van de gezondheid worden tot op heden tijdens het melken, het voeren en tijdens één of meer controlerondes hoofdzakelijk visueel uitgevoerd. Hierbij wordt voornamelijk gelet op, melkgift, eet- en loopgedrag, toestand van het uier en afwijkingen van de melk. In de toekomstige situatie zullen deze waarnemingen elektronisch worden vastgelegd. Het managementinformatiesysteem (MIS) is een hulpmiddel bij de individuele produktiebewaking. Indien er sprake is van een afwijking, wordt deze op een attentielijst aangegeven. Zonodig kan daarna onderzoek en/of behandeling van het dier plaatsvinden. Met een melktemperatuursensor wordt verandering van de lichaamstemperatuur waargenomen.

Onderzoek heeft aangetoond dat tochtige koeien een lichte temperatuurverhoging hebben. Sommige ziekten geven eveneens een verhoging te zien. Tochtige koeien vertonen tevens een verhoogde activiteit; deze ligt, gemeten in stappen per uur, 30 tot 200% hoger dan normaal. Met behulp van een activiteitenmeter kan tevens het sta- en liggedrag van de dieren worden vastgelegd. Afwijkend gedrag tengevolge van ziekte of tochtigheid kan op deze wijze worden waargenomen. Met een combinatie van temperatuur- en activiteitenmeting is een tochtigheidsdetectie van meer dan 90% haalbaar gebleken. Met afzonderlijke metingen kunnen tochtigheidsdetecties worden bereikt van 74% (Maatje e.a., 1987).

Waarnemingen met betrekking tot de uiergezondheid zullen tijdens het melken plaatsvinden. Uierontsteking is nog steeds een veel voorkomende besmetting, tengevolge waarvan de samenstelling van de melk verandert. Het betreft vooral het zoutgehalte, waardoor de elektrische geleidbaarheid ook verandert. De geleidbaarheid kan worden gemeten en daarmee een maat aangeven van de uierontsteking. Gebleken is dat er een relatie bestaat tussen de geleidbaarheid en het celgetal van de melk (Rossing, 1989).

Afwijkingen op grond van de waarnemingen van de verschillende sensoren zullen op een attentielijst minstens tweemaal per dag gepresenteerd moeten worden. De dieren die worden vermeld op deze attentielijst kunnen dan bij het verlaten van het AMS voor nader onderzoek worden afgezonderd in een daarvoor bestemde ruimte, die via het AMS bereikbaar is. Deze onderzoekruimte moet ook buiten de stal en het AMS om voor mensen, die van buiten het bedrijf komen, bereikbaar zijn.

Bij gezondheidsbehandelingen in de afzonderingsruimte moet onderscheid worden gemaakt tussen preventieve en curatieve behandelingen. Dieren afzonderen voor preventieve behandelingen kan plaatsvinden op basis van informatie uit het MIS. Curatieve behandelingen, vooral daar waar sprake is van besmettingsgevaar, moeten in een afzonderlijke ruimte plaatsvinden. Het herstel van de koeien, na behandeling, zal zo veel mogelijk binnen de koppel moeten plaatsvinden, of indien dit niet mogelijk is in de ziekenstal. De ruimte voor preventieve behandeling moet bereikbaar zijn via het AMS, terwijl de ruimte voor curatieve behandeling ook bereikbaar moet zijn vanuit de onderzoekruimte.

Reproductie

Voor een goede reproductie zullen doorlopend waarnemingen, die betrekking hebben op tochtigheid en afkalven, worden uitgevoerd. Naast de informatie uit het MIS met ingebouwde koekalender kunnen hiervoor de volgende sensoren worden gebruikt:

- temperatuurmeting;
- activiteitenmeting;
- melkmeting.

De progesteronbepaling in de melk en de voeropname zijn ook indicatoren die bij de reproductie van belang kunnen zijn. Op de eerdergenoemde attentielijst wordt aangegeven welke dieren voor onderzoek en/of behandeling in aanmerking komen en moeten worden afgezonderd. Deze attentielijst kan ook gebruikt worden ter ondersteuning van de visuele waarnemingen.

Het onderzoeken van reproductiekenmerken zal veelal beperkt blijven tot het zoeken naar oorzaken die ten grondslag kunnen liggen aan problemen rond de tochtigheid (baarmoederontsteking, cysteuse eierstokken e.d.).

Onderzoek kan echter ook nodig zijn met het oog op het spoelen en/of implanteren van embryo's. Onderzoek betreffende het afkalven zal doorgaans in de afkalfstal plaatsvinden.

De behandeling van de dieren kan betrekking hebben op activiteiten als:

- tochtigheid;
- inseminatie;
- embryotransplantatie;
- geboorte.

Onderzoek en behandeling voor tochtigheid, inseminatie en embryotransplantatie, kan in één ruimte worden uitgevoerd. Voor de koeien is deze bereikbaar via het AMS. Daarnaast moet deze ruimte ook goed en vlot toegankelijk zijn voor het jongvee vanaf ca. 14 maanden in verband met inseminatie. Om insleep van ziekten van buiten het bedrijf zoveel mogelijk te voorkomen, moet de ruimte zo gesitueerd worden, dat ze direct van buitenaf bereikbaar is. Dat geldt overigens ook voor de ziekenstal.

Het afkalven zal in een aparte ruimte moeten plaatsvinden, die de dieren gedurende het verblijf daar wel toegang tot het AMS biedt. Er wordt vanuit gegaan dat de dieren enige tijd vóór het afkalven reeds worden afgezonderd. In de afkalfruimte moeten voortdurend waarnemingen kunnen plaatsvinden (d.m.v. een camera). In de nabije toekomst zal het afkalfproces, mogelijk gevolgd kunnen worden met behulp van sensoren die lichaamstemperatuur en hartslag controleren. Bij veranderingen die duiden op het begin van het geboorteprocess kunnen de dieren dan eventueel automatisch worden afgezonderd via een selectiepoort van het AMS.

Na het afkalven wordt het kalf direct afgezonderd, terwijl de koe voor nabehandeling in de afkalfruimte achter blijft. Als de koe de nageboorte heeft afgestoten, kan ze terug in de koppel en vindt separatie van de melk automatisch plaats via het AMS.

2.5 Mestverwerking

De eerste ligboxenstallen waren veelal uitgevoerd met loopgangen voorzien van een dichte betonvloer met een mestschuif. Later zijn in veel ligboxenstallen de loopgangen voorzien van roosters met daaronder kelders voor opslag van drijfmest. Enkele voordelen van roostervloeren zijn de bedrijfszekere mestverwerking en de drogere loopgangen. Nadelen zijn:

- altijd min of meer vervuilde roosters, vooral langs de achterrand van de ligbedden. Om vervuiling van o.a. de uiers te beperken moet de mest regelmatig bij de boxen worden verwijderd. Dit kan in handwerk of met een mestschuif over de roosters worden uitgevoerd;
- door de open mestopslag onder de roosters kunnen stank en ammoniak uit de mest en de stal ontsnappen (Kroodsmā & Huis in 't Veld, 1989).

Maatregelen om de emissie te beperken kunnen grote invloed hebben op de wijze van mestverwerking in de stal, bij de opslag en bij de aanwending.

Als mogelijke oplossingen voor het emissieprobleem kunnen momenteel drie systemen worden onderscheiden (Kroodsmā, 1988):

1. snelle mestverwijdering uit de stal, opslag in gesloten silo's en aanwending door injectie, zodebemesting of inregen;
2. aanzuring van mest;
3. spoelsystemen eventueel in combinatie met een beluchtungs- of zuurinstallatie.

Ad 1.

Bij het eerste systeem wordt de mest, eventueel met mestschuiven meer malen per dag uit de stal verwijderd. Goed uitgevoerde schuiven, vloeren en ligboxen kunnen een goed resultaat opleveren.

Uit het onderzoek naar het afdekken van mestsilo's voor rundveemest geven de voorlopige resultaten aan dat korstvorming en afdekking de emissie beperken. Bij bovengrondse aanwending van de mest vervluchtigt in korte tijd veel ammoniak. Om vervluchtiging te beperken kan met zodebemesting of inregen een goed resultaat worden behaald.

Ad 2.

Het tweede systeem berust op verlaging van de zuurgraad van de mest door toevoeging van een additief aan de mest, waardoor NH_3 -vervluchtiging wordt beperkt. De emissie vanaf de roostervloeren wordt niet beperkt. Indien het aanzuren een haalbaar praktijksysteem blijkt, zal bij verspreiding van de met stikstof verrijkte mest een goede dosering noodzakelijk zijn.

Ad 3.

Uit emissiemetingen met behulp van een Lindvalldoos is gebleken, dat door spoelen de emissie vanaf een emitterend oppervlak wordt beperkt (Kroodsma e.a., 1989). Gebaseerd op dit principe is het spoelsysteem ontwikkeld dat zowel op dichte beton- als op roostervloeren toepasbaar is.

De keuze van de spoelvloeistof is van invloed op de opslag en de aanwending van de mest. Deze is voorlopig vastgesteld op een viertal vloeistoffen, te weten:

- schoon water;
- mengsel van schoon water en mestfiltraat;
- aangezuurd water;
- aangezuurd filtraat.

Het spoelen met water vraagt extra opslag- en uitrijkosten. Indien met filtraat wordt gespoeld is de hoeveelheid te verwerken mest minder dan bij spoelen met schoon water. Wel dient de spoelinstallatie te worden uitgebreid met scheidings- en doseerapparatuur. Het filtraat kan zowel chemisch als biologisch worden aangezuurd. Dit vraagt een gecompliceerde beluchtingsinstallatie met een hoog energieverbruik.

2.6 Opfok

Om melkkoeien te verkrijgen die voldoen aan eisen die aan een moderne veestapel worden gesteld, dienen de omstandigheden voor het jongvee al vanaf de geboorte zo optimaal mogelijk te zijn.

Kalveren van 0 tot 14 dagen

Om het kalf een goede start te geven is een optimale hygiëne tijdens het geboorteprocès van wezenlijk belang. Na de geboorte wordt het kalf direct gescheiden van de koe en individueel gehuisvest. Ook dient het jonge dier zo spoedig mogelijk biest toegediend te krijgen (veel, vaak en vers), waardoor het in staat is snel weerstand tegen allerlei besmettingen op te bouwen. De eerste biest zal in de afkalfruimte met de hand worden gemolken. Dit is voor de veehouder dan tevens een goede gelegenheid een eerste controle op de uiergezondheid van de koe uit te voeren. De biestverstrekking van de kalveren geschiedt met een speenemmer. Na drie à vier dagen ad libitum biest/koemelk verstrekken wordt voor de dieren, die worden aangehouden, volledig overgeschakeld op kunstmelk in gerantsoeneerde hoeveelheden. Dit kan gebeuren met behulp van een melkdrinkautomaat, die in het jongveegeedeelte van de stal is geplaatst. Door deze voerbox te voorzien van een weegunit is het mogelijk naast de opname ook de groei van de dieren automatisch te controleren. Vanaf dat moment krijgen ze naar behoefte tevens de beschikking over goed ruwvoer (hooi of goede voordroogkuil) en drinkwater. Via de krachtvoerautomaat wordt maximaal twee kilogram krachtvoer per dier per dag verstrekt. Het heersende stalklimaat in deze ruimte is ongeveer gelijk aan het klimaat buiten de stal, met dien verstande dat de water- en melkvoorziening vorstvrij dienen te blijven. De kalveren, die binnen 2 weken worden afgevoerd, blijven tot het tijdstip van afvoer

15

ten en ander betekent dat er een verdieping van het onderzoek naar de ontwikkeling van welzijnsvriendelijke bedrijfssystemen zal gaan plaatsvinden, om voldoende rekening te kunnen houden met de fundamentele eisen van het dier (Postma, 1987).

17

individueel gehuisvest. Gedurende deze tijd wordt steeds met behulp van een speenemmer koemelk toegediend.

Jongvee van 14 dagen tot 6 maanden

Bij een levend gewicht van de kalveren van ca. 65 kg, wordt de kunstmelkgift afgebouwd. Om

2.8 Bedrijfsbeheer en arbeid

De arbeidsbehoefte ligt op veel moderne melkveebedrijven op ca. 50 uren per koe per jaar. In de jaren 1950 bedroeg de arbeidsbehoefte per koe nog ca. 300 uren per jaar. Door automatisering is het mogelijk deze arbeidsbehoefte nog verder terug te dringen en anders te verdelen. De melkveehouder kan met behulp van een computer de verkregen informatiestroom beter hanteren en analyseren. Met behulp van sensoren kunnen zodoende sneller afwijkingen in het productieproces worden opgespoord en verholpen (Bijvoorbeeld het behandelen van een koe met mastitis).

Een belangrijk deel van het veebeheer blijkt in de praktijk te bestaan uit de tochtigheids- en ziektedetectie. Tochtige en zieke koeien kunnen worden waargenomen door afwijkingen ten opzichte van de normale situatie te signaleren. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van signalen die snel en automatisch kunnen worden gemeten. Geschikte grootheden hiervoor zijn de lichaamstemperatuur van de koe, haar activiteiten en de elektrische geleidbaarheid van de melk. Door de gebruikmaking van sensoren voor tochtigheidsdetectie is een optimale tussenkalf tijd te behalen. Afhankelijk van de actuele tussenkalf tijden kunnen besparingen van f 0,62 tot f 1,75 per dag kortere tussenkalf tijd per koe worden gerealiseerd (Dijkhuizen, 1983). Door gebruik te maken van sensoren die de elektrische geleidbaarheid van melk meten kan mastitis worden gesignaleerd. De schade die jaarlijks wordt geleden als gevolg van uier- en tepelproblemen ligt tussen de f 100,- en f 140,- per aanwezige koe (Jaartsveld, 1988 & Dijkhuizen, 1988). Door de veehouder tijdig te attenderen op afwijkingen in de geleidbaarheid van de melk, moet het zeker mogelijk zijn de door mastitis veroorzaakte schade met 50% terug te dringen. Per koe wordt dan op jaarbasis ca. f 60,- bespaard. De middels sensoren waargenomen gegevens kunnen worden opgeslagen in een computer. Ook kunnen bepaalde gegevens die van belang zijn voor de bedrijfsvoering handmatig in een computer worden ingevoerd. Een management informatie systeem (MIS) verwerkt deze gegevens tot informatie voor het bedrijfsbeleid.

Binnen het MIS van een melkveebedrijf kunnen de volgende activiteiten worden onderscheiden:

- bewaking van voortplanting en gezondheid;
- optimalisering van de voeding;
- ondersteuning van het fokbeleid;
- ondersteuning bij het vervangingsbeleid.

Hiernaast komen doorgaans nog activiteiten voor, die betrekking hebben op ruwvoerproductie, jongvee-opfok en handel.

Door het toepassen van een MIS en een algehele optimalisatie is een extra besparing van f 50,- per koe per jaar mogelijk. De tot dusver genoemde automatisering, bestaande uit geprogrammeerde krachtvoerverstrekking, melkmeting, tochtigheidsdetectie en mastitisdetectie, en het toepassen van een MIS kunnen een besparing opleveren van f 250,- tot f 300,- per koe per jaar (Ipema & Rossing, 1987b).

3 Bedrijfsopzetten

Ten behoeve van het verkrijgen van een beeld van de effecten van de automatisering van het productieproces op een melkveebedrijf zijn enkele plannen met diverse automatiseringsniveaus ontwikkeld. Voor deze plannen zijn een aantal uitgangspunten geformuleerd. Het uitgangsbedrijf is min of meer een weergave van het huidige moderne bedrijf, dat hier als het gemiddelde bedrijf van de toekomst wordt beschouwd.

3.1 Uitgangspunten

Bij de vergelijking van bedrijven met verschillende automatiseringsniveaus wordt uitgegaan van een bedrijf met de volgende eigenschappen:

- veetype	: FH/HF-koeien		
- veestapel	: 80 melk- en kalfkoeien	× 1,3 gve =	104
	24 kalveren tot 1 jaar	× 0,3 gve =	7,2
	22 pinken ouder dan 1 jaar	× 0,5 gve =	11
			122,2 gve
- vervangingspercentage op jaarbasis	:		25 %
- produktiegegevens uitgangsbedrijf per koe per lactatieperiode van 305 dagen	:		7500 kg melk 4,20 % vet 3,40 % eiwit
- produktiegegevens geautomatiseerd bedrijf met AMS, per koe per lactatieperiode van 305 dagen	:		8500 kg melk 4,15 % vet 3,40 % eiwit
- bedrijfsoppervlakte cultuurgrond	:		30 ha grasland 5 ha maïsland
- ruwvoeropname gemiddeld per koe per staldag (exclusief jongvee)	:		
		melkproductie van 7500 kg melk -	11 kg ds
		melkproductie van 8500 kg melk -	12 kg ds
- melkprijs bij 7500 kg (incl. negatieve grondprijs f 7,- per 100 kg)			
		4,20% vet en 3,40% eiwit per 100 kg	: f 78,90
- melkprijs bij 8500 kg (incl. negatieve grondprijs f 7,- per 100 kg)			
		4,15% vet en 3,50% eiwit per 100 kg	: f 78,40
- omzet en aanwas			: f 694,-
- krachtvoerprijs			: f 0,41 per kg
- ruwvoerprijs			: f 0,42 per kVEM
- beweidingssysteem: B 4 + 4 (beperkt weiden met om de vier dagen omweiden en 4 kg ds snijmaïs per koe per dag bijvoeding)			
- voerwinning	: geheel in loonwerk, tweedaagse veldperiode		
- stalperiode (incl. overgang): melkkoeien	190 dagen		
	kalveren	300 dagen	
	pinken	168 dagen	

- stalperiode ingeval van een AMS: alle diergroepen 365 dagen
- rentepercentage : 7 %
- arbeidsbezetting: 1 ondernemer (in beperkte mate geholpen door gezinsleden)
- economische omvang gehele bedrijf (standaard bedrijfseenheden, sbe):

80 melk- en kalfkoeien	× 2,1 sbe =	168
46 stuks jongvee	× 0,7 sbe =	32,2
30 ha grasland	× 1,1 sbe =	33
5 ha maïslaan	× 3,5 sbe =	17,5
totaal		250,7 sbe
- huisvesting : ligboxenstal met complete jongveehuisvesting en roostervloeren met mestschuiven.

Op basis van de genoemde uitgangspunten zijn drie verschillende bedrijfsplannen ontwikkeld, n.l.:

- Plan A – Standaardplan als uitgangspunt;
- Plan B – Plan met Automatisch Melksysteem (AMS);
- Plan C – Plan met AMS en Individueel Voersysteem (IVS).

In de drie bedrijfssituaties is uitgegaan van een ligboxenstal voor 80 melk- en kalfkoeien met bijbehorend jongvee. De bijkomende ruimten (melklokaal, afzonderingsruimte, afkalf- en ziekenstal) zijn in de bedrijfsgebouwen ondergebracht. De bouwtechnische uitvoering van de gebouwen is als volgt:

- draagconstructie met een vrije overspanning;
- dakhelling van 22,5 graden;
- lichtdoorlatende open nok;
- buitenwanden spouw metselwerk;
- ventilatiekleppen in de zijwanden;
- dakgoten met afvoer;
- normale fundering op draagkrachtige grond.

De drie plannen met ligboxenstallen zijn voorzien van roostervloeren in de looppaden en uitgevoerd met een mestopslagcapaciteit van ongeveer zes maanden in mestkelders onder de stal.

Plan A – Standaardplan – bijlage 1

Het uitgangsbetrijf is een 2 + 2-rijige ligboxenstal met groepsvoeding aan een voerhek en een doorlopende voergang. Groepsvoeding, per dier één eetplaats, vindt plaats in minimaal twee groepen. De melkstal is ingericht als een 12-stands visgraatmelkstal. In de ligruimte van de ligboxenstal zijn in totaal drie krachtvoerboxen aangebracht.

Plan B – Plan met Automatisch Melksysteem (AMS) – bijlage 2

Voor het plan met AMS is uitgegaan van dezelfde opzet als bij plan A, echter de voergang is in dit plan afgesloten om aan de eis van één groep koeien te kunnen voldoen. De koeien kunnen ongehinderd de voergang oversteken.

In verband met het gehele jaar op stal verblijven van de koeien is het dak geïsoleerd uitgevoerd om zinstraling in de zomer zoveel mogelijk te voorkomen.

Het AMS is ondergebracht in een container met een tweestands melkstal. Een afzonderlijke wachtruimte vóór de melkstal heeft een capaciteit van 10% van het aantal

melkkoeien. Het aantal krachtvoerboxen is, in verband met krachtvoerstrekking in het AMS, teruggebracht naar twee stuks. De koeien kunnen de eetruimte vanuit de ligruimte betreden via een eenrichtingsdoorgangshek. Via een selectiepoort worden de koeien of terug naar de ligruimte of naar de melkstal gestuurd.

Plan C – Plan met AMS en Individueel Voersysteem (IVS) – bijlage 3

Bij dit alternatief is uitgegaan van een ligboxenstal met voorraadvoeding, dwarsopstelling van de boxen en een extra voerlokaal. Voorraadvoeding vindt plaats in voerboxen, die zijn opgesteld in een afzonderlijke eetruimte; vier koeien per box. Het jongvee wordt in voorraadvoeding gevoerd aan een voerhek. In het voerlokaal wordt het rantsoen per individuele koe samengesteld. Het melken vindt plaats, overeenkomstig plan B, in een tweestands melkstal die is uitgerust met een AMS.

Bijlage 4 laat een ontwerp zien van een mogelijk toekomstig geautomatiseerd melkveebedrijf met AMS en IVS. In dit geïntegreerde ontwerp is een duidelijke scheiding aangebracht tussen de verschillende functionele eenheden zoals, liggen, voeren, melken en bijkomende voorzieningen.

3.2 Investerings bedrijfsplannen

Van de verschillende bedrijfsplannen zijn de investeringen berekend op het prijspeil van 1989. De bijbehorende boerderijbouwindex bedraagt in dit jaar 269,2 (1970 = 100). In tabel 2 zijn de resultaten van de bouwkostenberekeningen van de drie verschillende plannen vermeld.

Onder **Bouwkundige Werken** in het bouwkostenoverzicht tabel 2, wordt verstaan:

- rompgedouw, inclusief eventuele isolatie;
- fundering en mestkelders;
- binnenbouw en constructies rondom de melkstal.

Onder **Inrichting en Installaties** wordt verstaan de gehele stalinrichting, inclusief de inrichting van de bijkomende ruimten en de installaties ten behoeve van watervoorziening en elektriciteit. De inrichting van de melkstal, melkmachine-apparatuur, is hierbij niet inbegrepen. Deze kosten zijn bij het onderdeel Mechanisatie ondergebracht.

Tabel 2 Investerings in guldens van drie bedrijfsplannen.

Omschrijving	Plan A	Plan B	Plan C
Gebouwoppervlak in m ²	1298	1295	1247
Bouwkundige Werken	524.600	551.900	531.400
Inrichting & Installaties	94.700	96.100	88.900
Totaal	619.300	648.000	620.300
Per koe	7.740	8.100	7.750

Bij het gebruik van een AMS (en IVS) wordt zomerstalvoeding met kuilgras en snijmais verondersteld; dit houdt in dat de koeien het gehele jaar door op stal staan en enkel geconserveerd ruwvoer krijgen. De extra investeringen voor dakisolatie van het ligboxenstalgedeelte bedragen voor de plannen B en C resp. f 46.000 en f 43.000. Voor een werktuigenberging is een investeringspost opgenomen van f 19.500.

De investeringen voor de bedrijfsinrichting en de werktuigen zijn vermeld in de bijlagen 5a en 5b. Bij de plannen met geconserveerde zomerstalvoeding wordt aangenomen dat de voerwinning in loonwerk geschiedt. Hierbij wordt gerekend met een intensiever gebruik van sommige werktuigen (kuilsnijder, schudder en hark), waardoor de jaarlijkse kosten van deze werktuigen hoger zijn. Voor genoemde werktuigen is gerekend met een afschrijvingsduur van acht in plaats van tien jaar.

In de bedrijfssituatie met een IVS is rekening gehouden met een kuilsnijder zonder doseerinrichting omdat het ruwvoersysteem zelfdoserend werkt (f 8.400 i.p.v. f 13.300).

De geprogrammeerde krachtvoerdosering kan bij een AMS tot 2 voerboxen beperkt blijven. In dit geval is slechts f 8.000 begroot t.o.v. f 22.000, dit wordt mede mogelijk gemaakt doordat de sturing van de krachtvoerboxen via de computer van het AMS plaatsvindt.

Zowel de investeringen voor het AMS als voor het IVS zijn op dit moment niet bekend en zijn daarom ingeschat. Gerekend is met een investeringsbedrag zowel voor het AMS als voor het IVS van f 200.000. In bijlage 6 zijn van de verschillende plannen de investeringen en de kosten van de bedrijfsinrichting vermeld. In figuur 3 zijn de totale investeringen van de verschillende alternatieven weergegeven.

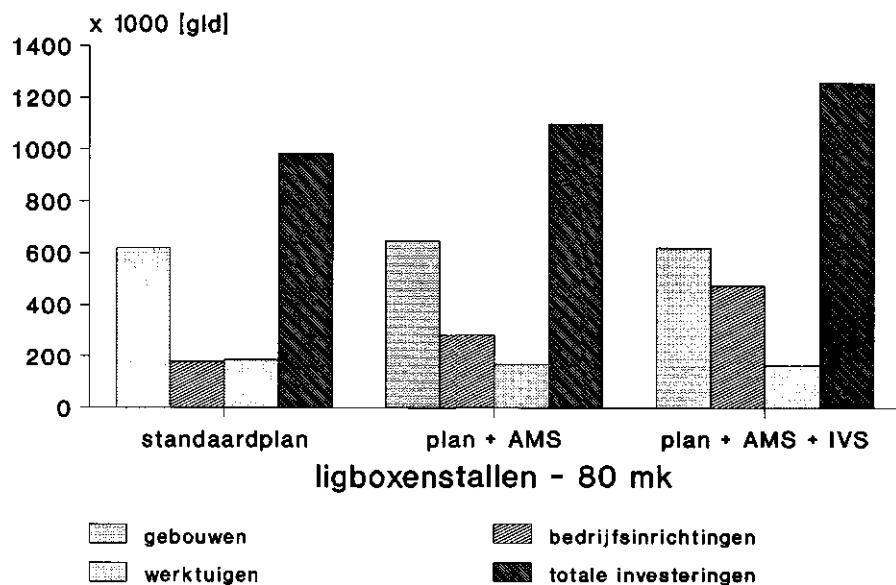


Fig. 3 Overzicht van totale investeringen van de verschillende plannen.

Fig. 3 Capital costs of the conventional cubicle house for 80 cows, the house with automatic milking system (AMS) and with AMS including automatic individual feeding system (IVS).

3.3 Arbeidsbehoefte bedrijfsplannen

Van de drie verschillende bedrijfsplannen zijn arbeidsbegrotingen opgesteld. Het uitgangsbetrijf (plan A), standaard ligboxenstal met jongvee, beschikt over een visgraatmelkstal. Het tweede bedrijf (plan B) heeft een AMS, waarbij verondersteld is dat de gehele veestapel 365 dagen per jaar op stal staat en gevoerd wordt met enkel geconserveerd voer (kuilgras en maïs).

Het derde bedrijfsplan (plan C) heeft nagenoeg dezelfde uitgangspunten als het tweede bedrijf met dien verstande dat alle voerwerkzaamheden zijn overgenomen door het IVS.

In bijlage 7 is een overzicht gegeven van de arbeidsbehoefte van de verschillende activiteiten en in tabel 3 zijn in een samenvatting de uitkomsten van deze berekeningen naast elkaar gezet.

Tabel 3 Arbeidsbehoefte in uren per jaar voor drie bedrijfsplannen.

Omschrijving	Uitgangs- bedrijf	Bedrijf + AMS	Bedrijf + AMS + IVS
weidebouw			
voerwinning	155	301	301
graslandverzorging	223	111	111
maïs	2	2	2
veeverzorging			
melkvee	2775	1772	1241
jongvee	512	591	467
algemeen werk	754	675	675
totaal	4421	3452	2797
per koe	55,3	43,2	35,0

De toename van de arbeidsbehoefte voor de voerwinning is opvallend. Omdat in de bedrijfs-situaties met een AMS 's zomers geconserveerd ruwvoer wordt verstrekt, moet belangrijk meer voer worden gewonnen. In deze gevallen is met een maaipercantage van 400 gerekend in plaats van 140, zoals bij het uitgangsbetrijf. Verzorgingswerkzaamheden behoeven minder vaak te worden uitgevoerd, waardoor de arbeidsbehoefte voor de verzorging van het grasland met ongeveer de helft afneemt.

De afname van de arbeidsbehoefte bij de veeverzorging is grotendeels toe te schrijven aan het geautomatiseerd melken. In de bedrijfsopzet met zowel een AMS als een IVS is de extra besparing het gevolg van het wegvallen van de post 'voeren' en 'bijkomende werkzaamheden'. De toename van jongveeverzorging bij het AMS-bedrijf is het gevolg van extra werk in de zomerperiode. Bij deze berekeningen is uitgegaan van een volledige stalperiode voor de gehele veestapel, waardoor de arbeidsbehoefte 's zomers hoger is.

In figuur 4 is de arbeidsbehoefte van de verschillende werkzaamheden van de diverse bedrijfs-plannen grafisch weergegeven.

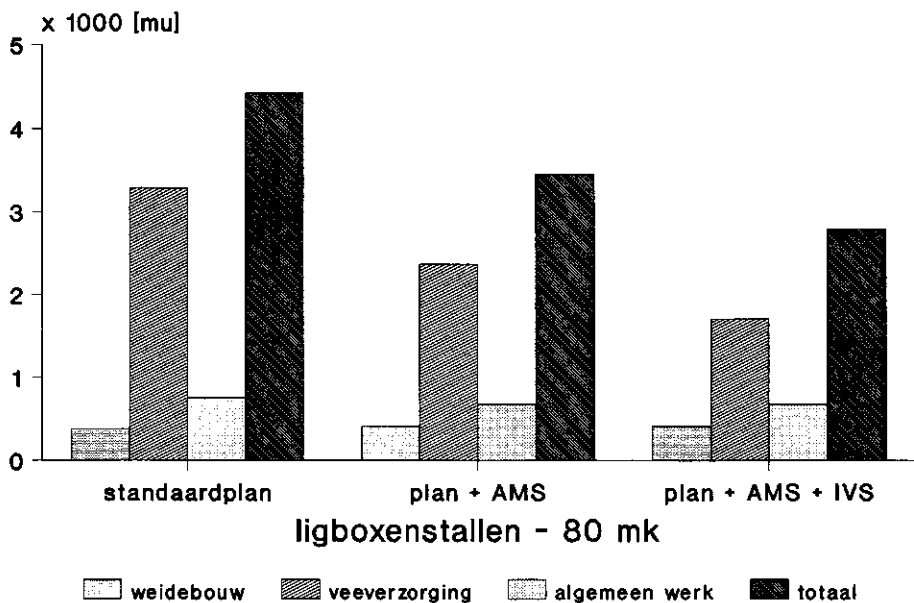


Fig. 4 Overzicht van de arbeidsbehoefte in uren op jaarbasis van de diverse plannen.

Fig. 4 Annual labour requirements of the standard cubicle houses for 80 cows, of the house with AMS and with AMS + IVS.

Het al of niet weiden van het jongvee in een bedrijfssituatie met een AMS heeft nauwelijks invloed op de totale arbeidsbehoefte van dit bedrijf in vergelijking met een situatie waarbij de gehele veestapel 365 dagen per jaar op stal staat. In bijlage 8 is het effect op de arbeidsbehoefte van het wel of niet weiden van jongvee uitgewerkt.

Bij het gehele jaar opstallen van de veestapel bij automatisch melken, neemt de trekkertijd bij de geautomatiseerde bedrijfsopzetten nogal toe. Bij het AMS-bedrijf is de trekker nodig voor het uithalen en voeren van de veestapel, terwijl bij het bedrijf met AMS en IVS alleen voer behoeft te worden uitgehaald. Bij de voerwinning wordt aangenomen dat het grasmaaien in loonwerk geschiedt, waardoor een aanzienlijke tijdsbesparing wordt verkregen. Verder wordt bij de bedrijven met zomerstalvoeding van geconserveerd ruwvoer extra tijd bespaard doordat het kunstmeststrooien op minder verdeelde tijdstippen plaatsvindt en doordat het bloten van de percelen gedurende het groeiseizoen niet meer nodig is.

In de berekeningen van de arbeidsbehoefte is zowel bij het bedrijf met een AMS als bij het bedrijf met een AMS en een IVS geen extra tijd voor bedrijfsleiding gerekend. De reden hiervoor is dat in de verregaand geautomatiseerde bedrijfssituaties op uitgebreidere schaal gebruik wordt gemaakt van sensoren, zodat gerichte en daardoor efficiënte veecontrole kan plaatsvinden. Hierdoor wordt de extra tijd, die nodig is voor het interpreteren van een grotere hoeveelheid computergegevens, gecompenseerd. Praktijkonderzoek zal moeten uitwijzen of deze veronderstellingen juist zijn.

4 Bedrijfseconomische beschouwingen

Ten behoeve van het bepalen van de bedrijfsresultaten zijn de eerder genoemde bedrijfsplannen bedrijfseconomisch uitgewerkt. De effecten op de bedrijfsuitkomsten in de verschillende situaties zullen hierbij als leidraad voor de vergelijking met het uitgangsbetrijf worden gebruikt.

4.1 Bedrijfsuitkomsten

Ten behoeve van het opstellen van een bedrijfsbegroting worden in eerste instantie de voerkosten bekeken. Hierbij doen zich twee situaties voor.

Ten eerste de uitgangssituatie waarin een produktieniveau van 7500 kg per koe wordt verondersteld. Verder gaat deze opzet uit van het graslandgebruikssysteem B4+4 (beperkt weiden, om de 4 dagen omweiden en 4 kg droge stof per koe per dag ruwvoer bijvoeren). De totale ruwvoeropname wordt hier op 11 kg droge stof per grootvee-eenheid per dag gesteld. Als tweede een situatie waarbij de veestapel het gehele jaar door op stal staat en wordt gevoerd met geconserveerd voer (zowel maïs als kuilgras).

Deze stalperiode van 365 dagen per jaar is het gevolg van de integratie van een AMS in de bedrijfsopzet. Ten gevolge van het frequenter melken wordt hier een produktieniveau van 8500 kg melk per koe per jaar verondersteld, terwijl rekening is gehouden met een ruwvoeropname per grootvee-eenheid van 12 kg droge stof per dag. In beide bedrijfssituaties is aangenomen dat 5 ha maïs zelf wordt geteeld. Eén en ander leidt tot de volgende hoeveelheden aan te kopen ruw- en krachtvoer en maaipercenages, zie tabel 4.

Tabel 4 Hoeveelheden aan te kopen ruw- en krachtvoer en maaipercenage.

Omschrijving	Uitgangsbetrijf	Geautomatiseerd bedrijf
Ruwvoeraankoop maïs in ha	4	7
Krachtvoeraankoop (incl. jongvee) kg/koe.jr	1.886	2.091
Maaipercenage eigen grasland	ca. 140	ca. 400

Voor de drie verschillende plannen zijn bedrijfsbegrotingen doorgerekend, zie bijlage 9. In tabel 5 is een samenvatting van de resultaten weergegeven.

Tabel 5 Resultaten bedrijfsbegrotingen van de verschillende bedrijfsplannen.

Omschrijving	Saldo	Ondernemersoverschot	Arbeidsinkomen
Standaard plan	f 344.870	f 139.800	f 89.800
Bedrijf met AMS	f 357.280	f 108.160	f 58.160
Bedrijf met AMS + IVS	f 357.280	f 49.330	f 670 -/-

4.2 Vergelijking bedrijfsuitkomsten

Uit de saldoberekeningen, verschil van opbrengsten en toegerekende kosten, blijkt dat de plannen met een geautomatiseerde opzet een voordeliger saldo te zien geven in vergelijking met de uitgangssituatie. De produktiestijging ten gevolge van de inpassing van een AMS in de bedrijfsopzet is voor een belangrijk deel debet aan deze hogere produktie.

Bij het bepalen van het ondernemersoverschot, het in rekening brengen van de niet toegerekende kosten, ontstaat een ander beeld. Onder de niet toegerekende kosten worden onder andere verstaan de grondkosten, de gebouwkosten en de werktuigenkosten. Hierbij worden de gebouw- en vooral de mechanisatiekosten steeds belangrijker. Het gevolg is dat het arbeidsinkomen van de ondernemer in de situaties met een IVS sterk daalt door de hoger wordende kosten van bedrijfsuitrustingen. In figuur 5 zijn van de verschillende alternatieve bedrijfsplannen het totale saldo, het ondernemersoverschot en het arbeidsinkomen grafisch weergegeven.

Overigens is bij deze vergelijking geen rekening gehouden met minder tastbare aspecten van de automatisering van het productieproces, zoals bijvoorbeeld een verminderde bedrijfsgebondenheid en de afname van de arbeidsbehoefte. Voor zover deze effecten in geld zijn te kwantificeren werken alle overwegend in het voordeel van de geautomatiseerde bedrijfsopzetten.

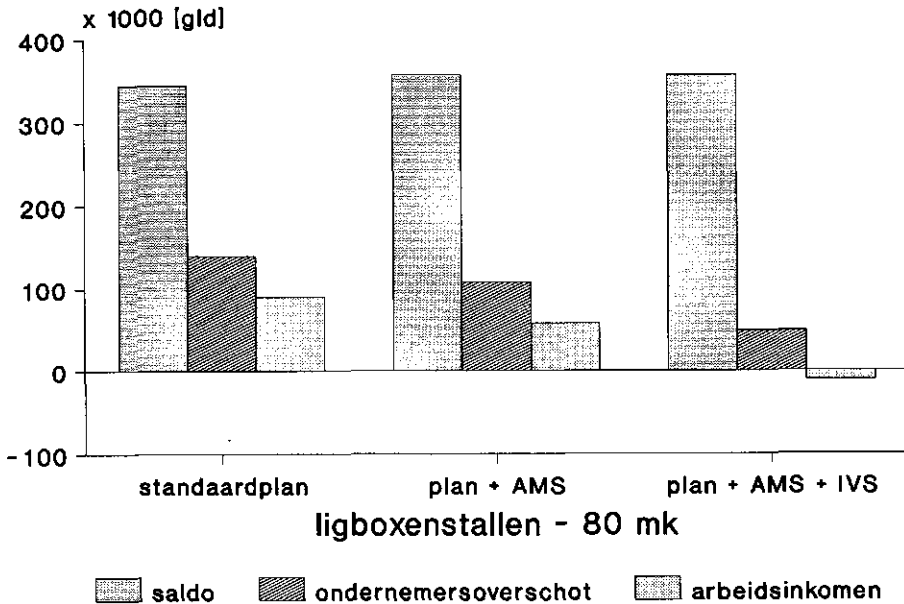


Fig. 5 Overzicht van de bedrijfsresultaten van de bedrijfsplannen met AMS en met IVS.

Fig. 5 Nett profit of the standard cubicle houses for 80 cows, of the house with AMS and with AMS+IVS.

Evaluatie

Bij de vergelijking van de bedrijfsplannen zijn zowel de kosten, zoals o.a. de jaarlijkse kosten van de extra investering, als de extra opbrengsten die kunnen worden verwacht als gevolg van deze extra investering en de gevolgen voor de benodigde arbeid enz., bepalend voor de bedrijfsresultaten.

In de praktijk kunnen naast deze kwantitatieve gegevens de kwalitatieve criteria van verschillende alternatieven de doorslag geven voor een bepaalde keuze. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste aspecten die uit deze studie rond het melkveebedrijf van het jaar 2000 naar voren zijn gekomen, nader besproken.

Gebouw en bedrijfsinrichting

De bedrijfsgebouwen van bedrijven met 80 melkkoeien en bijbehorend jongvee zijn, in geval van automatisering van het melken en/of voeren, kleiner en daardoor goedkoper dan de bedrijfsgebouwen van bedrijven waarin deze automatisering niet is ingevoerd. Om echter 's zomers produktieverlies ten gevolge van warmte-stress bij het melkgevende vee te voorkomen, lijkt een volledige dakisolatie nodig. Voor deze bedrijven betekent dit een extra investering van ca. f 46.000.

De kosten en investeringen van bedrijfsinrichting in geautomatiseerde bedrijven zijn aanzienlijk hoger ten gevolge van de grote investeringsbedragen.

Om te voorkomen dat sommige melkkoeien in een planopzet met een AMS te lang wegblijven na een melkbeurt en dat andere koeien te vaak komen, lijkt tot nu toe gecontroleerd koeverkeer (routing) wenselijk. Selectiepoorten zullen dan voor een goede routing van het koeverkeer zorgen. Dit alles moet leiden tot een optimale benutting van het AMS.

Bedrijfsvoering

In de bedrijfsvoering zullen met de komst van geautomatiseerde systemen voor het melken en voeren, drastische veranderingen optreden. Door het gebruik van sensoren kan de veehouder gerichter en dus efficiënter werken (onder andere bij de mastitis- en tochtigheidsdetectie). De benodigde arbeid voor de melkwinning zal hierdoor afnemen.

De voerwinning c.q. de voerverstrekking ondergaan tevens grote veranderingen bij de introductie van een AMS en een IVS. In deze studie is uitgegaan van een volledige stalperiode voor de gehele veestapel, voor de bedrijfssituaties met een AMS. Dit heeft tot gevolg dat de voerwinning meer aandacht en tijd behoeft. Ten behoeve van hogere produkties is naast een goede kwaliteit ook een grotere hoeveelheid voer noodzakelijk.

Als gevolg van het houderijsysteem van voeren met geconserveerd voer in de zomer stijgt het maaipercentage tot ca. 400.

Arbeid

Met de huidige inzichten is een globaal beeld te vormen van de veranderingen in de arbeidsbehoefte ten gevolge van het gebruik van een automatisch melksysteem (AMS). Hierbij moet worden bedacht dat het gaat om een zo nauwkeurig mogelijke inschatting van de situatie (besparing bij AMS-bedrijf 12,1 uren en bij AMS/IVS-bedrijf 20,3 uren per koe per jaar). Nader onderzoek zal hierover aanvullende informatie moeten opleveren.

Aanbevelingen

- Bij de introductie van geautomatiseerde systemen op melkveebedrijven, waarbij veel gebruik wordt gemaakt van sensoren, zal veel informatie voor de veehouder ter beschikking komen. Deze informatie dient gebruiksvriendelijk te worden aangeboden en verwerkt teneinde een goed overzicht over deze informatie te verkrijgen.
- Om het daadwerkelijk economisch effect van een AMS te kunnen bepalen, is het wenselijk meer zicht te krijgen op de waarde die moet worden toegekend aan de arbeid, die door het gebruik van een AMS wordt bespaard.
- Ten behoeve van vragen betreffende wel of geen volledige dakisolatie, de noodzaak van extra hygiënische maatregelen voor sterk vervuilde koeien bij een AMS en op welke wijze de routing het best kan geschieden, is aanvullend onderzoek nodig.
- Ook in de komende jaren zal in het onderzoek veel aandacht moeten worden geschonken aan de mate waarin de melkveehouderij een bijdrage levert aan de verzuring van het milieu en welke aanpassingen moeten worden gepleegd. De mestverwerkingssystemen zullen aan de resultaten hiervan moeten worden aangepast. De in dit rapport geschetste mogelijkheden voor de mestverwerking in stallen voor melkvee zullen binnen dit kader nog nader moeten worden onderzocht.

Summary

This report describes the various principles of a cubicle house with an automatic milking system for 80 dairy cows. The working group 'Ontwikkeling van een Modern Melkveebedrijf' has developed plans for the housing of dairy cattle with different levels of automation.

The plans are based on the integration of automation techniques and an optimal adjustment of the activities, such as housing of cattle, management, milking, feeding and manure handling. The research referred to in this report is a part of the co-operation project with government, trade and industry called B 2000.

An inventory has been made at the start of existing situations and of new developments of a production process on a dairy farm. The development of the Automatic Milking System (AMS) and the Individual Feeding System (IVS) are central items. Attention has also been paid to the environmental aspects of a dairy farm. Besides the standard plan, a plan with an AMS and one with an AMS in combination with an IVS have been developed.

Based on building and machinery investment costs the total building costs have been estimated. The plan with an AMS shows more favourable capital costs in comparison with the standard plan, this is mainly caused by the higher milk production as the result of more frequent milking.

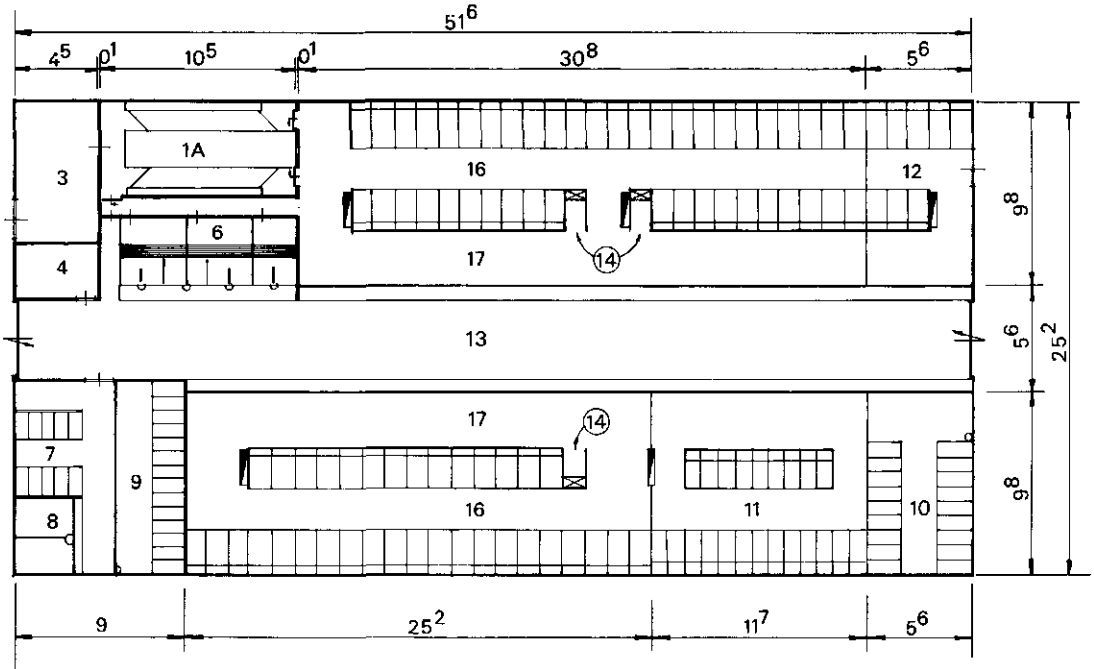
The nett profit of the plans with more intensive automation on the feeding system (IVS) is less, mainly caused by the high annual costs of the farm appliances.

The labour requirement of the plans with an AMS and the plan with an AMS and an IVS shows an annual reduction by approx. 12 and 20 manhours per cow.

Neither the reduction of labour requirements nor the use of sensors do show positive effects on the financial results. Continuing research should result in more clarity.

Bijlagen

Bijlage 1



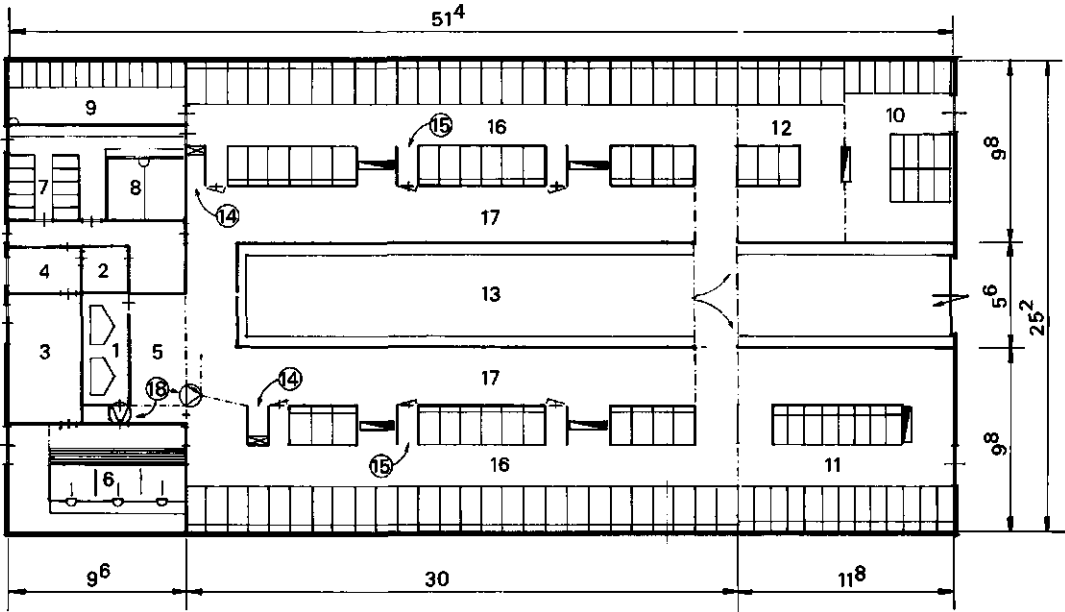
PLAN A – STANDAARDPLAN – LIGBOXENSTAL MET DOORLOOPMELKSTAL

1. Doorloopmelkstal 3. Melklokaal 4. Administratie 6. Afzonderingsruimte 7. Kalveropvang 0-0,5 mnd. 8 en 9. Jongvee 0,5-5 mnd. 10 en 11. Jongvee 6-22 mnd. 12. Jongvee 22-24 mnd. 13. Voergang 14. Krachtvoerbox 16. Ligruimte 17. Eetruimte

PLAN A – STANDARD – CUBICLE HOUSE WITH HERRINGBONE MILKING PARLOUR

1. Herringbone milking parlour 3. Dairy 4. Office 6. Separation area 7. Young calves till 0.5 month 8. & 9. Young calves 0.5-5 months 10. & 11. Cattle 7-22 months 12. Cattle 22-24 months 13. Feeding passage 14. Concentrate feeder 16. Resting area with cubicles 17. Feeding area.

Bijlage 2



PLAN B – LIGBOXENSTAL – MELKSTAL MET AUTOMATISCH MELKSYSTEEM (AMS)

- 1. Melkstal met AMS
- 2. Machineruimte
- 3. Melklokaal
- 4. Administratie
- 5. Wachtruimte
- 6. Afzonderingsruimte
- 7. Kalveropvang 0-0,5 mnd.
- 8 en 9. Jongvee 0,5-5 mnd.
- 10 en 11. Jongvee 6-22 mnd.
- 12. Jongvee 22-24 mnd.
- 13. Voergang
- 14. Krachtvoerbox
- 15. Eenrichtingsdoorgang
- 16. Ligruimte
- 17. Eetruimte
- 18. Selectiepoort.

PLAN B – CUBICLE HOUSE WITH AUTOMATIC MILKING SYSTEM (AMS)

- 1. Milking parlour with AMS
- 2. Machinery
- 3. Dairy
- 4. Office
- 5. Collecting yard
- 6. Separation area
- 7. Young calves till 0.5 month
- 8. & 9. Young cattle 0.5-5 months
- 10. & 11. Cattle 6-22 months
- 12. Cattle 22-24 months
- 13. Feeding passage
- 14. Concentrate feeder
- 15. One-way gate
- 16. Resting area with cubicles
- 17. Feeding area
- 18. Selection unit.

Bijlage 3

52⁴

Bijlage 5a

Investerings bedrijfsinrichting van het uitgangsbetrijf

Mestverwerking:

roostermestschuif (2 aandrijvingen)	f 17.050
4 elektrische dompelmixers	f 31.950

totaal f 49.000

Melkwinning:

12-stands visgraatmelkstal	f 27.700
melkgiftregistratie-apparaat	f 31.950
afneemapparaat, automatisch	f 15.350
reinigungsautomaat	f 2.150

totaal f 77.150

Krachtvoerverstrekking:

krachtvoersilo 10 ton	f 10.650
krachtvoervijzel	f 4.250
krachtvoerdoseerautomaten, handbediend	f 5.110
geprogrammeerde krachtvoerverstrekking	f 21.300

totaal f 41.310

Bedrijfsleiding:

computer	f 5.250
managementinformatiesysteem (MIS)	f 5.250

totaal f 10.500

Bijlage 5b

Investerings werktuigen van het uitgangsbetrijf

trekker 40 kW + frame	f 38.050
trekker 60 kW + cabine	f 65.100
hydraulische topstang	f 1.100
grondbak	f 1.650
kunstmeststrooier 1000 liter	f 7.450
weidesleep 5 m	f 2.900
cirkelmaaier met kneuzer 2,3 m	f 16.050
cirkelschudder 5,5 m	f 8.950
cirkelhark 4 m	f 7.900
landbouwwagen 4 ton	f 7.650
kunstmestsilo	f 6.150
behandelbox	f 1.400
kuilsnijder met doseerinrichting	f 13.300
hogedrukreiniger	f 3.200
brandstoftank 1200 liter	f 4.450

totaal f 185.300

Bijlage 6

Investerings en kosten van de bedrijfsinrichting

Omschrijving	Nieuwwaarde	Jaarlijkse kosten
Uitgangsbetrijf		
werktuigenpark	f 185.300	f 32.705
bedrijfsinrichting:		
– mestverwerking	f 49.000	f 9.310
– melkwinning	f 77.150	f 16.055
– voerverstrekking	f 41.310	f 9.200
– bedrijfsleiding	f 10.500	f 2.575
	<u>f 177.960</u>	<u>f 37.140</u>
AMS bedrijf		
werktuigenpark	f 169.250	f 29.452
bedrijfsinrichting:		
– mestverwerking	f 49.000	f 9.310
– melkwinning	f 200.000	f 64.945
– voerverstrekking	f 22.900	f 4.600
– bedrijfsleiding	f 10.500	f 2.575
	<u>f 282.400</u>	<u>f 81.430</u>
AMS + IVS bedrijf		
werktuigenpark	f 164.350	f 28.262
bedrijfsinrichting:		
– mestverwerking	f 49.000	f 9.310
– melkwinning	f 200.000	f 64.945
– voerverstrekking	f 214.900	f 67.524
– bedrijfsleiding	f 10.500	f 2.575
	<u>f 474.400</u>	<u>f 144.354</u>

Bijlage 7 Arbeidsbehoefte overzicht

Omschrijving	Uitgangs- bedrijf mu	AMS- bedrijf mu	% t.o.v. uitgangs- bedrijf	AMS+ IVS- bedrijf mu	% t.o.v. uitgangs- bedrijf
* weidebouw					
voerwinning	155	301	194	301	194
grasl. verzorging	223	111	50	111	50
maïs	2	2	100	2	100
<hr/>					
* veeverzorging – melkvee					
melken	978	–		–	
bijkomend werk	748	604		604	
voeren/naverd.	237	336		–	
uithalen voer	195	278		210	
reinigen gang	191	254		127	
opstallen/omweiden	126	–		–	
veecontrole	150	150		150	
voortplanting/gezond- heidszorg	150	150		150	
	2775	1772	64	1241	45
<hr/>					
- jongvee					
voeren melk	313	313		313	
reinigen gang	33	41		41	
strooisel	52	79		79	
kr.voer voeren	25	26		7	
ruwvoer voeren	66	109		4	
uitmesten	23	23		23	
	512	591	115	467	91
<hr/>					
* algemeen werk					
erf/gebouwen	203	200		200	
voer/mestopslag	25	25		25	
werktuigen/installaties	118	118		118	
calamiteiten/transport	85	85		85	
afrastering/kavelpaden	85	9		9	
administratie	63	63		63	
bedrijfsleiding 175	175		175		
	754	675	90	675	90
<hr/>					
totaal	4421	3452	78	2797	63
<hr/>					
per koe	55,3	43,2		35,0	
<hr/>					
* trekkertijd					
voeren	178	241		–	
(voer)transport	255	338		270	
voerwinning	207	253		253	
kunstmest/sleep	156	113		113	
	796	945	119	636	80

Bijlage 9

Resultaten bedrijfsbegrotingen

Omschrijving	Uitgangs- bedrijf	Bedrijf + AMS	Bedrijf + AMS + IVS
Opbrengsten	528.920	588.640	588.640
Toegerekende kosten			
voerkosten	86.810	105.470	105.470
overige	97.240	125.890	125.890
totaal	184.050	231.360	231.360
Saldo	344.870	357.280	357.280
Niet toegerekende kosten			
grondlasten	43.750	43.750	43.750
gebouwkosten	76.460	79.480	76.570
werktuigenkosten	32.710	29.450	28.260
bedrijfsinrichtingskosten	37.140	81.430	144.360
algemene kosten	15.010	15.010	15.010
totaal	205.070	249.120	307.950
Ondernemersoverschot	139.800	108.160	49.330
Berekend loon	50.000	50.000	50.000
Arbeidsinkomen	89.800	58.160	-/ 670

De berekeningswijze is globaal weergegeven in onderstaand schema:

Totaal opbrengsten – Toegerekende kosten *) = Saldo
Saldo – Niet toegerekekende kosten **) = Ondernemersoverschot
Ondernemersoverschot – Berekend loon = Arbeidsinkomen

*) Toegerekende kosten zijn o.a.: voerkosten, veekosten, graslandkosten, kosten t.b.v. loonwerk en voedergewassen.

**) Niet toegerekende kosten zij o.a.: grondkosten, gebouwkosten en werktuigenkosten.