

J. Dommerholt

*Vakgroep Veefokkerij, Landbouwhogeschool, Wageningen*

## Correctie van de melkgift van koeien voor verschillen in leeftijd, seizoen en lactatiestadium

With summary

Correction of cows milk yield for differences  
in age, season and stage of lactation



*Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwsdocumentatie*

*Wageningen - 1975*

206 1039

ISBN 90 220 0587 9

De auteur promoveerde op 12 september 1975 aan de Landbouwhogeschool te Wageningen op een gelijkkluidend proefschrift tot doctor in de landbouwwetenschappen.

© Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1975.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced or published in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

# Abstract

Dommerholt, J. (1975) Correctie van de melkgift van koeien voor verschillen in leeftijd, seizoen en lactatiestadium (Correction of cows milk yield for differences in age, season and stage of lactation). Versl. landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Rep.) 844, ISBN 90 220 0587 9, (x) + 152 p., 8 figs, 51 tbs, 113 refs, Eng. and Dutch summaries.  
Also: Doctoral thesis, Wageningen.

To correct milk records for differences due to age and season of calving, the milk records of 4000 cows, with lactation length of 290-320 days, were analysed. The magnitude of the influences of age, season and herd on test-day, cumulative and lactation yield were determined. There was no interaction between age and season. The age effect on test-day yield explained 47% of the total sum of squares at 30 days and decreased to 5% at 270 days. The effect of age on lactation yield was 39%. The influence of season was about 0.5% at 30 days and 8.5% at 270 days. Herd effect was 25% on lactation yield and increased from 15 to 31% on test-day yield.

To standardize lactation and test-day yield, correction factors for age and season were tested with an independent sample of 2000 records. There were no differences whether lactation yield was corrected for season by additive or multiplication factors. For test-day yield additive factors had some advantage. Age differences can be corrected with multiplication factors over herd levels (in spite of a interaction between age and herd level).

Test-day yields have to be standardized for stage of lactation by multiplication factors within herd level.

Factors to be used for extrapolation of current lactations were calculated within subclass of age and season; three methods of extrapolation were tested in sample of 2000 records. The method with regression of remainder of lactation on last test-day yield had the smallest absolute difference and the highest correlation coefficient between estimated and calculated lactation yield. In practice the extrapolation parameters have to be calculated within subclass of age, season and herd level.

Data of incomplete records were analysed. The length of the records was related to the season of calving. The peak yield was positively related to the length of the records and the test-day yield for records with less than about 200 days decreased faster than for complete records.

# Inhoud

## *Termen en symbolen*

|       |                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | <i>Inleiding en probleemstelling</i>                                                                                                                                                                                          | 1  |
| 2     | <i>Literatuur</i>                                                                                                                                                                                                             | 4  |
| 2.1   | Invloeden op de melkhoeveelheid                                                                                                                                                                                               | 4  |
|       | Leeftijd 4 / Seizoen 7 / Bedrijf 8 / Gust-<br>periode en voorafgaande droogstand 9 / Ras 10                                                                                                                                   |    |
| 2.2   | Standaardisatie van de produktie                                                                                                                                                                                              | 11 |
| 2.2.1 | Corrigeerbare invloeden                                                                                                                                                                                                       | 11 |
|       | Leeftijd 12 / Seizoen 13 / Bedrijf 13                                                                                                                                                                                         |    |
| 2.2.2 | Methoden                                                                                                                                                                                                                      | 14 |
|       | Lactatieproduktie 14 / Dagproduktie 16                                                                                                                                                                                        |    |
| 2.3   | Methoden voor extrapolatie van de deellijsten                                                                                                                                                                                 | 17 |
| 2.4   | Afgebroken lijsten                                                                                                                                                                                                            | 18 |
| 3     | <i>Gebruikte melkcontrolegegevens</i>                                                                                                                                                                                         | 20 |
| 4     | <i>Oorzaken van variantie in melkproduktie</i>                                                                                                                                                                                | 22 |
| 4.1   | Materiaal                                                                                                                                                                                                                     | 22 |
| 4.2   | Methoden                                                                                                                                                                                                                      | 23 |
| 4.3   | Resultaten                                                                                                                                                                                                                    | 30 |
|       | Interactie tussen leeftijd en seizoen 30 /<br>Leeftijd 30 / Seizoen 32 / Bedrijf 34 / Be-<br>drijfsniveau 36 / Samenhang leeftijd, seizoen<br>en bedrijf 36 / Relatie tussen dagproducties<br>en/of cumulatieve produkties 38 |    |
| 5     | <i>Standaardisatie en extrapolatie van de melkproduktie</i>                                                                                                                                                                   | 42 |
| 5.1   | Materiaal                                                                                                                                                                                                                     | 42 |
| 5.2   | Methoden                                                                                                                                                                                                                      |    |

|         |                                                                                                                               |     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.1   | Correctiefactoren                                                                                                             | 45  |
|         | "Gross" versus "paired comparison" 47 / Vergelijking van additieve en vermenigvuldigingsfactoren 48                           |     |
| 5.2.1.1 | Lactatieproductie                                                                                                             | 49  |
| 5.2.1.2 | Dagproductie                                                                                                                  | 50  |
| 5.2.2   | Extrapolatiefactoren                                                                                                          | 51  |
|         | Verhoudingsgetallen 51 / Regressiecoëfficiënten 52 / Verhoudingsgetallen versus regressiecoëfficiënten 54 / Regressiemodel 55 |     |
| 5.2.3   | Nauwkeurigheid van methoden                                                                                                   | 57  |
| 5.3     | Resultaten                                                                                                                    | 59  |
| 5.3.1   | Factoren                                                                                                                      | 59  |
|         | Lactatieproductie 59 / Dagproductie 62 / Deellijstproducties 69                                                               |     |
| 5.3.2   | Nauwkeurigheid                                                                                                                | 72  |
|         | Lactatieproductie 72 / Dagproductie 80 / Deellijstproducties 87                                                               |     |
| 6       | <i>Discussie over de resultaten van hoofdstuk 4 en 5</i>                                                                      | 93  |
| 6.1     | Materiaalstructuur en resultaten                                                                                              | 93  |
| 6.2     | Berekende lactatiecurve                                                                                                       | 94  |
| 6.2.1   | Niveau en vorm                                                                                                                | 94  |
| 6.2.2   | Invloed van leeftijd, seizoen en bedrijf op dag- en cumulatieve productie                                                     | 95  |
| 6.3     | Standaardisatie                                                                                                               | 98  |
| 6.3.1   | Lactatieproductie                                                                                                             | 100 |
| 6.3.2   | Dagproductie                                                                                                                  | 103 |
| 6.4     | Extrapolatie van deellijstproducties                                                                                          | 107 |
| 7       | <i>Afgebroken vaarzenlijsten</i>                                                                                              | 111 |
| 7.1     | Materiaal                                                                                                                     | 112 |
| 7.2     | Methoden                                                                                                                      | 113 |
| 7.3     | Resultaten                                                                                                                    | 114 |
| 7.3.1   | Afgebroken lijsten per klasse                                                                                                 | 114 |
| 7.3.2   | Dagproductie                                                                                                                  | 118 |
| 7.3.3   | Cumulatieve productie                                                                                                         | 121 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <i>Samenvatting</i> | 123 |
| <i>Summary</i>      | 132 |
| <i>Literatuur</i>   | 140 |
| <i>Bijlagen</i>     | 147 |

# Termen en symbolen

Bij het beschrijven van de resultaten uit de kleinste-kwadraten analyse ("least squares analysis") wordt in dit proefschrift uitgegaan van de gangbare Engelse nomenclatuur. Waar mogelijk, zijn deze Engelse begrippen in het Nederlands vertaald. Hieronder volgt een lijst van Nederlandse benamingen, met de Engelse term erachter.

|                                                     |                                            |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| gewogen gemiddelde                                  | overall mean ( $\mu$ )                     |
| kleinste-kwadraten-gemiddelde,<br>(k.k.-gemiddelde) | least squares constant,<br>(l.s. mean)     |
| kleinste-kwadraten-constante,<br>(k.k.-constante)   | least squares constant,<br>(l.s. constant) |

De gestandaardiseerde produkties worden als volgt aangeduid:

|                                                                      |                                             |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| L: gecorrigeerde lactatieproduktie                                   | adjusted lactation yield                    |
| D: gecorrigeerde dagproduktie                                        | adjusted test-day yield                     |
| S: gecorrigeerd voor seizoen <sup>1</sup>                            | adjusted for season                         |
| A: gecorrigeerd voor leeftijd <sup>1</sup>                           | adjusted for age                            |
| m: vermenigvuldigingsfactoren <sup>1</sup>                           | multiplication factors                      |
| a: additieve factoren <sup>1</sup>                                   | additive factors                            |
| h: vermenigvuldigingsfactoren<br>binnen bedrijfsniveaus <sup>1</sup> | multiplication factors within herd<br>level |
| o: vermenigvuldigingsfactoren<br>over bedrijfsniveaus <sup>1</sup>   | multiplication factors over<br>herd level   |

---

## 1. Index bij L of D.

Voorbeeld:

$L_{SaAo}$  = gestandaardiseerde lactatieproduktie met additieve correctiefactor voor seizoen en vermenigvuldigingsfactor over bedrijfsniveaus voor leeftijd/adjusted lactation yield with additive correction factor for season and multiplication factor over herd levels for age.

# 1 Inleiding en probleemstelling

In Nederland wordt van ruim 1,3 miljoen koeien de melkproduktie gecontroleerd. Van alle koeien wordt naast de hoeveelheid melk het vetgehalte per proefmelking geregistreerd en daaruit de volledige lactatieproduktie en, indien aanwezig, ook de 305-dagenproduktie berekend. Voor eerste-kalfskoeien wordt een opgave van de produktie over de eerste 100 dagen verstrekt. Daarnaast wordt de melk van het grootste deel van de koeien op eiwitgehalte onderzocht. Per bedrijf wordt bij iedere proefmelking de gemiddelde produktie per lacterende koe gegeven, alsmede die produktie na correctie voor afkalffleeftijd en lactatiestadium.

De gegevens die verkregen worden door de produktiecontrole vormen de basis voor een voortgaande genetische verbetering in de melkveepopulatie. Daarnaast kunnen deze gegevens van waarde zijn voor de bedrijfsvoering vanwege de relatie tussen voeding en produktie.

Genetische verbetering in de melkveepopulatie komt tot stand door selectie in de potentiële ouders van de volgende generatie. Direct worden de controlegegevens voor foktechnische maatregelen gebruikt om beslissingen te nemen over de koeien waar men kalveren van zal aanhouden om de veestapel te vervangen. Een schatting van de fokwaarde wordt gemaakt op grond van de lopende lijst, eventueel reeds afgesloten lijsten en de afstamming. Bij de selectie van stiermoeders wordt dezelfde informatie gebruikt. Ter evaluatie van de fokwaarde van potentiële vaderdieren is een snelle informatie gewenst. Om stieren aan te wijzen om de volgende generatie koeien voort te brengen, kunnen naast afgesloten lijsten gegevens van lopende lactaties gebruikt worden. Stiervaders worden aangewezen wanneer voldoende volledige lijsten bekend zijn.

Voor de bedrijfsvoering worden de melkproduktiegegevens op verschillende momenten gebruikt. Direct worden ze aangewend om de koeien te voederen in overeenstemming met de te verwachten produktie. Ook zijn ze een middel om het verloop van de produktie over de lactatie te beoordelen. Op wat langere termijn geven ze een indicatie over het verloop van de gemiddelde bedrijfsproduktie. Bij de vervanging van een deel van de veestapel door vaarzen, zal men die koeien opruimen waarvan verwacht wordt dat het toekomstig rendement lager is dan dat van de vaarzen.

Bij de beslissingen in de fokkerij en voor de bedrijfsvoering worden produkties van koeien met elkaar vergeleken. Daarbij moet rekening gehouden worden met systematische verschillen. Het met elkaar vergelijken van produkties uit verschillende lactatiestadia wordt bemoeilijkt doordat het produktieniveau gedurende de lactatie niet constant is. Na een stijging tot ca. 5-7 weken daalt de melkgift meer of minder snel tot het eind van de lactatie. Ook de leeftijd van de koe heeft invloed op het niveau van de produktie. De melkhoeveelheid van de gehele lactatie stijgt van de eerste, tweede en derde keer afkalven nog aanzienlijk, en bereikt in de vijfde-zesde lactatie op 7-8-jarige leeftijd de top. Het seizoen van afkalven bepaalt mede de hoogte van de lactatieproduktie en het lactatieverloop. Ook het tijdstip waarop de koe drachtig wordt blijkt van invloed op het verloop van de lactatiecurve. Het produktieniveau van de koeien is sterk afhankelijk van verschillende factoren in de bedrijfsvoering. Een indicatie daarvoor is het nauwe verband met het algehele produktieniveau van het bedrijf waar de produktie plaats vindt.

Het nemen van beslissingen in de rundveehouderij op grond van de informatie van actuele produktiegegevens wordt dus bemoeilijkt door deze systematische invloeden op de produktie. Dit onderzoek is ondernomen om de invloeden te kwantificeren en na te gaan op welke wijze actuele produktiegegevens ontdaan kunnen worden van de systematische verschillen, zodat de wezenlijke verschillen tussen koeien en groepen koeien voor de fokkerij en bedrijfsvoering duidelijker worden.

De afgeleverde melk wordt onder Nederlandse omstandigheden uitbetaald naar de hoeveelheid melk en de gehaltes aan vet en eiwit. Het gewicht dat op de verschillende componenten gelegd wordt is afhankelijk van de verwerkende industrie.

Van deze drie is de melkhoeveelheid het kenmerk met de grootste variatie. Veranderingen in de bedrijfsvoering zullen het grootste effect hebben op de melkhoeveelheid. In de fokkerij spelen de gehaltes, of combinaties van de hoeveelheid en gehaltes, namelijk de hoeveelheden vet en eiwit, een belangrijke rol. Wismans (1973) berekende dat de rangorde van vaderdieren op grond van de hoeveelheden melkvet en melkeiwit meer dan 96% van het geldelijk resultaat oplevert van dat verkregen door gebruik te maken van de rangorde op grond van de index, met daarin de melkhoeveelheid en de gehaltes aan vet en eiwit onder de verschillende Nederlandse uitbetalingssystemen.

Voor de fokkerij en de bedrijfsvoering is het grootste effect van vooruitgang te behalen via de melkhoeveelheid. De variatie in de hoeveelheden vet en eiwit loopt voor het grootste gedeelte via de variatie in de melkhoeveelheid. Bij dit onderzoek zullen we ons daarom beperken tot de melkhoeveelheid. In dit onderzoek zal gekeken worden naar de melkhoeveelheid per proefmelking, de produktie

over deellijsten en van de gehele lactatie.

In hoofdstuk 4 wordt nagegaan wat de belangrijkste invloeden op deze kengetallen van de melkhoeveelheid zijn. Hoofdstuk 5 behandelt de methoden van standaardisatie van dag- en lactatieproduktie door correctie voor leeftijd bij en seizoen van afkalven. Ook worden de methoden onderzocht om te corrigeren voor het verschil in produktieniveau gedurende de lactatie.

Koeien kunnen onderling vergeleken worden op grond van de produktie over lopende lijsten van verschillende lengtes. Ook kunnen naast deellijstprodukties reeds afgesloten lijsten aanwezig zijn. Om de informatie van lopende lactaties op de juiste wijze te beoordelen moet het effect van variatie in lengte van de lijst op de melkhoeveelheid uitgeschakeld worden. Daartoe worden in hoofdstuk 5 tevens methoden tot extrapolatie van deellijsten onderzocht. In de discussie wordt ingegaan op de merites en mogelijk gebruik van standaardisatie van dag- en lactatieprodukties en extrapolatie van deellijsten.

Een speciale categorie van deellijsten, afgebroken vaarzenlijsten, wordt in hoofdstuk 7 geanalyseerd op het verloop en niveau van de produktie, om de waarde van deze lijsten voor de fokwaardeschatting van stieren aan te geven.

## 2 Literatuur

In het literatuuroverzicht worden de meest relevante invloeden op de melkproduktie besproken. Voor het ontwikkelen van correctiefactoren voor systematische invloeden op de melkproduktie gaan we na, welk deel van de totale variantie door deze invloeden verklaard wordt. Daarna volgt een overzicht van methoden tot standaardisatie van de produktie door correctie voor systematische invloeden, en van methoden tot extrapolatie van deellijsten.

### 2.1 INVLOEDEN OP DE MELKHOEVEELHEID

Vele auteurs tonen aan dat verschillende niet-genetische oorzaken de melkhoeveelheid gedurende de lactatieperiode, en daarmee ook de totale lactatieproduktie, beïnvloeden.

De leeftijd bij afkalven heeft, evenals het seizoen van afkalven, invloed op de hoogte van de lactatieproduktie en het verloop van de lactatiecurve. Het verloop van de lactatiecurve wordt beïnvloed door verschillen in bedrijfsomstandigheden. Een maat voor deze verschillen is de gemiddelde bedrijfsproduktie. Het tijdstip van het begin van de nieuwe dracht en de daarmee samenhangende lengte van de lactatie verklaren een deel van de variantie in het verloop van de produktie tijdens de lactatie. Dit geldt eveneens voor de lengte van de voorafgaande droogstandperiode. Dat de vorm van de lactatiecurve mede bepaald wordt door het ras waartoe de dieren behoren, is aangetoond. Daarnaast kunnen streek- en jaarverschillen verschillen in produktie bewerkstelligen. Een overzicht van deze invloeden, met mogelijke wisselwerkingen, op het verloop van de lactatieproduktie is schematisch weergegeven in figuur 1.

In het literatuuroverzicht van de invloeden op de melkhoeveelheid zullen de verschillen die veroorzaakt worden door leeftijd, seizoen, bedrijf, gust-en droogstandperiode en ras aandacht krijgen. Tabel 1 geeft een overzicht van deze invloeden die door de verschillende auteurs zijn onderzocht.

*Leeftijd* De leeftijd zelf kan nauwelijks gezien worden als een eigenschap van het individu en wordt niet beïnvloed door genetische en milieuverschillen.

Fig. 1. Invloeden en mogelijke wisselwerkingen tussen de invloeden op de melkhoeveelheid gedurende de lactatie.

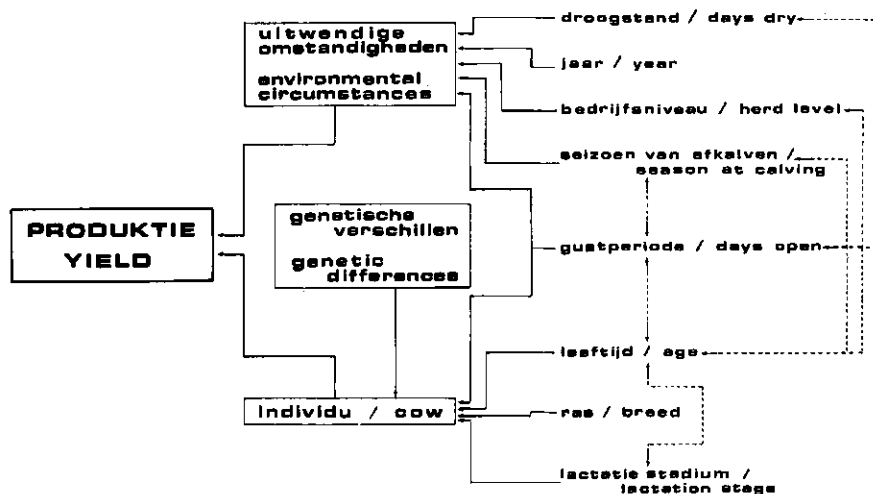


Fig. 1. Factors in milk yield during lactation and their potential relationships.

Leeftijd is slechts de tijd welke nodig is om een zeker stadium van ontwikkeling te bereiken. Omdat er een hoge correlatie is tussen de leeftijd en de fysiologische ontwikkeling wordt de leeftijd bij afkalven veelal gebruikt als maat voor de ontwikkeling bij melkvee.

De produktie neemt in afnemende mate toe met de leeftijd en bereikt een maximum wanneer de dieren 6 tot 8 jaar zijn. De produktie daalt weer wanneer de koeien nog ouder worden. Lush & Shrode (1950) stelden dat voor de aard van deze kromming geen algemene fysiologische theorie bestaat en dat de curve empirisch ontwikkeld moet worden.

De mate van ontwikkeling is afhankelijk van een complex van fysiologische en milieufactoren. De leeftijd-produktiecurve verschilt daarom van dier tot dier. Sanders (1928a) en Johansson & Hansson (1940) hebben verschillende leeftijd-produktiecurves gevonden binnen één ras, afhankelijk van het produktieniveau. Sanders (1928a), Lamb & McGilliard (1960, 1967a) en Gacula et al. (1968a) vonden verschillende leeftijd-produktiecurves voor verschillende rassen. Er zijn leeftijd-produktieverschillen tussen rassen binnen hetzelfde bedrijf. Hickman (1957) toonde dit aan bij dieren van de rassen Holstein en Jersey.

De meeste onderzoekers op het gebied van de leeftijd-produktierelatie hebben het leeftijdseffect bekeken zonder aandacht te schenken aan het lactatienummer, of het effect van het lactatienummer zonder de variatie in leeftijd

Tabel 1. Overzicht van de onderzochte invloeden op het verloop van de lactatie-curve.

| Auteur <sup>1</sup> | Leeftijd bij afkalven | Lactatie-nummer | Seizoen afkalven | Bedrijf        | Gustperiode en lactatielengte | Droogstand-periode | Ras            |
|---------------------|-----------------------|-----------------|------------------|----------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| 1                   | x                     |                 |                  |                | x                             |                    |                |
| 2                   | x                     | x               | x                | x              |                               |                    |                |
| 3                   | x                     | x               | x                | x              |                               |                    | x              |
| 4                   | x                     |                 | x                | x              |                               |                    |                |
| 5                   | x                     |                 | x                |                |                               |                    |                |
| 6                   |                       |                 |                  |                | x                             | x                  |                |
| 7                   | x                     | x               | x                | x              |                               |                    |                |
| 8                   | x                     |                 |                  |                | x                             |                    |                |
| 9                   | x                     |                 | x                |                |                               |                    | x              |
| 10                  | x                     |                 | x                |                |                               |                    | x              |
| 11                  | x                     |                 | x                |                |                               |                    |                |
| 12                  | x                     |                 | x                | x              |                               |                    |                |
| 13                  |                       | x               |                  |                |                               |                    |                |
| 14                  |                       |                 |                  |                | x                             | x                  |                |
| 15                  | x <sup>2</sup>        | x               | x                | x              | x                             | x                  |                |
| 16                  |                       |                 |                  |                | x                             | x                  |                |
| 17                  |                       |                 | x <sup>2</sup>   |                |                               |                    |                |
| 18                  | x <sup>2</sup>        |                 | x <sup>2</sup>   | x <sup>2</sup> | x <sup>2</sup>                |                    | x <sup>2</sup> |
| 19                  | x                     | x               | x                | x              | x                             |                    |                |
| 20                  | x                     | x               | x                |                |                               |                    |                |

| Author <sup>1</sup> | Age of calving | Laction number | Season of calving | Herd | Days open and lactation length | Dry period | Breed |
|---------------------|----------------|----------------|-------------------|------|--------------------------------|------------|-------|
|---------------------|----------------|----------------|-------------------|------|--------------------------------|------------|-------|

1.

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1: Doeksen & Heyboer, 1952        | 11: Spike & Freeman, 1967       |
| 2: Fritz et al., 1960             | 12: Gacula et al., 1968a        |
| 3: Lamb & McGilliard, 1960        | 13: Appleman et al., 1969       |
| 4: Van Vleck & Henderson, 1961b   | 14: Miller & Hoover, 1969       |
| 5: Van Vleck & Henderson, 1961c,e | 15: Witt et al., 1969           |
| 6: Smith & Legates, 1962          | 16: Schaeffer & Henderson, 1972 |
| 7: Syrstad, 1965                  | 17: Schlote, 1972               |
| 8: Lampo et al., 1966             | 18: Baptist, 1972               |
| 9: Lamb & McGilliard, 1967a       | 19: Auran, 1973                 |
| 10: McDaniel et al., 1967a        | 20: Keown & Van Vleck, 1973.    |

2. Eerste lactatie/First lactation.

Table 1. Review factors in the lactation curve investigated.

binnen lactaties te bekijken. Sommige onderzoekers hebben zowel aan leeftijd als lactatienummer aandacht geschonken. Johansson & Hansson (1940) vonden bij voor het eerst lacterende dieren een produktiestijging tot 34 maanden, waarna een

daling geconstateerd werd. Auran (1973) vond dat de persistentie van koeien in de tweede lactatie significant kleiner is dan van koeien in de eerste lactatie bij dezelfde leeftijd.

Het aantal voorafgaande lactaties blijkt invloed te hebben op de produktie. Johansson & Hansson (1940) wezen erop dat de ontwikkeling van de uier plaatsvindt gedurende de eerste 2 of 3 drachten en dat voor het aangeven van de mate van ontwikkeling rekening gehouden moet worden met zowel leeftijd als lactatienummer, tenminste bij de eerste lactaties. Mao et al. (1974) onderzochten de interactie tussen leeftijd en lactatienummer van dieren in de leeftijd van 31 tot 38 maanden. Deze interactie was significant in het model waarin leeftijd, lactatienummer en de interactie als vaste effecten waren opgenomen. Bij het model waarin ook het bedrijf-jaar-seizoen als effect werd opgenomen was die interactie niet significant.

Auran (1973) vond dat de leeftijdsinvloed op de maandelijkse proefmelkingen afneemt met het voortschrijden van de lactatie. In de eerste maand is deze 41% van de totale kwadraatsom en nog slechts 2% in de 8e, 9e en 10e maand. Bij de produktie over de eerste 90 dagen verklaarde de leeftijd 45% van de totale kwadraatsom en bij de produktie over 10 maanden 23%. Syrstad (1965) vond dat de gemiddelde kwadraatsom voor de leeftijd 12% was van de gemiddelde totale kwadraatsom van jaarprodukties. Gacula et al. (1968a) berekenden in een onderzoek waarin 5 rassen betrokken werden, een leeftijdsinvloed op lactatie-opbrengsten van 12,4% van de totale variantie bij Guernsey, tot 25,1% bij Holstein dieren. Auran (1973) merkt op dat de grote verschillen in leeftijdsinvloed voor een deel verklaard kunnen worden door de verschillen in indeling in leeftijdsklassen en geanalyseerde modellen.

*Seizoen* Auran (1973) vond dat het effect van de maand van afkalven op de maandelijkse proefmelking en cumulatieve produktie minder groot is dan het leeftijdseffect. De invloed van de afkalfmaand wordt groter naar het eind van de lactatie. In de eerste lactatiemaand werd 1,8% van de totale kwadraatsom van de produktie verklaard en 7,8% in de zevende en achtste maand.

Gedurende de lactatie varieert de hoeveelheid melk door de uitwendige omstandigheden, behorend bij dat moment. Seizoensverschillen kunnen van wisselende grootte zijn en deellactaties worden daardoor minder beïnvloed door schommelingen in de uitwendige omstandigheden dan de gehele lactatie. Over de gehele lactatie kunnen seizoensinvloeden elkaar daarom geheel of ten dele opheffen. Auran (1973) vond dat dieren welke in maanden met de hoogste beginproduktie afkalven in de eindmaanden van de lactatie de laagste produktie hebben. Hiermee

wordt de relatief geringe invloed van de kalfmaand op de cumulatieve produktie van lijsten langer dan 5 maanden, verklaard. Ook aan de hand van melkproductiegegevens van Israëliische vaarzen (Fimland et al., 1972) werd dit gevonden. De variantie in produktie over de eerste 122 dagen werd voor 2,2% verklaard door het seizoen van afkalven. Over de volledige lactatie was dit 1%. Hickman & Henderson (1955) vonden dat het seizoen van afkalven verantwoordelijk was voor ca. 4% van de gemiddelde kwadraatsom van de produktie over de lactatie.

Onderzoek met Nederlands materiaal (MRY-ras) naar de invloed van de maand van afkalven op de eerste lactatieproduktie liet zien dat de produktie het hoogst was voor de afkalfmaanden november tot april, en het laagst voor juni tot september. Het verloop van de produktie wordt ook duidelijk beïnvloed door de maand van afkalven. De kalfmaanden mei tot juli laten zien dat de produktie relatief hoog begint en laag eindigt. De lactaties die in de winter beginnen vertonen een vlakker verloop (Hilbrands, 1961).

Wood (1970) en Auran (1973) gingen de invloed van het seizoen van afkalven na door een indeling in klassen naar kalendermaand te maken. Andere auteurs voegden maanden samen naar gemiddelde produktie en de spreiding van de produktie tussen en binnen groepen van maanden. Fritz et al. (1960) vatten 2 opeenvolgende maanden samen. Fimland et al. (1972) gebruikten 3 seizoenen van verschillende lengte. Vier perioden van 3 maanden werden door Gacula et al. (1968a) en McDaniel et al. (1967a) gevormd. Anderen vonden een indeling in 2 seizoenen, met gelijke lengte (Sargent et al., 1967), of verschillende lengte (Lamb & McGilliard, 1967a; Miller & Henderson, 1968) voldoende. Een seizoensindeling zal dan ook afhankelijk zijn van klimatologische factoren en de bedrijfsvoering waaronder de produktie tot stand komt. Wood (1972) toonde aan dat onder uniforme omstandigheden waarbij gedurende het gehele jaar silagevoeding toegepast werd, de seizoensvariantie aanmerkelijk gereduceerd werd, vergeleken met de traditionele wijze van voeding en huisvesting.

*Bedrijf* Hickman & Henderson (1955), Van Vleck et al. (1961) en Pirchner (1970) berekenden de variantie in lactatieproduktie veroorzaakt door bedrijfsverschillen als percentage van de totale variantie. Pirchner (1970) verklaarde 36% van de variantie door bedrijfsverschillen, Hickman & Henderson (1955) 30% en Van Vleck et al. (1961) vonden voor eerste lactaties 29,1% en voor tweede lactaties 28,2%. Auran (1973) vond dat 28% van de gemiddelde kwadraatsom van de lactatieprodukties van koeien van alle leeftijden verklaard werd door de bedrijven waar de produktie plaatsvond. Op de maandelijkse produkties was de bedrijfsinvloed het grootste gedurende de 4e, 5e, en 6e lactatiemaand (ca. 24%). Naar het eind

van de lactatie nam de bedrijfsinvloed af (10e lactatiemaand 9,5%). Op de cumulatieve produktie was de bedrijfsinvloed het kleinst op de produktie over een maand en nam langzaam toe met het voortschrijden van de lactatie (16,8% - 27,8%).

Naast de methode van het opnemen van de bedrijven als effect in de variantie-analyse werd door Auran (1973) gewerkt met modellen waarin de regressie op het bedrijfsgemiddelde was opgenomen. In deze analyse met de regressie op het bedrijfsgemiddelde als verklarende werd 5% tot 23% van de totale kwadraatson van de maandelijkse produkties verklaard. Ook in deze analyse werd gevonden dat de hoogte van de produktie in de middelste maanden van de lactatie het meest beïnvloed werd door het gemiddelde bedrijfsniveau. Op de cumulatieve produktie nam de invloed toe gedurende de gehele lactatie.

*Gustperiode en voorafgaande droogstand* Gavin (1913) en Sanders (1928b) vonden dat de produktie gedurende de lactatie 16 tot 20 weken na het moment van conceptie sneller gaat dalen. Een van de eerste theorieën was dat de versnelde daling in produktie verklaard moest worden uit de aanspraak van de zich ontwikkelende vrucht. Volgens Smith & Legates (1962) is dit twijfelachtig daar meer dan de helft van de foetale groei plaatsvindt gedurende de laatste 60 dagen van de dracht. Uit een overzicht door Reece (1958) blijkt dat geen van de gangbare theorieën de versnelde produktiedaling die samengaat met de dracht volledig kunnen verklaren.

Onderzoek naar de grootte van de invloed van de lengte van de gustperiode, waarmee we de periode tussen kalven en conceptie aanduiden, op de melkproduktie is gedaan door Smith & Legates (1962), Lampo et al. (1966), Wilton et al. (1967), Miller & Hoover (1969), Witt et al. (1969) en Schaeffer & Henderson (1972). Schaeffer & Henderson (1972) onderzochten naast de invloed van leeftijd en seizoen, de invloed van de lengte van de gustperiode op de produktie over 10 maanden. Conceptie in de eerste 3 maanden van de lactatie gaf geringe verschillen in produktie te zien. Na de derde lactatiemaand nam het verschil tussen de groepen die tussen 20-29 en die tussen 200-209 dagen drachtig werden toe van 300 kg over drie tot 1600 kg over tien maanden.

De invloed van het moment van conceptie is gering wanneer voor de variatie in lengte van de lactatie gecorrigeerd wordt (Witt et al., 1969). Zonder correctie voor de lengte van de lactatie vonden Witt et al. (1969) dat dieren die in de eerste of tweede lactatiemaand drachtig worden 167, 147, 446 en 742 kg melk minder produceren dan dieren die in de 6e lactatiemaand drachtig worden, over resp. 1-100, 101-200, 201-305 en 1-305 dagen. De lengte van de gustperiode verklaarde 6,5%, 4,3% en 4,2% van de variantie in 305-dagenproduktie voor respec-

tievelijk de eerste, tweede en derde lactatie (Smith & Legates, 1962). In het onderzoek van Lampo et al. (1966) werd de melkproduktie van koeien tot de vijfde lactatiemaand niet beïnvloed door de lengte van de gustomperiode. Daarna daalde de dagelijkse melkgift van koeien die drachtig werden tussen 0-90 dagen sterker dan van dieren waarbij de conceptie later plaatsvindt. Deze daling in produktie wordt ook gevonden in de zevende en achtste lactatiemaand bij koeien die drachtig worden tussen 91 en 180 dagen.

Een voorafgaande droogstand van 1 maand gaf in het onderzoek van Witt et al. (1969) over de eerste 100 dagen 213 kg minder melkproduktie te zien dan gemiddeld. Over 305 dagen was dit 244 kg bij een gemiddelde produktie van 4446 kg. Smith & Legates (1962) en Schaeffer & Henderson (1972) vonden dat de lengte van de voorafgaande droogstand weinig invloed heeft op de produktie. In het onderzoek van Smith & Legates (1962) werd over 90- en 305-dagenproduktie 0,6% en 0,3% van de totale variantie verklaard door de lengte van de droogstandperiode. Johansson (1961) concludeerde dat de optimale lengte van de droogstandperiode 35-40 dagen is.

*Ras* Verschillen in melkproduktiehoeveelheid die we kunnen toeschrijven aan het ras waar de dieren deel van uitmaken, zijn bekend. Verschillen in produktieniveau zijn in het kader van standaardisatie en extrapolatie van de produktie niet belangrijk. Ten aanzien van standaardisatie voor systematische verschillen en extrapolatie van deellijsten, zijn wij geïnteresseerd in het al dan niet aanwezig zijn van een interactie tussen ras en andere invloeden op de produktie.

Lamb & McGilliard (1960, 1967a), McDaniel et al. (1967a) en Gacula et al. (1968a) gingen na of voor verschillende rassen de verhouding tussen produktie over deellijst en over volledige lijst identiek is. Gacula et al. (1968a) kwamen in een onderzoek naar de invloed van bedrijf, jaar, seizoen en leeftijd op de melkproduktie van de rassen Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey, Holstein, en Jersey tot de conclusie dat de verschillen in vorm van de lactatiecurve tussen rassen toegeschreven moeten worden aan onderscheiden seizoensinvloeden in de gebieden van herkomst. In de onderzoeken van Lamb & McGilliard (1960, 1967a) zijn de verhoudingen tussen deel- en volledige lijst voor de rassen, welke ook Gacula et al. (1968a) analyseerden, onderscheiden. De verhoudingen voor Holstein en Brown-Swiss dieren lijken dezelfde te zijn, terwijl die voor het Guernsey-ras overeenkomen met die van de Jersey. Holstein dieren vertonen een vlakke lactatiecurve dan dieren welke tot de rassen Guernsey en Jersey behoren. Ook McDaniel et al. (1967a) kwamen tot de conclusie dat de vorm van de lactatiecurve beïnvloed wordt door het ras. Berge (1949) vond dat eveneens.

## 2.2 STANDAARDISATIE VAN DE PRODUKTIE

Het doel van het standaardiseren van de produktie is: corrigeren voor die omstandigheden welke afwijken van de te kiezen referentie. De standaardisatie mag geen variantie wegnemen welke van belang is voor het schatten van de produktie-aanleg van een koe. Dat dit moeilijkheden kan geven toont de regressie van produktie op leeftijd. Bij lagere leeftijdsklassen zijn minder dieren vanwege geringe produktie opgeruimd dan in hogere klassen. De stijging in produktie met de leeftijd zal kleiner zijn dan de regressie aangeeft. Een voorstelbare verstrengeling van effecten krijgen we bij een seizoensgebonden afkalfpatroon, waarbij de tussen kalftijd langer of korter is dan een jaar.

### 2.2.1 *Corrigeerbare invloeden*

Zoals we gezien hebben in het literatuuroverzicht van de niet genetische verschillen in melkproduktie, is de leeftijd een belangrijke verklarende factor. Het leeftijdseffect is zeer grondig onderzocht (tabel 1). De auteurs kwamen tot de conclusie dat produktiestaten gecorrigeerd moeten worden voor de verschillen in leeftijd bij afkalven om deze vergelijkbaar te maken.

Het effect van het seizoen van afkalven op de produktie is veel onderzocht. De eenduidige aanbeveling om produktiegegevens te corrigeren voor de leeftijd ontbreekt voor het seizoenseffect. Verklaarbaar is dit, doordat het seizoen van afkalven minder aan het dier gebonden is. Verschillen in klimatologische omstandigheden en bedrijfsvoering spelen hierbij een rol.

Miller et al. (1970a) vonden dat er een interactie bestaat tussen de leeftijd en het seizoen. Jonge koeien zouden minder geremd worden in produktie door het seizoen van afkalven dan oudere dieren. Deze interactie werd ook aangetoond door Van Vleck & Henderson (1961c), Gravir & Hickman (1966) en McDaniel et al. (1967a). Gravir & Hickman (1967) vonden een uniformere relatie tussen produktie en leeftijd over de seizoenen van afkalven wanneer eveneens het bedrijfsniveau als oorzaak van variantie werd beschouwd.

Zoals in tabel 1 is aangegeven zijn verschillende andere milieu-effecten onderzocht op hun invloed op de melkproduktie tijdens de lactatie. Overeenstemming over de grootte van de invloed van deze factoren is uit de literatuur niet te halen. Bij de analyse van in de literatuur vermelde resultaten zal dan ook slechts aandacht geschonken worden aan de effecten van leeftijd bij en seizoen van afkalven, en aan de verschillen tussen bedrijven.

*Leeftijd* Het doel van een leeftijdscorrectie op de produktie is alleen te corrigeren voor de leeftijd, onder de veronderstelling dat alle andere invloeden gelijk blijven. De gecorrigeerde produktie is dan een weergave van wat de koe geproduceerd zou hebben op een referentieleeftijd (Searle & Henderson, 1960).

De referentieleeftijd is tot nu toe veelal die leeftijd geweest, waarbij de koe de maximale lactatieproduktie bereikt. De leeftijdscorrectiefactoren die de Dairy Herd Improvement Association van het United States Department of Agriculture (USDA-DHIA) gebruikt voor fokwaardeschattingen van stieren en koeien corrigeren de lactatieproduktie tot "mature equivalent" (Kendrick, 1953; McDaniel et al., 1967b). Bij de centraal geregelde melkcontrole in Nederland wordt per proefmelking een bedrijfsgemiddelde berekend, dat gecorrigeerd is voor het lactatiestadium en de leeftijd van de koeien (Doeksen & Heyboer, 1952; Sybrandy, 1970a). Ook hierbij wordt als referentie voor de leeftijd de produktie van 8-jarige koeien gebruikt.

McDaniel (1973) gaf een overzicht van alternatieve referentieleeftijden. Aan de Cornell Universiteit heeft men, in samenwerking met de USDA, 4 referentieleeftijden onderzocht:

1. De gemiddelde en mediane leeftijd bij de eerste maal afkalven (27 maanden).
2. Leeftijd waarbij de produktie overeenkomt met het niet gecorrigeerde populatiegemiddelde (+ 43 maanden).
3. Gemiddelde leeftijd (+ 54 maanden).
4. Leeftijd waarbij maximale produktie bereikt wordt (6-7 jaar).

De meeste beslissingen in de fokkerij worden genomen op grond van gegevens uit de eerste lactatie. McDaniel (1973) stelt voor de gemiddelde leeftijd bij eerste maal afkalven als referentie te kiezen. De correctie naar de gemiddelde leeftijd bij eerste maal afkalven geeft voor de grootste leeftijdsklasse de kleinste afwijkingen.

Regionale verschillen in de leeftijdsfactoren blijken veel geringer te zijn bij factoren met als referentie de leeftijd van 27 maanden, dan bij de leeftijd met maximale produktie. De referenties op gemiddelde leeftijd en leeftijd bij gemiddelde produktie waren intermediair (McDaniel, 1973). Onder Nederlandse omstandigheden kunnen de correctiefactoren voor leeftijd en lactatiestadium beter gebaseerd worden op de produktie van vaarzen dan van 8-jarige koeien. Achtjarigen als referentie geeft grotere over- en onderschattingen bij verschillende bedrijfsniveaus. De afwijkingen zijn ook minder regelmatig dan bij factoren met de referentie op 2 jaar (Hövels, 1973).

Een voordeel van de vaarzenleeftijd als referentie is dat de variantie van gecorrigeerde produkties overeenkomt met de actuele. Andere referenties gaven

grotere varianties te zien; de leeftijd bij maximale produktie de grootste (McDaniel, 1973).

Selectie bij de overgang van de ene naar volgende lactatie heeft geen invloed op correctiefactoren welke gebaseerd zijn op de vaarzenleeftijd als referentie (Gravir & Hickman, 1966; Hickman & Gravir, 1968).

*Seizoen* De invloed van het seizoen van afkalven op de produktie is steeds onderzocht samen met de leeftijdsinvloed, of ook met de effecten van andere factoren. Een interactie tussen leeftijd en seizoen van afkalven op de lactatieproduktie is in verschillende onderzoeken aangetoond (Van Vleck & Henderson, 1961c; Gravir & Hickman, 1966; Wunder & McGilliard, 1967; Miller et al. 1970a; Keown & Van Vleck, 1973; Miller, 1973).

De relatie tussen leeftijd en lactatieproduktie is voor de seizoenen (voor- en najaar) verschillend (Gravir & Hickman, 1966). De additieve toename in produktie van 2 jaar tot volwassen leeftijd is kleiner bij zomer-(1463 kg) dan bij herfst- en winterkalvende (1881 kg) dieren (Miller et al., 1970a). De grootte van de toename is afhankelijk van het bedrijfsniveau (Miller, 1973).

De procentuele verschillen in produktie tussen de seizoenen van afkalven zijn constant voor 3 niveauklassen van bedrijfsproduktie (Syrstad, 1965; Miller, 1973).

Bij extrapolatie van deellijsten is het belangrijk om naast leeftijd en lactatiestadium het seizoen van afkalven in beschouwing te nemen. De verschillen in de extrapolatiefactoren door het seizoen van afkalven zijn vooral belangrijk in het begin van de lactatie (Keown & Van Vleck, 1973).

*Bedrijf* Verschillen in produktie kunnen voor een groot deel (ca. 30-35%) verklaard worden door verschillen in niveau van gemiddelde bedrijfsproduktie. Het schatten van de erfelijke aanleg van koeien geschiedt door zoveel mogelijk niet-genetische oorzaken van verschillen in produktie uit te schakelen. Voor verschillen door het bedrijf wordt gecorrigeerd door de produktie van de dieren weer te geven als afwijking van het bedrijfsgemiddelde, of te corrigeren met de regressie op het bedrijfsgemiddelde (Heidhues et al., 1961; Rittler et al., 1967; Pirchner, 1970; Dommerholt, 1972).

Bij standaardisatie van produktie en extrapolatie van deellijsten moet rekening gehouden worden met de verschillen in gemiddelde bedrijfsproduktie wanneer interacties bestaan tussen het niveau van bedrijfsproduktie en andere invloeden op de produktie.

Interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau op de lactatieproduktie is

beschreven door Syrstad (1965) en Miller (1973). Wanneer de produkties per leeftijdsklasse uitgedrukt worden als percentage van een referentieklassse zijn de verschillen tussen de bedrijfsniveaus afwezig (Syrstad, 1965; Miller, 1973). Ook Searle & Henderson (1959) en Hickman (1962) vonden dat er een interactie bestaat tussen de leeftijd en het bedrijfsniveau op de lactatieproduktie.

Miller et al. (1970a) en Miller (1973) wezen op de interactie tussen seizoen en bedrijfsniveau.

### 2.2.2 Methoden

Het in de literatuur beschreven onderzoek naar de standaardisatie van produktie handelt voornamelijk over volledige lijsten. Onderzoek naar de mogelijkheden om te komen tot standaardisatie van de melkhoeveelheid per proefmelking, hierna *dagproduktie* te noemen, is weinig gedaan. Hierna zal bekeken worden wat de gebruikte methodieken zijn bij het opstellen van standaardisatiefactoren voor de lactatie- en dagproduktie.

*Lactatieproduktie* Bij het ontwikkelen van correctiefactoren voor de leeftijd bij afkalven komen de volgende methoden in aanmerking.

1. De "gross comparison method" waarbij produkties per leeftijdsklasse worden samengevoegd. Uit de gemiddelde produktie van de leeftijdsklassen wordt het leeftijdseffect berekend.

2. De "paired comparison method", waarbij produkties van dezelfde koe in opeenvolgende jaren met elkaar worden vergeleken. Het leeftijdseffect wordt berekend uit de verandering in produktie in opeenvolgende jaren.

Aan de relatieve waarde van deze twee methoden is veel aandacht geschonken. De resultaten uit de "gross comparison" zijn niet zuiver door de voortgaande selectie op melkproduktie (Sanders, 1928a). De grootte van de afwijking is afhankelijk van de intensiteit van selectie. Ook de "paired comparison method" staat onder invloed van de selectie. Worden alle koeien geselecteerd op eigen produktie, dan zal de verhouding van de afwijkingen van de 2 methoden ("gross" versus "paired")  $-t/(1-t)$  zijn, waarbij  $t$  de herhaalbaarheid tussen lijsten is (Lush & Shrode, 1950). De grootte van het verschil tussen de afwijkingen van "gross" en "paired" is afhankelijk van de informatie waarop de selectie gebaseerd wordt. De voorspelde toename in produktie van eerste-kalfsdieren naar volwassen leeftijd wordt overgewaardeerd met de "gross comparison method" en onderschat met de "paired comparison method".

Het verschil tussen het gemiddelde van alle volledige lijsten bij een

bepaalde leeftijd en het gemiddelde van koeien die tenminste 2 opvolgende lijsten hebben, was 1,5-2% (Johansson & Hansson, 1940; Syrstad, 1960). De afwijking door selectie zal in de meeste gevallen niet groter zijn dan 1% per jaar, ongeacht de methode van leeftijdscorrectie (Syrstad, 1960). Miller (1964) vond tot de leeftijd waarop de maximale lactatieproductie bereikt wordt geen verschillen tussen "paired" en "gross comparison" factoren. Na deze leeftijd traden duidelijke verschillen op. Met behulp van "maximum likelihood" technieken bepaalden Miller et al. (1966) het werkelijke leeftijdseffect. In het onderzochte model werden bedrijf, koe, jaar en leeftijd als effect opgenomen. De "gross comparison" factoren leken meer op de "maximum likelihood" factoren dan factoren gevonden met de "paired comparison", speciaal op oudere leeftijd. Bij Miller & Henderson (1968) lagen de "maximum likelihood" factoren intermediair tussen "gross" en "paired" factoren.

Genetische vooruitgang in de populatie heeft, op de factoren berekend met de "gross comparison method", een effect tegengesteld aan dat van selectie (Lush & Shrode, 1950). De genetische vooruitgang heeft geen invloed op de resultaten van de "paired comparison method". Veranderingen in uitwendige omstandigheden over de jaren waarin de lijsten tot stand zijn gekomen hebben wel invloed op de "paired comparison method".

Miller & Henderson (1968) en Miller et al. (1970b) gaven aan dat leeftijdscorrectiefactoren welke berekend zijn middels de "gross comparison method" afwijkingen vertonen wanneer leeftijd en seizoen verstrengeld zijn met de bedrijfsproductie.

Het gebruik van vermenigvuldigingsfactoren veronderstelt dat de productie van koeien van gelijke leeftijd binnen bedrijven met verschillend niveau van productie evenredig met de geproduceerde lactatie-opbrengst toeneemt. Deze toename is onafhankelijk van de bedrijfsverschillen; alleen de reeds geproduceerde hoeveelheid is beïnvloed door het bedrijf. Searle & Henderson (1959) introduceerden een methode waarbij de stijging in productie met de leeftijd gedeeltelijk afhankelijk is van de gemiddelde bedrijfsproductie. De leeftijdsfactoren zijn opgebouwd uit een additief en vermenigvuldigingsdeel, nl. de lineaire regressiecoëfficiënt van het verschil in productie tussen de betreffende leeftijdsklasse en volwassen koeien op het voor de leeftijd gecorrigeerde bedrijfsgemiddelde. De regressiecoëfficiënten werden verkregen middels iteratie. Zij noemden de methode "within-herd additive gross comparison factors". Alle bedrijfsgenoten van dezelfde leeftijd krijgen dezelfde correctie op de lactatieproductie. Dit veronderstelt dat van koeien met verschillende genetische aanleg de productie met dezelfde hoeveelheid toeneemt bij het ouder worden. De

"within-herd comparison factors" werden door Searle (1962) vergeleken met vermenigvuldigingsfactoren. Hij concludeerde dat de interactie tussen leeftijd en bedrijfsproductie wat groter is bij produkties gecorrigeerd door middel van vermenigvuldigingsfactoren, dan bij de werkelijke produkties. Voor de met "within-herd additive factors" gecorrigeerde produkties was deze interactie ongeveer gelijk met die voor de werkelijke produkties.

Wanneer er duidelijke verschillen zijn in gemiddelde bedrijfsproductie, moeten lactatieprodukties gecorrigeerd worden met vermenigvuldigingsfactoren en niet met additieve factoren (Syrstad, 1965; Miller, 1973).

*Dagproductie* Doeksen & Heyboer (1952) ontwikkelden "gross comparison" factoren voor de leeftijd bij afkalven en het stadium van lactatie voor de dagproductie. Als referentieleeftijd gebruikten zij de bij afkalven 8-jarige koe en als referentieniveau van produktie de maximale dagproductie. De bedoeling van Doeksen & Heyboer (1952) was om met deze factoren de bedrijfsproductie op ieder moment te volgen, onafhankelijk van de leeftijdsopbouw van het bedrijf en het lactatiestadium waarin de in produktie zijnde dieren verkeren. Per maand van afkalven werd de produktie van 40 koeien met de leeftijden 2, 3, 4, 5, 6, 7 + 8 en 9 + 10 jaar gevolgd. De proefmelkgegevens van deze dieren, aangevuld met de gegevens van 67 12-jarige en 38 13- + 14-jarige dieren, werden per leeftijdsklasse over de afkalfmaanden samengevoegd. Aan de hand van de gemiddelde lactatiecurve per leeftijdsklasse werden door interpolatie de vermenigvuldigingsfactoren ontwikkeld per vijfdaagse periode. Ook ontwikkelden zij vermenigvuldigingsfactoren voor leeftijd en lactatiestadium voor een afwijkend lactatieverloop door een verlaat tijdstip van conceptie. Van de achtste tot de zestiende controle (15-daagse perioden) was de procentuele teruggang in produktie vrijwel constant, waarna een sterkere daling in produktie optrad. Na de zestiende controle verlengden zij de vermenigvuldigingsfactoren met resp. 1, 2, 3 en 4 maanden, door de gemiddelde procentuele daling van de vorige 4 maanden nog resp. 1, 2, 3 en 4 maanden te laten voortduren. Daarna volgt de procentuele teruggang van de produktie, zoals die in de lactatie met mediane lengte optreedt na de 16e (32 weken) controle tot het eind van de lactatie.

Naast Doeksen & Heyboer (1952) hebben Van Vleck & Henderson (1961c) verhoudingsgetallen berekend om dagprodukties te standaardiseren voor de leeftijd bij en seizoen van afkalven. Deze verhoudingsgetallen werden berekend door de gemiddelde produktie per lactatiemaand van de referentie (dieren van 72-77 maanden bij afkalven in één seizoen) te delen door het gemiddelde van de overeenkomende proefmelking van de lactaties in andere subklassen van leeftijd en seizoen.

### 2.3 METHODEN VOOR EXTRAPOLATIE VAN DE DEELLIJSTEN

De methoden van extrapolatie van deel- tot volledige lijsten laten zich naar de aard van de gehanteerde berekeningswijze voor de extrapolatiefactoren indelen in verhoudingsgetallen en regressiecoëfficiënten. Verhoudingsgetallen voor de extrapolatie van deellijsten werden ontwikkeld door Cannon et al. (1942), Lamb & McGilliard (1960, 1967a); Van Vleck & Henderson (1961c); Syrstad (1964); McDaniel et al. (1967a); Appleman et al. (1969). De meeste auteurs berekenen de factoren als de verhouding tussen de gemiddelde lactatieproduktie en gemiddelde deellijst. Lamb & McGilliard (1967a) en Appleman et al. (1969) berekenden voor ieder dier de verhouding van lactatie- tot deellijstproduktie en middelden deze verhoudingen over de dieren.

Extrapolatiefactoren die met regressie-analyse zijn ontwikkeld, kunnen als volgt worden gegroepeerd:

1. De lactatieproduktie wordt door middel van lineaire regressie van lactatie- op deellijstproduktie geschat en daarna gestandaardiseerd als waren het volledige lijsten (Cannon et al., 1942, Schlote, 1972).
2. Van Vleck & Henderson (1961b, 1961e) standaardiseerden deellijsten voor leeftijd en seizoen en schatten daaruit de lactatieproduktie met behulp van lineaire regressiecoëfficiënt van gemiddelde gestandaardiseerde lactatie- op deellijstproduktie. De regressie-analyse werd gedaan, binnen bedrijf (Van Vleck & Henderson, 1961b) en zonder rekening te houden met het bedrijfseffect (Van Vleck & Henderson, 1961e).
3. Een vereenvoudiging van de lineaire regressie van lactatie- op deellijstproduktie werd door Harvey (1959, geciteerd door Miller et al., 1972a) aanbevolen. Onder de veronderstelling dat deel- en lactatieproducties dezelfde variatiecoëfficiënt hebben, kan in plaats van de regressiecoëfficiënt van lactatie- op deellijst de correlatie tussen deze grootheden gehanteerd worden bij de extrapolatie. Het populatiegemiddelde voor deel-lactatieproducties is hierbij niet noodzakelijk.
4. Van Vleck & Henderson (1961b, 1961e) en Miller et al. (1972b) schatten de 305-dagenproduktie aan de hand van de multiële regressiecoëfficiënten van de lactatieproduktie op de proefmelkingen behorend bij de lactatie tot dat moment.
5. Miller et al. (1972b) komen tot een regressievergelijking waarbij aan de te extrapoleren deellijst het gemiddelde van betreffende subklasse voor het resterend deel van de lactatie wordt toegevoegd, samen met de lineaire regressie van het resterend deel van de lactatie op de laatste of meerdere voorafgaande proefmelkingen.

## 2.4 AFGEBROKEN LIJSTEN

De fokwaardeschatting van stieren voor de melkproduktiekenmerken is in Nederland gebaseerd op de produktie van de dochters in de eerste lactatie (Dommerholt, 1972). Lijsten langer dan 260 dagen worden als volledig beschouwd. Van lijsten die afgesloten worden na 305 dagen wordt de produktie over de eerste 305 dagen in de fokwaardeschatting betrokken. Van alle vaarzenlijsten wordt ca. 15-20% voor de 260e dag afgesloten. Een groot deel van de beschikbare informatie voor de fokwaardeschatting wordt niet gebruikt. Door extrapolatie van deze voortijdig afgebroken lijsten kunnen ze in de fokwaardeschatting worden opgenomen.

Wanneer het verloop van de produktie gedurende de lactatie van afgebroken lijsten dezelfde is als bij volledige lijsten kunnen extrapolatiefactoren gebruikt worden voor volledige lijsten. Om dit na te gaan moet een onderscheid gemaakt worden tussen lijsten welke opzettelijk afgebroken worden en lijsten welke niet opzettelijk vroegtijdig beëindigd worden. De niet opzettelijk afgebroken lijsten zullen geen verschil in produktieverloop vertonen met de volledige lijsten (Aulerich & McGilliard, 1966). De opzettelijk afgebroken lijsten hebben een lagere beginproduktie en een snellere daling dan volledige lijsten (Aulerich & McGilliard, 1966). Ook Baptist (1972) vond dat vaarzen waarvan de lactatie beëindigd was om produktieredenen een snellere daling in produktie hebben dan dieren die om andere reden voortijdig worden drooggezet.

Als het percentage van de dochterlijsten dat afgebroken wordt om produktieredenen niet van stier tot stier verschilt, zal het extrapoleren van afgebroken lijsten slechts bijdragen in de nauwkeurigheid van de fokwaardeschatting. Het zal geen invloed hebben op de rangorde van de stieren. Van Vleck (1962) vond dat slechts 5-7% van de vaarzenlijsten voortijdig werd afgebroken. Het opnemen van deze lijsten in de fokwaardeschatting had geen invloed op de produktievererving van de stieren. Powell et al. (1973) vonden dat van alle afgebroken vaarzenlijsten 82,4% opzettelijk werd beëindigd met een range van 68,3% tot 92,9% per individuele stier. Het percentage afgebroken lijsten per stier varieerde van 10,3 tot 26,2%.

Een samenhang tussen de vererving van de stier en het percentage afgebroken lijsten is aangetoond (Carter, 1968; Rausch et al., 1968; Powell et al., 1973). Tussen gepubliceerde fokwaardeschattingen voor de melkhoeveelheid en percentage onvolledige vaarzenlijsten vonden Powell et al. (1973) een correlatiecoëfficiënt van -0,79. Rausch et al. (1968) vonden een kleinere correlatie ( $r = -0,46$ ). Carter (1968) vond een correlatiecoëfficiënt van 0,41 tussen de produktie van de dochters en het percentage van de dochters dat een tweede lactatie had. Bij

Nederlands materiaal is ook op een duidelijk verband tussen de produktieverering van de stier en het percentage afgebroken lijsten geweest (Sybrandy, 1965). Scheer (1965) berekende een correlatiecoëfficiënt van  $-0,64$ .

### 3 Gebruikte melkcontrolegegevens

De uitvoering van en het toezicht op de melkcontrole in Nederland is in handen van de "Stichting Centrale Melkcontrole Dienst". De verzameling en analyse van de monsters geschiedt onder leiding van regionale organisaties. De gegevens worden met een centraal geplaatste computer verwerkt. In 1973 werd van ca. 1,25 miljoen koeien (59,3%), afkomstig van 45419 bedrijven de produktie gecontroleerd. Alle koeien werden gecontroleerd op de melkhoeveelheid en het vetgehalte en 99,0% ook op het eiwitgehalte. De melkcontrole geschiedt eens per twee, drie of vier weken, in resp. 0,2%, 84,4% en 15,4% van de gevallen (Stichting Centrale Melkcontrole Dienst, 1973).

Van de lactaties die begonnen zijn tussen 1-7-1970 en 30-6-1972 werden de proefmelkgegevens ten behoeve van dit onderzoek beschikbaar gesteld.

Per dier zijn de volgende gegevens bekend:

- koeregistratie, provincie-, vereniging- en lidnummer
- geboortedatum
- ras
- indien aanwezig, het registratienummer van de vader
- kalfdatum
- lactatiegegevens: melkhoeveelheid
  - vetgehalte
  - eiwitgehalte
  - lactatielengte in dagen
- 305-dagenlijst (lijsten  $\geq$  305 dagen): melkhoeveelheid
  - vetgehalte
  - eiwitgehalte
- controlefrequentie (2-, 3- of 4-wekelijks)
- gegevens per proefmelking: melkhoeveelheid
  - vetgehalte
  - eiwitgehalte
  - aantal dagen sinds de voorafgaande proefmelking
  - of kalfdatum

Ten behoeve van het onderzoek werd aan alle lactaties het bedrijfsgemiddelde toegevoegd. Dit bedrijfsgemiddelde werd berekend door gedurende een jaar (van 1 november tot en met 31 oktober) per proefmelking het aantal melkgevende koeien en de totale melk-, vet- en eiwithoeveelheid te vermenigvuldigen met het aantal dagen tussen de proefmelking en de voorafgaande (Sybrandy, 1970b). Per 1 november werd de gemiddelde bedrijfsproduktie berekend en meegegeven aan de jaargang lijsten die begonnen waren tussen 1 juli van het voorgaande jaar en 30 juni van hetzelfde jaar. In de maanden augustus tot en met december werd slechts 16% van de jaarlijkse inseminaties verricht (Jaarverslag K.I., 1971). Door dit seizoengebonden afkalfpatroon: het grootste deel van de geboortes in de winter en vroege voorjaarsmaanden, heeft de periode waarover het bedrijfsgemiddelde berekend wordt de grootste overlapping met de periode waarin de lactatieproducties tot stand komen.

Uit de proefmelkgegevens worden de voortschrijdende totalen, 305-dagen-productie en lactatieproduktie berekend volgens richtlijnen van het Europese Comité voor de Melkcontrole (1964).

## 4 Oorzaken van variantie in melkproduktie

Zoals we gezien hebben in het literatuuroverzicht, hebben vele factoren invloed op het verloop van de melkhoeveelheid gedurende de lactatie. De volgende oorzaken van variantie zijn gekwantificeerd: de leeftijd bij afkalven, seizoen van afkalven en het bedrijfseffect.

### 4.1 MATERIAAL

Van het door de Centrale Melkcontrole Dienst ten behoeve van dit onderzoek opgebouwde bestand werden de gegevens van 4000 lactaties uit de provincie Utrecht gekozen voor het kwantificeren van de effecten.

Per lactatie waren de volgende gegevens beschikbaar:

- volgnummer bedrijf
- leeftijd bij afkalven (in maanden)
- afkalfmaand
- melkhoeveelheid over de lactatie
- lactatielengte
- per proefmelking: aantal dagen tot voorafgaande proefmelking of lactatiebegin  
melkhoeveelheid (0,2 kg nauwkeurig).

Om eventuele invloeden van verschillen in streek, jaar van produktie en ras op het verloop van de melkhoeveelheid uit te sluiten waren deze gegevens afkomstig van koeien uit één provincie met afkalfperiode 1-7-1970 tot en met 30-6-1971, die behoorden tot het FH-ras. Er is getracht de invloed van verschillen in moment van conceptie te ontgaan, door alleen lijsten te nemen met een lactatielengte van 290 tot 320 dagen.

Voor het onderzoek was het noodzakelijk om de waarnemingen op gelijke momenten tijdens de lactatie te hebben. Door lineaire interpolatie tussen de melkhoeveelheid per proefmelking werden de dagproducties berekend op 10, 30, ..., 290 dagen (figuur 2). Indien na de 290e dag geen proefmelking plaatsvond werd de melkhoeveelheid op 290 dagen gelijk verondersteld aan die bij de voorgaande proefmelking. De dagproduktie op 290 dagen is niet in de analysecijfers

Fig. 2. Lactatiecurve door de gemeten melkhoeveelheid bij 12 proefmelkingen en de lactatiecurve door de geïnterpoleerde hoeveelheid op de 10e, 30e,....290e dag voor een individuele koe.



Fig. 2. Course of milk yield on 12 test days and as interpolated from yield on Day 10, 30,.... 290 of the cow's lactation.

opgenomen daar het gedeeltelijk geëxtrapoleerde cijfers zijn die moeilijk vergelijkbaar zijn.

Uit deze dagproducties werden de cumulatieve producties berekend op 20, 40, ..., 300 dagen volgens richtlijnen van het Europese Comité voor de Melkcontrole (1964). Bij de eerste proefmelking wordt de melkhoeveelheid vermenigvuldigd met het aantal dagen na afkalven plus 10 (3-weekse controle). Bij deze hoeveelheid wordt per proefmelking de hoeveelheid melk maal het aantal dagen tot voorgaande proefmelking geteld. De gemiddelde produktie van de berekende 300-dagenlijsten was 4799 kg (standaardafwijking  $s = 1035$  kg) en het gemiddelde van de actuele lactatieproducties 4808 kg ( $s = 1039$  kg). De correlatiecoëfficiënt tussen deze twee grootheden was 0,9969.

In tabel 2 zijn de gemiddelde dag- en cumulatieve producties gegeven met de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt ( $v$ ).

#### 4.2 METHODEN

De belangrijkste oorzaak van variantie in de melkhoeveelheid is de leeftijd bij afkalven. Leeftijd wordt meestal gemeten als werkelijke leeftijd of als

Tabel 2. Gemiddelden, standaardafwijkingen (s) en variatiecoëfficiënten (v) van dag- en cumulatieve produkties.

| Lactatiedag | Dagproduktie   |     |      | Dagen lactatie    | Cumulatieve produktie |      |      |
|-------------|----------------|-----|------|-------------------|-----------------------|------|------|
|             | gem.           | s   | v    |                   | gem.                  | s    | v    |
| 10          | 22,4           | 5,3 | 23,7 | 20                | 448                   | 106  | 23,7 |
| 30          | 22,9           | 5,3 | 23,1 | 40                | 906                   | 208  | 23,0 |
| 50          | 22,4           | 5,2 | 23,2 | 60                | 1353                  | 307  | 22,7 |
| 70          | 21,0           | 4,9 | 23,3 | 80                | 1774                  | 399  | 22,5 |
| 90          | 19,6           | 4,6 | 23,5 | 100               | 2166                  | 484  | 22,3 |
| 110         | 18,3           | 4,3 | 23,5 | 120               | 2532                  | 563  | 22,2 |
| 130         | 17,1           | 4,1 | 24,0 | 140               | 2874                  | 637  | 22,2 |
| 150         | 16,0           | 3,9 | 24,4 | 160               | 3195                  | 706  | 22,1 |
| 170         | 14,9           | 3,8 | 25,5 | 180               | 3493                  | 770  | 22,0 |
| 190         | 13,8           | 3,6 | 26,1 | 200               | 3769                  | 829  | 22,0 |
| 210         | 12,6           | 3,5 | 27,7 | 220               | 4021                  | 883  | 22,0 |
| 230         | 11,4           | 3,3 | 28,9 | 240               | 4249                  | 931  | 21,9 |
| 250         | 10,2           | 3,1 | 30,4 | 260               | 4454                  | 972  | 21,8 |
| 270         | 9,0            | 2,9 | 32,2 | 280               | 4635                  | 1005 | 21,7 |
|             |                |     |      | lact.             | 4808                  | 1039 | 21,6 |
|             | mean           | s   | C.V. | Time in lactation | mean                  | s    | C.V. |
| Test day    | Test-day yield |     |      | (day)             | Cumulative yield      |      |      |

Tabel 2. Means, standard deviations (s) and coefficients of variation (C.V.) for test-day yields and cumulative yield.

lactatienummer. Johansson & Hansson (1940) wezen erop dat men voor de mate van ontwikkeling van koeien naast de actuele leeftijd ook het aantal voorafgaande lactaties in ogenschouw moet nemen. De leeftijd bij afkalven van 9650 koeien tussen 18 en 168 maanden werd nagegaan. Deze dieren behoorden tot het FH-ras, hadden een lactatielengte van 290-320 dagen en waren afkomstig uit de provincie Utrecht. In figuur 3 zijn de aantallen tot de leeftijd van 137 maanden in klassen van twee maanden weergegeven om te laten zien welk aantal dieren op welke leeftijd de lactatie aanvangt. Niet direct is af te lezen dat dieren met dezelfde leeftijd een verschillend aantal lactaties volbracht hebben. De grootste groep van voor het eerst kalvende dieren wordt gevonden bij een leeftijd van 23 tot 27 maanden. Verschillend lactatienummer bij dezelfde leeftijd zal vooral voorkomen bij hogere leeftijdscategorieën.

Daar in ons materiaal geen codering naar het lactatienummer beschikbaar is, werd een klasse-indeling naar actuele leeftijd gekozen. In een vooronderzoek werden 14 leeftijdsklassen gehanteerd; één klasse voor diëren van 1 j. 10 mnd en

Fig. 3. Het aantal afkalvingen (n=9650) per afkalf-leeftijds-  
klasse van 2 maanden.

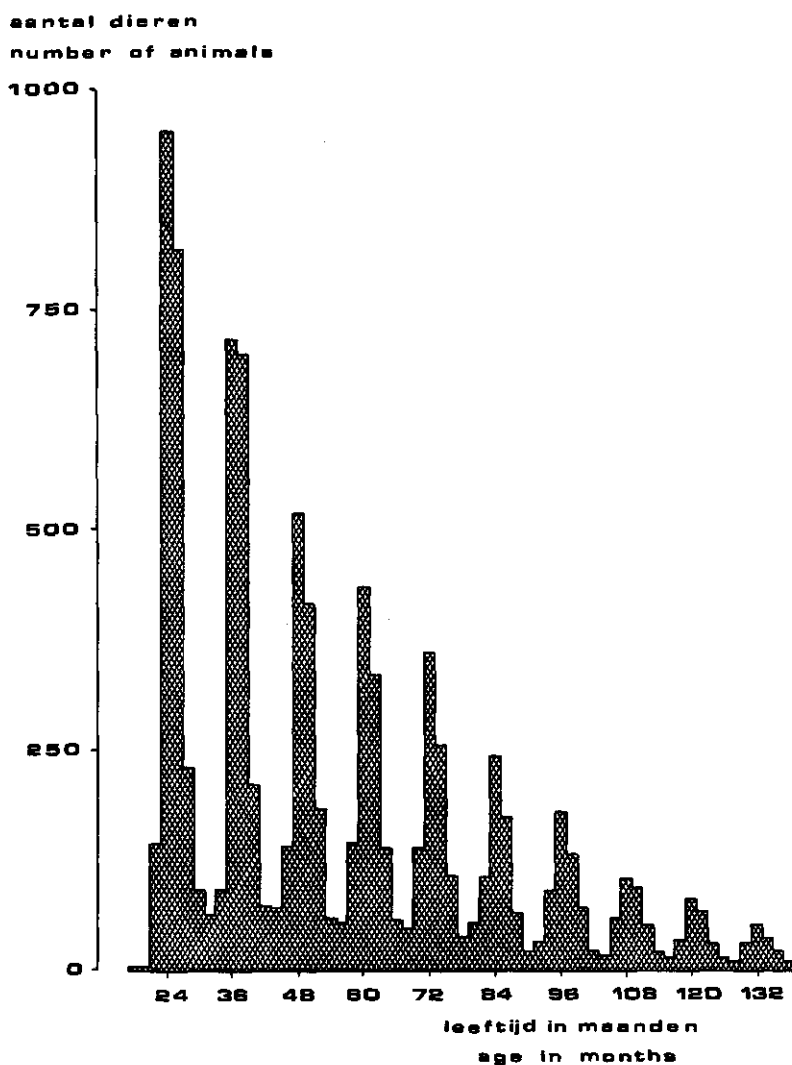


Fig. 3. Number of calvings (n=9650) according to cow's age  
class in intervals of 2 months.

1 j. 11 mnd, 4 klassen van 3 maanden voor de tweejarigen, 4 klassen van 6 maanden tot 5 jaar, 4 klassen van één jaar en de 14e klasse voor dieren van 9 en 10 jaar. Het aantal dieren per klasse en de gemiddelde produktie hebben geleid tot de leeftijdsklassen zoals in tabel 3 zijn weergegeven. Leeftijdsklasse 7 bevat naast de dieren die 5 j. 0 mnd tot en met 6 j. 11 mnd, ook die groep tussen de

Tabel 3. Verdeling van het materiaal over 8 leeftijdsklassen.

| Leeftijd<br>(jaren.maanden) | Klasse | Aantal dieren |
|-----------------------------|--------|---------------|
| 1.10 - 2.01                 | 1      | 426           |
| 2.01 - 2.05                 | 2      | 494           |
| 2.05 - 3.00                 | 3      | 230           |
| 3.00 - 3.06                 | 4      | 597           |
| 3.06 - 4.00                 | 5      | 196           |
| 4.00 - 5.00                 | 6      | 625           |
| 5.00 - 7.00                 | 7      | 878           |
| 7.00 - 9.00                 | 8      | 388           |
| 9.00 - 11.00                | 7      | 166           |

| Age<br>(years.months) | Class | Number of animals |
|-----------------------|-------|-------------------|
|-----------------------|-------|-------------------|

Table 3. Distribution of cows between 8 age classes.

Tabel 4. Verdeling van het materiaal in seizoensklassen naar afkalfmaand.

| Afkalfmaand                          | Klasse | Aantal dieren |
|--------------------------------------|--------|---------------|
| juli, augustus }<br>september 1970 } | 1      | 270           |
| oktober, november 1970               | 2      | 306           |
| december 1970, januari 1971          | 3      | 621           |
| februari, maart 1971                 | 4      | 1618          |
| april, mei, juni 1971                | 5      | 1185          |

| Month of calving | Class | Number of animals |
|------------------|-------|-------------------|
|------------------|-------|-------------------|

Tabel 4. Distribution of the cows according to month of calving.

9 en 11 jaar bij afkalven. In verloop en niveau van de produktie tijdens de lactatie bestond tussen deze twee groepen dieren geen significant verschil (getoetst met "Duncan's multiple range test"; Harvey, 1960).

Het afkalfpatroon is sterk seizoengebonden (figuur 4), met zeer weinig geboortes in de maanden juni tot november en ca. 75% in de maanden januari tot mei. Dieren van 4 j. 10 mnd tot 5 j. 4 mnd kalven relatief minder in de maanden juli t/m januari en meer in februari dan de groep van 1 j. 0 mnd tot 2 j. 4 mnd. Op grond van het aantal afkalvingen per maand en het verloop van de melkhoeveelheid gedurende de lactatie is gekozen voor seizoensklassen zoals in tabel 4 is aangegeven.

Fig. 4. Procentuele verdeling van het aantal afkalvingen naar kalendermaand voor twee leeftijdsgroepen koeien.

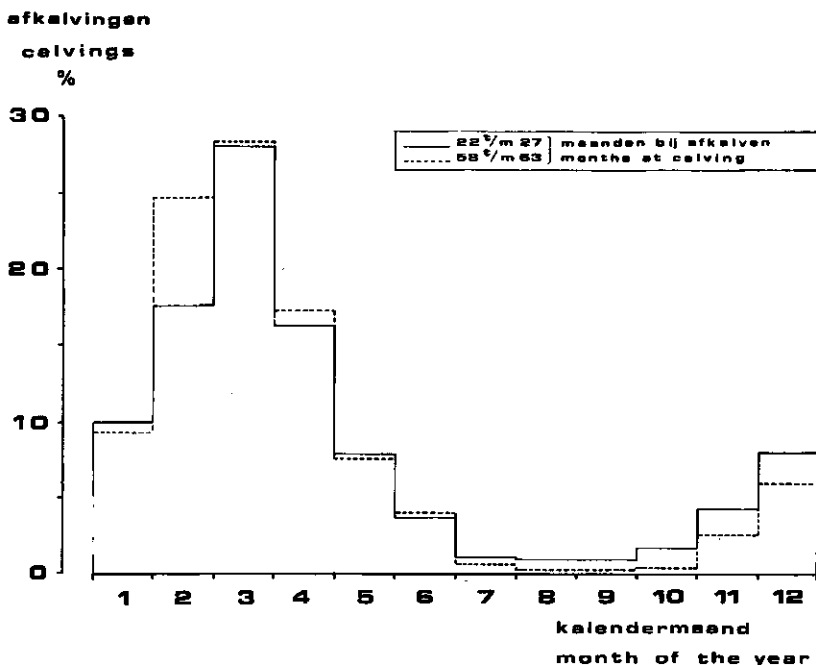


Fig. 4. Proportion of calvings in different months for cows of two age classes.

De aantallen per subklasse zijn niet gelijk. De additieve effecten zijn geschat door middel van de methode van de kleinste kwadraten (Harvey, 1960).

In de literatuur komt de interactie tussen leeftijd bij en seizoen van afkalven naar voren. Om in ons materiaal deze interactie te kwantificeren, werd de dagproductie geanalyseerd volgens de statistische modellen 1 en 2.

$$\text{model 1: } y_{ijk} = \mu + a_i + s_j + e_{ijk}$$

$$\text{model 2: } y_{ijk} = \mu + a_i + s_j + (as)_{ij} + e_{ijk}$$

waarin :  $y_{ijk}$  = dagproductie op 10, 30, ..., 270 dagen voor de  $k^{\text{de}}$  koe in leeftijdsklasse  $i$  en seizoensklasse  $j$

$a_i$  = effect van  $i^{\text{de}}$  leeftijdsklasse ( $i = 1, \dots, 8$ )

$s_j$  = effect van de  $j^{\text{de}}$  seizoensklasse ( $j = 1, \dots, 5$ )

$(as)_{ij}$  = effect van de interactie tussen  $i^{de}$  leeftijds- en  $j^{de}$  seizoensklasse

$e_{ijk}$  = restterm.

De randvoorwaarden werden gesteld:  $\sum_i a_i = \sum_j s_j = \sum_i (as)_{ij} = \sum_j (as)_{ij} = 0$ .

De cumulatieve produktie werd ook geanalyseerd volgens model 1. De oorzaken van variantie in dag- en cumulatieve produktie werden tevens berekend volgens:

$$\text{model 3: } y_{ijk} = \mu + a_i + s_j + b(X_{ijk} - \bar{X}) + e_{ijk}$$

$$\text{model 4: } y_{ijmk} = \mu + a_i + s_j + h_m + e_{ijmk}$$

$$\text{model 5: } y_{imk} = \mu + a_i + h_m + e_{imk}$$

$$\text{model 6: } y_{imk} = \mu + s_j + h_m + e_{jmk}$$

waarin :  $b$  = lineaire regressie van  $y_{ijk}$  op het bedrijfsgemiddelde  $X_{ijk}$   
 $h_m$  = effect van het  $m^{de}$  bedrijf.

De overige effecten zijn dezelfde als in model 1.

Om de vraag te beantwoorden of de grootte van het leeftijdseffect afhankelijk is van het niveau van de gemiddelde bedrijfsproduktie, is de interactie tussen leeftijd bij afkalven en bedrijfsniveau nagegaan. Hiertoe werden de 4000 lactaties ingedeeld in 3 groepen naar produktieniveau (tabel 5). Met deze indeling van het materiaal naar 3 bedrijfsniveaus werd voor de dag- en cumulatieve produktie het statistisch model 7 geanalyseerd.

$$\text{model 7: } y_{ijk1} = \mu + a_i + s_j + n_k + (an)_{ik} + e_{ijk1}$$

waarin :  $n$  = effect van het  $k^{de}$  bedrijfsniveau ( $k = 1, 2, 3$ )

$(an)_{ik}$  = effect van de interactie tussen leeftijd  $i$  en bedrijfsniveau  $k$ .

De overige effecten zijn dezelfde als in model 1.

Tussen de dagprodukties op 10, 30, ..., 270 dagen onderling, tussen de cumulatieve produkties op 20, 40, ..., 300 dagen onderling en tussen de dag- en cumulatieve produkties zijn de binnen-subklasse correlatiecoëfficiënten berekend uit de rest kwadraatsom en de som van de kruisprodukten uit model 4.

Tabel 5. Aantal dieren per bedrijfsniveau en leeftijdsklasse. Tussen haakjes het aantal bedrijven in het betrokken bedrijfsniveau.

| Leeftijdsklasse <sup>1</sup> | Niveau en bedrijfsproductie |                                 |                           |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                              | laag<br>< 4700 kg<br>(180)  | midden<br>4700-5400 kg<br>(255) | hoog<br>> 5400 kg<br>(68) |
| 1                            | 145                         | 208                             | 78                        |
| 2                            | 150                         | 253                             | 91                        |
| 3                            | 88                          | 105                             | 37                        |
| 4                            | 198                         | 291                             | 108                       |
| 5                            | 70                          | 100                             | 26                        |
| 6                            | 207                         | 296                             | 122                       |
| 7                            | 329                         | 513                             | 202                       |
| 8                            | 111                         | 199                             | 78                        |
|                              | low                         | medium                          | high                      |
| Age class <sup>1</sup>       | Level and herd yield        |                                 |                           |

1. Zie tabel 3/see Table 3.

Table 5. Number of animals per herd level and age class. In brackets the number of herds per herd level.

Voor het weergeven van de grootte van de additieve effecten van leeftijd, seizoen, bedrijf en de interacties wordt de terminologie van Searle (1971) gehanteerd. Hierin betekent  $R(\mu, a, b)$  de afname ("reduction") in de kwadraatsom van het volledige model met parameters  $\mu$ ,  $a$  en  $b$ . De afname in de kwadraatsom wordt weergegeven als deel van de totale kwadraatsom na correctie voor  $\mu$ . Deze parameter wordt aangeduid als determinatiecoëfficiënt ( $R^2$ ). In de te gebruiken notatie geeft dat:

$$R^2(\mu, a, b) = \frac{R(\mu, a, b)}{y'y - R(\mu)} = \frac{R(\mu, a, b)}{y'y - n\bar{y}^2} \times 100$$

$R(a|\mu, b)$  geeft de afname in de kwadraatsom van het model weer voor  $a$ , na correctie voor  $\mu$  en  $b$ . Ook deze afname in kwadraatsom zal als determinatiecoëfficiënt worden weergegeven na vermenigvuldiging met 100, nl.  $R^2(a|\mu, b)$ .  $R^2(a|\mu, b)$  is dus niet het kwadraat van de afname van de kwadraatsom voor het effect  $a$  na correctie voor  $\mu$  en  $b$ .  $R^2$  is de determinatiecoëfficiënt in procenten en  $(a|\mu, b)$  geeft aan dat het de determinatiecoëfficiënt betreft voor effect  $a$  in het model waarin  $\mu$ ,  $a$  en  $b$  zijn opgenomen.

### 4.3 RESULTATEN

*Interactie tussen leeftijd en seizoen* De interactie tussen leeftijd bij en seizoen van afkalven is, naast de effecten van leeftijd en seizoen (model 1), gering en in geen enkel lactatiestadium voor de dagproductie significant (tabel 6). De determinatiecoëfficiënt is kleiner dan 1% met de hoogste waarde op 270 dagen (0,62%) en de laagste (0,32%) bij 70 dagen. In de verdere analyse wordt dit interactie-effect buiten beschouwing gelaten.

*Leeftijd* De invloed van de leeftijd bij afkalven op de dag- en cumulatieve productie, berekend volgens model 4, is weergegeven in tabel 7.

Het volledige model voor de dagproductie verklaart maximaal ca. 69% van de variantie. Dit is het geval op 50-70 dagen. Bij het voortschrijden van de lactatie daalt het verklaarde deel tot ca. 49%. Het deel dat door het leeftijdseffect verklaard wordt is aan het begin van de lactatie ca. 46% en daalt sneller dan het deel dat verklaard wordt door leeftijd, seizoen en bedrijf samen. Op 270

Tabel 6. Determinatiecoëfficiënten ( $R^2 \times 100$ ) en F-waarde voor het interactie-effect tussen leeftijd en seizoen op de dagproductie.

| Lactatiedag | $R^2(a,s,as \mu)$ | $R^2(as \mu,a,s)$ | $F_{as}^1$ |
|-------------|-------------------|-------------------|------------|
| 10          | 52,00             | 0,48              | 1,40       |
| 30          | 51,74             | 0,37              | 1,10       |
| 50          | 51,24             | 0,36              | 1,03       |
| 70          | 49,98             | 0,32              | 0,90       |
| 90          | 47,41             | 0,34              | 0,90       |
| 110         | 45,11             | 0,37              | 0,96       |
| 130         | 44,03             | 0,46              | 1,16       |
| 150         | 42,50             | 0,55              | 1,36       |
| 170         | 40,28             | 0,48              | 1,14       |
| 190         | 37,16             | 0,38              | 0,86       |
| 210         | 32,32             | 0,38              | 0,79       |
| 230         | 27,36             | 0,60              | 1,16       |
| 250         | 23,45             | 0,55              | 1,01       |
| 270         | 18,23             | 0,62              | 1,07       |
| Lact.       | 44,27             | 0,27              | 0,68       |

Test day

$$1. F_{\infty}^{28} > 1,69 \quad P < 0,05.$$

Table 6. Coefficients of determination ( $R^2 \times 100$ ) and F value for the effect of interaction between age and season on test-day yield.

Tabel 7. Determinatiecoëfficiënten ( $R^2 \times 100$ ) en F-waarden voor het leeftijdseffect op de dagproductie en op de cumulatieve productie (model 4).

| Lactatie-<br>dag | Dagproductie     |                  |         | Dagen<br>lactatie | Cumulatieve productie |                  |         |
|------------------|------------------|------------------|---------|-------------------|-----------------------|------------------|---------|
|                  | $R^2(a,s,h \mu)$ | $R^2(a \mu,s,h)$ | $F_a^1$ |                   | $R^2(a,s,h \mu)$      | $R^2(a \mu,s,h)$ | $F_a^1$ |
| 10               | 66,15            | 46,47            | 683,5   | 20                | 66,15                 | 46,47            | 683,5   |
| 30               | 68,91            | 46,97            | 752,0   | 40                | 69,04                 | 48,16            | 774,5   |
| 50               | 69,26            | 45,30            | 733,6   | 60                | 70,75                 | 48,86            | 831,7   |
| 70               | 69,40            | 42,59            | 692,9   | 80                | 71,90                 | 48,85            | 865,6   |
| 90               | 68,43            | 40,05            | 631,5   | 100               | 72,54                 | 48,49            | 879,2   |
| 110              | 66,73            | 37,31            | 558,3   | 120               | 72,76                 | 47,96            | 876,4   |
| 130              | 65,66            | 34,57            | 501,2   | 140               | 72,83                 | 47,37            | 868,0   |
| 150              | 64,41            | 31,20            | 436,3   | 160               | 72,78                 | 46,66            | 853,4   |
| 170              | 62,75            | 27,71            | 370,3   | 180               | 72,67                 | 45,93            | 836,8   |
| 190              | 60,73            | 23,49            | 297,7   | 200               | 72,45                 | 45,10            | 814,9   |
| 210              | 57,54            | 18,89            | 221,4   | 220               | 72,10                 | 44,15            | 788,0   |
| 230              | 54,99            | 13,68            | 151,4   | 240               | 71,64                 | 43,10            | 756,6   |
| 250              | 53,12            | 9,13             | 96,9    | 260               | 71,12                 | 41,98            | 723,7   |
| 270              | 48,61            | 4,75             | 46,0    | 280               | 70,54                 | 40,81            | 689,7   |
|                  |                  |                  |         | lact.             | 69,09                 | 38,61            | 621,9   |

Time in  
lactation  
(day)

Test day      Test-day yield

Cumulative yield

1.  $F_\infty^7 > 2,01$      $P < 0,05$ .

Table 7. Coefficients of determination ( $R^2 \times 100$ ) and F value for the effect of age on test-day yield and cumulative yield (model 4).

dagen wordt nog slechts ca. 5% verklaard door de leeftijd.

Bij de cumulatieve produktie zien we dat het deel dat door het volledige model verklaard wordt bij de produktie over 20 dagen ca. 66% is, toeneemt met de lactatie tot ca. 100 dagen, daarna constant blijft tot ca. 200 dagen en dan langzaam daalt. Het leeftijdseffect daalt na 50-70 dagen produktie, zij het slechts gering. Bij een cumulatieve produktie van 280 dagen wordt nog steeds ca. 40% van de variantie verklaard door de leeftijd bij afkalven.

*Seizoen* De invloed van het seizoen van afkalven (tabel 8) op de dag- en cumulatieve produktie (model 4) is veel geringer dan die voor de leeftijd bij afkalven. Tot 110 dagen is de seizoensinvloed op de dagproduktie kleiner dan 3%. Tot het eind van de lactatie blijft de seizoensinvloed op de dagproduktie stijgen en wordt op 270 dagen ca. 8,5%.

De seizoensinvloed op de cumulatieve produktie is significant. In het begin

Tabel 8. Determinatiecoëfficiënten ( $R^2 \times 100$ ) en F-waarden voor het seizoens-effect op de dagproduktie en op de cumulatieve produktie (model 4).

| Lactatie-<br>dag | Dagproduktie       |         | Dagen<br>lactatie | Cumulatieve produktie |         |
|------------------|--------------------|---------|-------------------|-----------------------|---------|
|                  | $R^2(s \mu, a, h)$ | $F_s^1$ |                   | $R^2(s \mu, a, h)$    | $F_s^1$ |
| 10               | 0,51               | 13,2    | 20                | 0,51                  | 13,2    |
| 30               | 0,64               | 18,1    | 40                | 0,57                  | 16,1    |
| 50               | 1,42               | 40,2    | 60                | 0,74                  | 22,0    |
| 70               | 2,40               | 68,2    | 80                | 1,01                  | 31,3    |
| 90               | 2,30               | 63,4    | 100               | 1,19                  | 37,7    |
| 110              | 2,80               | 73,3    | 120               | 1,32                  | 42,1    |
| 130              | 3,90               | 99,1    | 140               | 1,44                  | 46,2    |
| 150              | 5,27               | 129,1   | 160               | 1,57                  | 50,3    |
| 170              | 6,62               | 154,7   | 180               | 1,72                  | 54,8    |
| 190              | 7,41               | 164,4   | 200               | 1,82                  | 57,7    |
| 210              | 7,19               | 147,6   | 220               | 1,86                  | 58,0    |
| 230              | 7,07               | 136,6   | 240               | 1,78                  | 54,6    |
| 250              | 8,22               | 152,8   | 260               | 1,63                  | 49,3    |
| 270              | 8,49               | 144,0   | 280               | 1,49                  | 44,0    |
|                  |                    |         | lact.             | 1,32                  | 37,3    |

| Test day                              | Test-day yield | Time in<br>lactation<br>(day) | Cumulative yield |
|---------------------------------------|----------------|-------------------------------|------------------|
| 1. $F_{\infty}^4 > 2,37$ $P < 0,05$ . |                |                               |                  |

Table 8. Determination coefficients ( $R^2 \times 100$ ) and F values for the effect of season on test-day yield and cumulative yield (model 4).

Tabel 9. Determinatiecoëfficiënten ( $R^2 \times 100$ ) en F-waarden voor de regressie van de dag- en cumulatieve produktie op het bedrijfsgemiddelde, en voor het bedrijfseffect op dag- en cumulatieve produktie (model 4).

| Lactatie-<br>dag             | Dagproduktie              |                  |                    | Dagen<br>lactatie             | Cumulatieve produktie     |                  |                    |         |
|------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------|
|                              | $R^2(b\bar{X} \mu, a, s)$ | $F_{b\bar{X}}^1$ | $R^2(h \mu, a, s)$ |                               | $R^2(b\bar{X} \mu, a, s)$ | $F_{b\bar{X}}^1$ | $R^2(h \mu, a, s)$ | $F_h^1$ |
| 10                           | 7,15                      | 689,2            | 14,63              | 20                            | 7,15                      | 689,2            | 14,63              | 3,00    |
| 30                           | 10,00                     | 1032,5           | 17,54              | 40                            | 8,78                      | 915,7            | 16,06              | 3,59    |
| 50                           | 11,57                     | 1229,2           | 18,37              | 60                            | 10,01                     | 1105,4           | 16,87              | 4,00    |
| 70                           | 13,14                     | 1408,0           | 19,73              | 80                            | 11,10                     | 1277,2           | 17,64              | 4,35    |
| 90                           | 14,82                     | 1550,9           | 21,35              | 100                           | 12,11                     | 1432,6           | 18,34              | 4,63    |
| 110                          | 15,48                     | 1550,6           | 22,00              | 120                           | 12,94                     | 1553,0           | 18,91              | 4,81    |
| 130                          | 15,06                     | 1451,6           | 22,09              | 140                           | 13,56                     | 1638,7           | 19,38              | 4,94    |
| 150                          | 15,07                     | 1397,7           | 22,46              | 160                           | 14,10                     | 1707,2           | 19,81              | 5,04    |
| 170                          | 14,81                     | 1300,2           | 22,95              | 180                           | 14,59                     | 1763,7           | 20,25              | 5,13    |
| 190                          | 14,75                     | 1212,9           | 23,95              | 200                           | 15,08                     | 1811,0           | 20,73              | 5,21    |
| 210                          | 14,75                     | 1102,9           | 25,60              | 220                           | 15,58                     | 1847,8           | 21,30              | 5,29    |
| 230                          | 14,71                     | 1002,0           | 28,23              | 240                           | 16,14                     | 1879,5           | 22,01              | 5,38    |
| 250                          | 14,99                     | 962,5            | 30,22              | 260                           | 16,97                     | 1912,4           | 22,86              | 5,49    |
| 270                          | 13,71                     | 800,8            | 30,90              | 280                           | 18,10                     | 1940,7           | 23,76              | 5,59    |
|                              |                           |                  |                    | lact.                         | 18,16                     | 1914,8           | 25,09              | 5,62    |
| Test<br>day                  | Test-day yield            |                  |                    | Time in<br>lactation<br>(day) | Cumulative yield          |                  |                    |         |
| 1. $F_{\infty}^{503} > 1,11$ | $P < 0,05.$               |                  |                    |                               |                           |                  |                    |         |

Table 9. Coefficients of determination ( $R^2 \times 100$ ) and F values for the regression of test-day yield and cumulative yield on herd mean and for the herd effect on test-day and cumulative yield (model 4).

van de lactatie is deze klein en stijgt langzaam tot ca. 200 dagen waar de maximale waarde van ca. 1,8% gevonden wordt. Daarna daalt deze weer.

*Bedrijf* De invloed van het bedrijf op de dag- en cumulatieve produktie is onderzocht door in model 4 het bedrijf als vast effect op te nemen, en door de regressie van dag- en cumulatieve produktie op het bedrijfsgemiddelde (model 3). In tabel 9 is de determinatiecoëfficiënt voor de regressie op het bedrijfsgemiddelde en voor het bedrijfseffect gegeven. Daarnaast zijn de F-waarden vermeld.

De regressie van de dagproduktie op het bedrijfsgemiddelde is verantwoordelijk voor ca. 7% van de kwadraatsom op 10 dagen en stijgt tot ca. 15% op 100 dagen, waarna de determinatiecoëfficiënt gelijk blijft. Op de cumulatieve produktie is de stijging van  $R^2(bX|\mu, a, s)$  kleiner maar zet door tot het eind van de lactatie. Over 280 dagen produktie wordt ca. 18% van de kwadraatsom van de

Tabel 10. Percentage van totale gemiddelde kwadraatsom voor het bedrijfseffect (a), en de verhouding tussen de determinatiecoëfficiënt van de regressie van dag- en cumulatieve produktie op bedrijfsgemiddelde, (b), en (a).

| Lactatie-<br>dag | Dagproduktie   |      | Lactatie-<br>dagen            | Cumulatieve produktie |      |
|------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------------|------|
|                  | a              | b/a  |                               | a                     | b/a  |
| 10               | 9,77           | 0,73 | 20                            | 9,77                  | 0,73 |
| 30               | 13,09          | 0,72 | 40                            | 11,62                 | 0,76 |
| 50               | 13,97          | 0,83 | 60                            | 12,69                 | 0,79 |
| 70               | 15,36          | 0,86 | 80                            | 13,62                 | 0,81 |
| 90               | 16,85          | 0,88 | 100                           | 14,42                 | 0,84 |
| 110              | 17,25          | 0,90 | 120                           | 15,03                 | 0,86 |
| 130              | 17,28          | 0,88 | 140                           | 15,93                 | 0,85 |
| 150              | 17,37          | 0,87 | 160                           | 16,35                 | 0,86 |
| 170              | 17,63          | 0,84 | 180                           | 16,80                 | 0,87 |
| 190              | 18,33          | 0,80 | 200                           | 17,33                 | 0,87 |
| 210              | 19,53          | 0,76 | 220                           | 17,97                 | 0,87 |
| 230              | 21,80          | 0,67 | 240                           | 18,75                 | 0,86 |
| 250              | 23,52          | 0,64 | 260                           | 19,57                 | 0,87 |
| 270              | 23,55          | 0,58 | 280                           | 20,45                 | 0,89 |
|                  |                |      | lact.                         | 20,69                 | 0,88 |
| Test day         | Test-day yield |      | Time in<br>lactation<br>(day) | Cumulative yield      |      |

Table 10. Percentage of the mean squares for herd (a), and the ratio of the coefficient of determination (b) for the regression of test-day yield and cumulative yield on herd mean, and (a)

cumulatieve produktie door de regressie op het bedrijfsgemiddelde verklaard.

Het bedrijfseffect neemt op 10 dagen ca. 14% van de kwadraatsom van de dagproduktie weg en dit percentage stijgt gedurende de lactatie tot ca. 31% op 270 dagen. Op de cumulatieve produktie is er ook een geleidelijke stijging tot 280 dagen (23,8%).

De regressie op het bedrijfsgemiddelde is verantwoordelijk voor een kleiner gedeelte van de kwadraatsom in zowel dag- als cumulatieve produktie dan de kwadraatsom van het bedrijfseffect. Dit verschil in afname van de kwadraatsom is afhankelijk van het relatief grote verschil in vrijheidsgraden. In deze analyse zijn de dieren afkomstig van 504 bedrijven. Om een vergelijking tussen het bedrijf als effect en de regressie op het bedrijfsgemiddelde beter mogelijk te maken is in tabel 10 de afname in gemiddelde kwadraatsom voor het bedrijfseffect als percentage van de totale gemiddelde kwadraatsom opgenomen. Bij de regressie zijn de determinatiecoëfficiënt en de gemiddelde kwadraatsom uitgedrukt als percentage van de totale gemiddelde kwadraatsom dezelfde. Tevens is in tabel 10 de verhouding weergegeven tussen de determinatiecoëfficiënt van de regressie en

Tabel 11. Regressiecoëfficiënten  $\hat{b}$  met standaardafwijking  $s_b$  van dag- en cumulatieve produktie op het bedrijfsgemiddelde.

| Lactatie-<br>dag | Dagproduktie   |         | Dagen<br>lactatie             | Cumulatieve produktie |         |
|------------------|----------------|---------|-------------------------------|-----------------------|---------|
|                  | $\hat{b}$      | $s_b$   |                               | $\hat{b}$             | $s_b$   |
| 10               | 0,0027         | 0,00010 | 20                            | 0,054                 | 0,00208 |
| 30               | 0,0032         | 0,00010 | 40                            | 0,119                 | 0,00394 |
| 50               | 0,0034         | 0,00009 | 60                            | 0,187                 | 0,00563 |
| 70               | 0,0034         | 0,00009 | 80                            | 0,256                 | 0,00716 |
| 90               | 0,0033         | 0,00009 | 100                           | 0,325                 | 0,00858 |
| 110              | 0,0033         | 0,00008 | 120                           | 0,391                 | 0,00991 |
| 130              | 0,0031         | 0,00008 | 140                           | 0,452                 | 0,01117 |
| 150              | 0,0029         | 0,00008 | 160                           | 0,511                 | 0,01237 |
| 170              | 0,0028         | 0,00008 | 180                           | 0,567                 | 0,01350 |
| 190              | 0,0027         | 0,00008 | 200                           | 0,621                 | 0,01459 |
| 210              | 0,0026         | 0,00008 | 220                           | 0,672                 | 0,01564 |
| 230              | 0,0024         | 0,00008 | 240                           | 0,721                 | 0,01663 |
| 250              | 0,0023         | 0,00007 | 260                           | 0,767                 | 0,01754 |
| 270              | 0,0021         | 0,00007 | 280                           | 0,809                 | 0,01836 |
|                  |                |         | lact.                         | 0,854                 | 0,01952 |
|                  |                |         | Time in<br>lactation<br>(day) | Cumulative yield      |         |
| Test day         | Test-day yield |         |                               |                       |         |

Table 11. Regression coefficients  $\hat{b}$  with standard deviation  $s_b$  of test-day yield and cumulative yield on herd mean.

de afname in gemiddelde kwadraatsom van het bedrijfseffect. De verhouding gedurende de lactatie is niet constant. Bij de dagproductie op 10 dagen is de kwadraatsom van de regressie 27% lager dan de gemiddelde kwadraatsom van het bedrijfseffect. Het procentuele verschil daalt tot 10 op 110 dagen en stijgt daarna tot 42 op 270 dagen. Bij de cumulatieve productie daalt het verschil continu tot 11% bij de 280-dagenproductie.

In tabel 11 worden de lineaire regressiecoëfficiënten van dag- en cumulatieve productie op het bedrijfsgemiddelde (model 3) vermeld. De waarde van de regressiecoëfficiënt van de cumulatieve productie op bedrijfsgemiddelde is op 100 dagen 0,325 en stijgt tot 0,854 voor de lactatieproductie.

*Bedrijfsniveau* De resultaten van de variantie-analyse volgens model 7 waarin de bedrijven, ingedeeld naar 3 niveaus van productie en de interactie tussen deze bedrijfsniveaus en de leeftijd waren opgenomen, zijn weergegeven in tabel 12. In deze tabel zijn de F-waarden opgenomen voor het effect van het bedrijfsniveau en het interactie-effect met daarbij de determinatiecoëfficiënten.

De interactie tussen het bedrijfsniveau en de leeftijd is zowel voor de dagproductie als voor de cumulatieve productie in alle lactatiestadia significant. De hoogste F-waarde heeft de dagproductie op 110 dagen en de cumulatieve productie over 200 dagen. Ondanks het significant zijn van de interactie is in alle gevallen de determinatiecoëfficiënt klein (ca. 0,5%).

Het bedrijfsniveau heeft een duidelijk significante F-waarde. De determinatiecoëfficiënt ervan is echter zowel bij de dag-, cumulatieve, als lactatieproductie kleiner dan de determinatiecoëfficiënt voor de regressie op het bedrijfsgemiddelde (tabel 9) en ook kleiner dan het deel van de gemiddelde totale kwadraatsom wat weggenomen wordt door het bedrijfseffect (tabel 10).

*Samenhang leeftijd, seizoen en bedrijf* In de tabellen 13 en 14 zijn voor resp. de dagproductie op 30, 70, ..., 270 dagen en de cumulatieve productie over 40, 80, ..., 280 dagen determinatiecoëfficiënten weergegeven, die noodzakelijk zijn voor het inzicht in de samenhang van de verschillende effecten.

Het leeftijdseffect op de dagproductie geeft na correctie voor het seizoens- en bedrijfseffect een determinatiecoëfficiënt te zien van ca. 47% op 30 dagen, welke daalt tot ca. 5% op 270 dagen. Het leeftijdseffect, zonder rekening te houden met seizoen en bedrijf heeft een  $R^2$  van ca. 51% aan het begin van de lactatie, welke ook geleidelijk afneemt tot ca. 5% aan het eind.  $R^2(a|\mu, s)$  en  $R^2(a|\mu, h)$  laten zien dat correctie van het leeftijdseffect voor alleen het seizoen van afkalven, dat deel wat toegeschreven wordt aan het leeftijdseffect

Tabel 12. Determinatiecoëfficiënten ( $R^2 \times 100$ ) en F-waarden voor de effecten van bedrijfsniveau en interactie tussen bedrijfsniveau en leeftijd bij dag- en cumulatieve produktie (model 7).

| Lactatie-<br>dag | Dagproduktie |                     |         |                        | Dagen<br>lactatie |       |                     |         | Cumulatieve produktie  |            |       |                     |
|------------------|--------------|---------------------|---------|------------------------|-------------------|-------|---------------------|---------|------------------------|------------|-------|---------------------|
|                  | $R^2$        | $(n \mu, a, s, an)$ | $F^1_n$ | $R^2(an \mu, a, s, n)$ | $F^1_{an}$        | $R^2$ | $(n \mu, a, s, an)$ | $F^1_n$ | $R^2(an \mu, a, s, n)$ | $F^1_{an}$ | $R^2$ | $(n \mu, a, s, an)$ |
| 10               | 3,99         | 186,7               | 0,33    | 2,22                   | 20                | 3,99  | 186,7               | 0,33    | 2,22                   | 2,22       | 3,99  | 186,7               |
| 30               | 5,64         | 278,4               | 0,39    | 2,76                   | 40                | 4,93  | 247,0               | 0,36    | 2,59                   | 2,59       | 4,93  | 247,0               |
| 50               | 6,47         | 327,6               | 0,48    | 3,44                   | 60                | 5,61  | 295,9               | 0,40    | 3,01                   | 3,01       | 5,61  | 295,9               |
| 70               | 7,11         | 356,9               | 0,41    | 2,97                   | 80                | 6,16  | 335,7               | 0,41    | 3,17                   | 3,17       | 6,16  | 335,7               |
| 90               | 7,92         | 386,6               | 0,51    | 3,53                   | 100               | 6,66  | 370,8               | 0,43    | 3,38                   | 3,38       | 6,66  | 370,8               |
| 110              | 8,48         | 396,7               | 0,54    | 3,59                   | 120               | 7,12  | 399,4               | 0,44    | 3,56                   | 3,56       | 7,12  | 399,4               |
| 130              | 8,38         | 380,4               | 0,54    | 3,51                   | 140               | 7,47  | 420,6               | 0,46    | 3,70                   | 3,70       | 7,47  | 420,6               |
| 150              | 8,55         | 371,8               | 0,54    | 3,34                   | 160               | 7,80  | 438,1               | 0,48    | 3,81                   | 3,81       | 7,80  | 438,1               |
| 170              | 8,45         | 349,5               | 0,52    | 3,04                   | 180               | 8,09  | 452,8               | 0,48    | 3,88                   | 3,88       | 8,09  | 452,8               |
| 190              | 8,52         | 333,3               | 0,53    | 2,95                   | 200               | 8,39  | 465,9               | 0,50    | 3,97                   | 3,97       | 8,39  | 465,9               |
| 210              | 8,95         | 319,4               | 0,42    | 2,13                   | 220               | 8,73  | 477,9               | 0,51    | 3,93                   | 3,93       | 8,73  | 477,9               |
| 230              | 9,16         | 299,5               | 0,51    | 2,38                   | 240               | 9,11  | 489,0               | 0,51    | 3,88                   | 3,88       | 9,11  | 489,0               |
| 250              | 9,36         | 289,0               | 0,56    | 2,46                   | 260               | 9,52  | 500,0               | 0,52    | 3,87                   | 3,87       | 9,52  | 500,0               |
| 270              | 8,38         | 235,8               | 0,46    | 1,86                   | 280               | 9,93  | 508,5               | 0,52    | 3,81                   | 3,81       | 9,93  | 508,5               |
|                  |              |                     |         |                        | lact.             | 10,45 | 506,9               | 0,55    | 3,73                   | 3,73       | 10,45 | 506,9               |

| Test<br>day | Test-day yield | Time in<br>lactation<br>(day) | Cumulative yield |
|-------------|----------------|-------------------------------|------------------|
|-------------|----------------|-------------------------------|------------------|

1.  $F^1_{\infty} > 1,70$   $P < 0,05$ .

Tabel 12. Determination coefficients ( $R^2 \times 100$ ) and F values for the effects of herd level and interaction between herd level and age on test-day yield and cumulative yield (model 7).

Tabel 13. Determinatiecoëfficiënten ( $R^2 \times 100$ ) voor de effecten leeftijd, seizoen en bedrijf op de dagproductie.

| Determinatie-<br>coëfficiënt       | Lactatiedag |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                    | 30          | 70    | 110   | 150   | 190   | 230   | 270   |
| <i>Leeftijd/Age</i>                |             |       |       |       |       |       |       |
| $R^2(a \mu)$                       | 50,63       | 45,76 | 39,93 | 33,28 | 25,11 | 15,03 | 5,03  |
| $R^2(a \mu, s)$                    | 50,43       | 46,08 | 40,68 | 34,33 | 25,94 | 15,29 | 5,01  |
| $R^2(a \mu, h)$                    | 47,46       | 42,66 | 36,94 | 30,45 | 22,82 | 13,48 | 4,72  |
| $R^2(a \mu, s, h)$                 | 46,97       | 42,59 | 37,31 | 31,20 | 23,49 | 13,68 | 4,75  |
| <i>Seizoen/Season</i>              |             |       |       |       |       |       |       |
| $R^2(s \mu)$                       | 0,94        | 3,59  | 4,06  | 7,62  | 10,84 | 11,47 | 12,69 |
| $R^2(s \mu, h)$                    | 1,14        | 2,47  | 2,43  | 4,53  | 6,75  | 6,86  | 8,46  |
| <i>Bedrijf/Herd</i>                |             |       |       |       |       |       |       |
| $R^2(h \mu)$                       | 20,81       | 24,34 | 26,99 | 28,67 | 30,48 | 34,45 | 35,38 |
| Coefficient<br>of<br>determination | Test day    |       |       |       |       |       |       |

Table 13. Coefficients of determination ( $R^2 \times 100$ ) for the effects of age, season and herd on test-day yield.

doet stijgen, zij het in geringe mate. Alleen correctie voor het bedrijfseffect doet de  $R^2$  voor het leeftijdseffect dalen. Deze daling is aan het begin van de lactatie ca. 3% en neemt met het voortschrijden van de lactatie af tot minder dan 0,5%. Ook het seizoenseffect wordt kleiner na correctie voor alleen het bedrijfseffect in vergelijking met  $R^2(s|\mu)$ . Een uitzondering hierop vormt de productie op 30 dagen. Het verschil tussen  $R^2(s|\mu, h)$  is op 270 dagen zelfs 4,2%.

De samenhang tussen de effecten van leeftijd, seizoen en bedrijf op de cumulatieve productie geeft hetzelfde beeld te zien als die op de dagproductie. Het verschil tussen  $R^2(a|\mu)$  en  $R^2(a|\mu, h)$  blijft gedurende de gehele lactatie op hetzelfde niveau (ca. 3,5%). Door het geringe seizoenseffect op de cumulatieve productie is het verschil tussen  $R^2(s|\mu)$  en  $R^2(s|\mu, h)$  kleiner dan op de dagproductie. Het seizoenseffect, berekend na correctie voor het bedrijfseffect neemt na 120 dagen productie weer af.

*Relatie tussen dagproducties en/of cumulatieve producties* Tabel 15 geeft de correlatiecoëfficiënten tussen de dagproducties op 30, 70, ..., 270 dagen onder-

Tabel 14. Determinatiecoëfficiënten ( $R^2 \times 100$ ) voor de effecten leeftijd, seizoen en bedrijf op de cumulatieve produktie.

| Determinatie-<br>coëfficiënt       | Dagen lactatie                |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                    | 40                            | 80    | 120   | 160   | 200   | 240   | 280   |
| <i>Leeftijd/Age</i>                |                               |       |       |       |       |       |       |
| $R^2(a \mu)$                       | 52,41                         | 52,80 | 51,69 | 50,13 | 48,28 | 46,10 | 43,59 |
| $R^2(a \mu, s)$                    | 52,08                         | 52,75 | 51,93 | 50,66 | 49,06 | 46,98 | 44,54 |
| $R^2(a \mu, h)$                    | 48,81                         | 49,26 | 48,11 | 46,55 | 44,72 | 42,59 | 40,29 |
| $R^2(a \mu, s, h)$                 | 48,16                         | 48,85 | 47,96 | 46,66 | 45,10 | 43,10 | 40,81 |
| <i>Seizoen/Season</i>              |                               |       |       |       |       |       |       |
| $R^2(s \mu)$                       | 0,91                          | 1,51  | 1,91  | 2,31  | 2,66  | 2,66  | 2,33  |
| $R^2(s \mu, h)$                    | 1,22                          | 1,42  | 1,47  | 1,46  | 1,44  | 1,27  | 0,96  |
| <i>Bedrijf/Herd</i>                |                               |       |       |       |       |       |       |
| $R^2(h \mu)$                       | 19,65                         | 21,62 | 23,32 | 24,64 | 25,90 | 27,26 | 28,75 |
| Coefficient<br>of<br>determination | Time in<br>lactation<br>(day) |       |       |       |       |       |       |

Table 14. Coefficients of determination ( $R^2 \times 100$ ) for the effects of age, season and herd on cumulative yield.

Tabel 15. Correlatiecoëfficiënten tussen dagproducties en tussen dagproducties en lactatieproduktie.

| Lactatie-<br>dag | Lactatiedag |       |       |       |       |       | Lactatie  |
|------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|                  | 70          | 110   | 150   | 190   | 230   | 270   |           |
| 30               | 0,719       | 0,621 | 0,537 | 0,414 | 0,321 | 0,212 | 0,735     |
| 70               |             | 0,750 | 0,652 | 0,555 | 0,435 | 0,288 | 0,817     |
| 110              |             |       | 0,765 | 0,651 | 0,533 | 0,366 | 0,852     |
| 150              |             |       |       | 0,761 | 0,612 | 0,439 | 0,853     |
| 190              |             |       |       |       | 0,758 | 0,572 | 0,830     |
| 230              |             |       |       |       |       | 0,732 | 0,765     |
| 270              |             |       |       |       |       |       | 0,627     |
| Test day         | Test day    |       |       |       |       |       | Lactation |

Table 15. Correlation coefficients between test-day yields and between test-day yields and lactation yield.

ling en tabel 16 die tussen de cumulatieve produkties over 40, 80, ..., 280 dagen onderling. In tabel 17 zijn de correlatiecoëfficiënten vermeld tussen de dag- en cumulatieve produkties. In deze tabellen zijn ook de correlatiecoëfficiënten opgenomen tussen dag- resp. cumulatieve produktie en de lactatieproduktie.

Tabel 16. Correlatiecoëfficiënten tussen cumulatieve produkties.

| Dagen lactatie | Dagen lactatie |       |       |       |       |       |       |
|----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 80             | 120   | 160   | 200   | 240   | 280   | lact. |
| 40             | 0,947          | 0,895 | 0,853 | 0,811 | 0,771 | 0,738 | 0,722 |
| 80             |                | 0,977 | 0,945 | 0,909 | 0,872 | 0,838 | 0,822 |
| 120            |                |       | 0,986 | 0,961 | 0,931 | 0,900 | 0,884 |
| 160            |                |       |       | 0,990 | 0,968 | 0,941 | 0,927 |
| 200            |                |       |       |       | 0,991 | 0,972 | 0,960 |
| 240            |                |       |       |       |       | 0,998 | 0,993 |
| 280            |                |       |       |       |       |       | 0,998 |

Time in  
lactation  
(day)      Time in lactation (day)

Table 16. Correlation coefficients between cumulative yields.

Tabel 17. Correlatiecoëfficiënten tussen dag- en cumulatieve produkties.

| Lactatie-dag | Dagen lactatie |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | 40             | 80    | 120   | 160   | 200   | 240   | 280   | lact. |
| 30           | 0,960          | 0,946 | 0,902 | 0,864 | 0,824 | 0,785 | 0,751 | 0,735 |
| 70           | 0,691          | 0,872 | 0,908 | 0,899 | 0,882 | 0,859 | 0,831 | 0,817 |
| 110          | 0,599          | 0,711 | 0,835 | 0,878 | 0,886 | 0,880 | 0,863 | 0,852 |
| 150          | 0,516          | 0,614 | 0,697 | 0,799 | 0,849 | 0,863 | 0,859 | 0,853 |
| 190          | 0,402          | 0,496 | 0,575 | 0,648 | 0,745 | 0,802 | 0,825 | 0,830 |
| 230          | 0,310          | 0,385 | 0,454 | 0,516 | 0,587 | 0,685 | 0,747 | 0,765 |
| 270          | 0,209          | 0,259 | 0,306 | 0,354 | 0,412 | 0,486 | 0,586 | 0,627 |

Test day      Time in  
lactation (day)

Table 17. Correlation coefficients between test-day yields and cumulative yields.

Het verband tussen de dagproducties is groter naarmate de lactatiedagen dichter bij elkaar liggen. De correlatie tussen 2 opeenvolgende dagproducties bereikt de hoogste waarde in het midden van de lactatie. De laagste waarden worden aan het begin van de lactatie gevonden. Voor de 150e dag zijn de correlaties met voorafgaande dagproducties groter dan die met dagproducties op gelijke afstand erna. Na de 150e dag worden de correlaties met voorafgaande proefmelkingen kleiner.

Het verband tussen cumulatieve produkties neemt toe met de lengte van de lactatieperiode. Het niveau van de correlatiecoëfficiënt is hoog door autocorrelatie.

De correlatiecoëfficiënten tussen dagproducties en de lactatieproduktie variëren van 0,627 tot 0,853. De hoogste waarden worden gevonden voor de dagproducties in het midden van de lactatie en de laagste op het eind.

De hoge voorspellende waarde van de dagproducties op ca. 100-150 dagen wordt ook weergegeven in tabel 17. De maximale waarde van de correlatie-coëfficiënt tussen dag- en cumulatieve produktie wordt bereikt voor cumulatieve produkties over perioden langer dan tot het moment waarop de dagproduktie betrekking heeft.

## 5 Standaardisatie en extrapolatie van de melkproduktie

In het literatuuroverzicht hebben we gezien dat methoden bekend zijn om dag- en lactatieproducties te standaardiseren door te corrigeren voor niet genetische factoren. Daarnaast is veel onderzoek verricht om te komen tot extrapolatie van deellactaties. De uit de literatuur bekende methoden worden besproken en onderzocht op de nauwkeurigheid.

### 5.1 MATERIAAL

De ontwikkeling van standaardisatie- en extrapolatiefactoren en het testen van de methoden van extrapolatie en standaardisatie zijn gedaan met behulp van de volgende twee materialen.

*Materiaal A* Het in 4.1 beschreven materiaal heeft gediend om de standaardisatie- en extrapolatiefactoren te berekenen. Dezelfde indeling naar leeftijd (8 klassen) bij en seizoen van afkalven (5 klassen) is gehanteerd (tabellen 3 en 4). De indeling van het materiaal naar niveau van gemiddelde bedrijfsproductie staat in tabel 5.

*Materiaal B* Bij praktische aanwending van standaardisatie en extrapolatie worden factoren gebruikt die berekend zijn uit, in de tijd gezien, daaraan voorafgaand materiaal. Wij zijn dan ook minder geïnteresseerd in de nauwkeurigheid van de methoden van standaardisatie en extrapolatie voor het materiaal waaruit de factoren berekend zijn. De nauwkeurigheid bij toekomstig gebruik is relevant.

Als testmateriaal werden gegevens gebruikt van 2000 lactaties uit de provincie Utrecht die tussen 1-7-1971 en 1-7-1972 waren begonnen. Alle dieren behoorden tot het FH-ras. De lactatielengte was 290 tot 320 dagen. Per lactatie waren de gegevens beschikbaar zoals in 4.1 vermeld. Op gelijke wijze als in 4.1 beschreven voor materiaal A zijn door lineaire interpolatie tussen de melkhoeveelheden van opeenvolgende proefmelkingen de dagproducties berekend op 10, 30, ---, 290 dagen met de bijbehorende cumulatieve producties over 20,

40, ---, 300 dagen. De gemiddelde 300-dagenproduktie was 4976 kg ( $s = 1063$  kg) en de gemiddelde actuele melkhoeveelheid over de lactatie 4989 kg ( $s = 1071$  kg). De waarde van de correlatiecoëfficiënt tussen 300-dagen- en actuele lactatieproduktie was 0,9973.

Het aantal dieren per leeftijds- en per seizoensklasse is vermeld in tabel 18. Tabel 19 geeft de gemiddelde dag- en cumulatieve produkties met de standaardafwijkingen ( $s$ ) en de variatiecoëfficiënten ( $v$ ).

## 5.2 METHODEN

Bij de methoden maken we onderscheid tussen het berekenen van standaardisatie- en extrapolatiefactoren en het testen van de nauwkeurigheid van deze methoden. Uit het literatuuroverzicht komt naar voren dat de leeftijd bij afkalven als maat voor de ontwikkeling van de dieren het belangrijkste effect is dat het vergelijken van de melkhoeveelheid binnen en tussen dieren bemoeilijkt. Ook in ons materiaal vinden we dat de leeftijdsinvloed op de melkhoeveelheid de grootste verklarende factor is.

De verschillen in melkhoeveelheid, veroorzaakt door het seizoen van afkalven zijn significant, maar geringer dan die veroorzaakt door het leeftijdseffect.

Wunder & McGilliard (1967) en Miller et al. (1970a) wezen erop dat de door hen gevonden interactie tussen leeftijd bij en seizoen van afkalven het werken met subklasgemiddelden noodzakelijk maakt. In ons materiaal is deze

Tabel 18. Verdeling van materiaal B over 8 leeftijdsklassen en over 5 seizoensklassen.

| Leeftijdsklasse/Age class <sup>1</sup>   |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1                                        | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| 245                                      | 210 | 127 | 306 | 120 | 291 | 501 | 200 |
| Seizoensklasse/Season class <sup>2</sup> |     |     |     |     |     |     |     |
| 1                                        | 2   | 3   | 4   | 5   |     |     |     |
| 84                                       | 211 | 391 | 751 | 563 |     |     |     |

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 4/See Table 4.

Table 18. Distribution of the cows in Material B between 8 age classes and between 5 season classes.

Tabel 19. Gemiddelden, standaardafwijkingen (s) en variatiecoëfficiënten (v) van dag- en cumulatieve produkties in materiaal B.

| Lactatiedag | Dagproduktie   |     |      | Dagen lactatie          | Cumulatieve produktie |      |      |
|-------------|----------------|-----|------|-------------------------|-----------------------|------|------|
|             | gem.           | s   | v    |                         | gem.                  | s    | v    |
| 10          | 22,7           | 5,3 | 23,5 | 20                      | 455                   | 107  | 23,5 |
| 30          | 23,3           | 5,4 | 23,2 | 40                      | 921                   | 211  | 22,9 |
| 50          | 22,9           | 5,4 | 23,6 | 60                      | 1379                  | 314  | 22,8 |
| 70          | 21,6           | 5,1 | 23,8 | 80                      | 1813                  | 410  | 22,6 |
| 90          | 20,3           | 4,8 | 23,5 | 100                     | 2219                  | 498  | 22,5 |
| 110         | 19,0           | 4,4 | 23,3 | 120                     | 2598                  | 579  | 22,3 |
| 130         | 17,8           | 4,2 | 23,7 | 140                     | 2955                  | 654  | 22,1 |
| 150         | 16,7           | 4,0 | 24,0 | 160                     | 3290                  | 724  | 22,0 |
| 170         | 15,7           | 3,8 | 24,2 | 180                     | 3603                  | 790  | 21,9 |
| 190         | 14,5           | 3,6 | 25,0 | 200                     | 3894                  | 850  | 21,8 |
| 210         | 13,3           | 3,6 | 26,7 | 220                     | 4160                  | 905  | 21,8 |
| 230         | 12,1           | 3,4 | 28,0 | 240                     | 4402                  | 956  | 21,7 |
| 250         | 10,9           | 3,2 | 29,6 | 260                     | 4620                  | 1000 | 21,7 |
| 270         | 9,6            | 3,0 | 31,5 | 280                     | 4811                  | 1037 | 21,6 |
|             |                |     |      | lact.                   | 4989                  | 1071 | 21,5 |
|             | mean           | s   | C.V. | Time in lactation (day) | mean                  | s    | C.V. |
| Test day    | Test-day yield |     |      |                         | Cumulative yield      |      |      |

Table 19. Means, standard deviations (s) and coefficients of variation (C.V.) for test-day yield and cumulative yield in Material B.

interactie niet significant aangetoond. Tabel 18 laat zien dat er een verstrengeling van aantallen in leeftijds- en seizoensklassen is waar te nemen. Zoals we in 4.3 zien verklaart het bedrijf een belangrijk deel van de variantie in de melkhoeveelheid. Het vergelijken van de melkhoeveelheid van de individuele dieren binnen bedrijven levert geen bezwaren. Over bedrijven moet met deze bedrijfsinvloed rekening gehouden worden. Naast de mogelijkheid de individuele produkties weer te geven als afwijking van het bedrijfsgemiddelde worden bij de fokwaardeschatting van stieren de dochterprodukties gecorrigeerd met behulp van de regressie op het bedrijfsgemiddelde.

Interacties tussen het niveau van de bedrijfsproduktie en andere oorzaken van variantie in produktie moeten aandacht hebben bij de standaardisatie van de melkhoeveelheid. Searle & Henderson (1959), Hickman (1962), Syrstad (1965) en Miller (1973) wezen op de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau. Ook in ons materiaal (4.3), waarbij de bedrijven ingedeeld waren naar drie niveaus van produktie, is zowel voor de dagproduktie als voor de cumulatieve produktie in

alle lactatiestadia een significante interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau gevonden.

Relevante invloeden bij het ontwikkelen van standaardisatie- en extrapolatiefactoren zijn dus de leeftijd bij afkalven, het seizoen van afkalven en het bedrijfsniveau in verband met de interactie tussen bedrijfsniveau en de leeftijd bij afkalven.

### 5.2.1 Correctiefactoren

Bij het berekenen van correctiefactoren moeten we onderscheid maken tussen de methoden van schatting van de melkhoeveelheid, zoals het subklasgemiddelde, schattingen volgens de kleinste-kwadraten- en "maximum likelihood" methode, en de methoden waarmee we uit de geschatte produkties per klasse de correctiefactoren berekenen. Uit de geschatte produkties kunnen namelijk zowel additieve als vermeningsvuldigingsfactoren berekend worden. De produkties per klasse van corrigeerbare invloeden zijn als volgt te schatten:

*Subklasgemiddelde* Voor effecten die niet additief zijn maar een interactie vertonen komt het schatten van het subklasgemiddelde in aanmerking. In onze situatie zullen de standaardisatiefactoren voor de leeftijd afhankelijk zijn van het niveau van de gemiddelde bedrijfsproduktie en berekend moeten worden binnen klassen van bedrijfsniveau.

*Kleinste-kwadraten* De produkties behorend bij de klassen van de invloeden die additief van aard zijn, kunnen geschat worden met de methode van de kleinste-kwadraten. In het statistisch model:

$$y = Xb + e$$

waarin  $b'$  de vector is met  $\mu$  en de klassen van de effecten en  $e$  de vector met "error terms". Hierbij zijn de veronderstellingen gemaakt dat  $E(y) = Xb$  en  $E(e) = 0$  en de variantie-covariantiematrix van  $e$  is  $\text{var}(e) = V$ . De schatting van  $b$  wordt dan:

$$\hat{b} = (X'V^{-1}X)^{-1}XV^{-1}y$$

en in het geval  $V = \sigma^2 I$  wordt de schatting

$$\hat{b} = (X'X)^{-1} X'y$$

Een zuivere schatting per klasse wordt verkregen middels  $\mu + a_i$ , ("least squares mean") waarbij  $a_i$  de "least squares constant" is voor de  $i^{\text{de}}$  klasse van het effect  $a$ . De som van het gekwadrateerde verschil tussen  $y_i$  en  $E(y_i)$  is dan zo klein mogelijk ( $i = 1, \dots, N$ ).

"Maximum likelihood" Henderson et al. (1959) wezen op de overeenkomst tussen kleinste-kwadraten-schattingen en de schattingen voor het leeftijdseffect middels de "paired comparison" procedure. Beschouw bijvoorbeeld het volgende statistische model met leeftijd (a) en koe (c) als additieve effecten:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + c_j + e_{ijk}$$

Bij de kleinste-kwadraten-procedure wordt aangenomen dat het koe-effect constant is. Dit veronderstelt dus een volledige herhaalbaarheid tussen opéén-volgende lijsten van koeien. Henderson (1949) zegt dat "maximum likelihood" technieken geschikt zijn om schattingen te doen daar waar herhaalde waarnemingen beschikbaar zijn en selectie gepleegd is op voorafgaande prestaties. Wanneer de gegevens volledig ongeselecteerd zijn (wanneer het aantal lactaties per koe onafhankelijk is van de fokwaarde) heeft de "maximum likelihood" schatting van vaste effecten ook voordelen boven de kleinste-kwadraten-schatting omdat zowel van binnen- als tussenkoe-variantie gebruik gemaakt wordt.

In het statistisch model

$$y = Xb + e$$

geeft de "maximum likelihood" procedure andere schattingen voor  $b$  wanneer de variantie-covariantiematrix van  $e$ :  $V \neq \sigma^2 I$  (Searle, 1971).

"Within-herd factors" Deze methode van schatting van standaardisatiefactoren voor het leeftijdseffect op de lactatieproductie werd geïntroduceerd door Searle en Henderson (1959). In hun berekeningen was de verwachting van de lactatieproductie,  $E_{(zit)}$ :

$$E_{(zit)} = a_t + \beta_t h_i$$

waarin:  $h_i$  = bedrijfsgemiddelde van bedrijf i gecorrigeerd voor de leeftijd  
 $a_t$  = additieve leeftijdsfactor voor leeftijdsklasse t  
 $\beta_t$  = lineaire regressie van lactatieproductie op gecorrigeerd bedrijfsgemiddelde voor leeftijdsklasse t.

Een schatting voor de leeftijd-gecorrigeerde bedrijfsproductie is:

$$h_i = \frac{N_i x_i + \sum_t n_{it} a_t}{N_i - \sum_t n_{it} \beta_t}$$

waarin:  $N_i$  totaal aantal dieren van i<sup>de</sup> bedrijf  
 $x_i$  gemiddelde bedrijfsproductie van i<sup>de</sup> bedrijf  
 $n_{it}$  aantal koeien van i<sup>de</sup> bedrijf en t<sup>de</sup> leeftijdsklasse.

Daar  $h_i$ ,  $a_t$  en  $\beta_t$  onbekenden zijn, werden door middel van iteratie schattingen voor  $a_t$  en  $\beta_t$  verkregen. De startwaarden voor de iteratie waren schattingen voor a en  $\beta$  uit een kleinste-kwadraten-analyse waarbij voor  $h_i$  de gemiddelde bedrijfsproductie gesubstitueerd werd.

"Within-herd factors" komen voor de standaardisatie van de dagproductie niet in aanmerking vanwege de enorme aanspraak op computertijd. Voor ieder gekozen lactatiestadium zou een iteratieve analyse plaats moeten vinden. Beperkingen aan het materiaal, met name de eis dat de lactaties afgesloten moeten zijn tussen 290 en 320 dagen, maakt in ons geval dat het bedrijfsgemiddelde gebaseerd zou worden op een zeer gering aantal dieren. Searle & Henderson (1960) gaven aan dat de "within-herd factors" gevoelig zijn voor de grootte van de bedrijven. De standaardfout van de regressiecoëfficiënten is bij overwegend kleine bedrijven groot. Bij het gebruik van deze factoren is de nauwkeurigheid van standaardisatie door correctie voor het leeftijdsverschil afhankelijk van de nauwkeurigheid waarmee het bedrijfsgemiddelde geschat wordt. Searle & Henderson (1960) gaven aan dat in hun analyse de "within-herd factors" geen nauwkeuriger standaardisatie voor de leeftijdsinvloed geven dan "gross comparison" vermenigvuldigingsfactoren. Volgens hen kan een gedeelte van de verklaring liggen in de variatie in de bedrijfsgrootte.

Het ons ter beschikking staande materiaal bestond uit lijsten die begonnen zijn in 12 opeenvolgende maanden en bevatte dus geen herhaalde waarnemingen per koe. De kleinste-kwadraten-methode en de methode met de gemiddelden per subklasse resteren voor de berekening van de standaardisatiefactoren.

"Gross versus paired comparison" De verschillen tussen factoren die ontwikkeld zijn middels "gross" en "paired comparison" voor het leeftijdseffect zijn beschreven in 2.2.2. Gezien de bevindingen van Miller et al. (1966) zou het leeftijds-

effect het beste geschat kunnen worden middels de "paired comparison". Om geen verstrengeling van leeftijd met de verandering van de produktie in de tijd te krijgen zou een materiaal gekozen moeten worden over een groot aantal jaren (Searle & Henderson, 1960).

Bij het schatten van standaardisatiefactoren voor het seizoenseffect middels de "paired comparison" methode doen zich ook complicaties voor. Begint een dier opéénvolgende lactaties in verschillende seizoenen, dan hebben we te maken met het feit dat het ouder geworden is. Het afkalven in een ander seizoen gaat gepaard met een afwijkende tussenkalftijd. De invloed van een uitgestelde conceptie leidt tot onzuivere schattingen van de effecten van leeftijd en seizoen op de produktie.

Gezien de materiaalstructuur hebben we bij het ontwikkelen van de standaardisatiefactoren gekozen voor de "gross comparison" methode.

*Vergelijking van additieve en vermenigvuldigingsfactoren* De met behulp van de "gross comparison" methode geschatte produktie per klasse kan gebruikt worden voor het berekenen van zowel additieve als vermenigvuldigingsfactoren. De criteria die gesteld worden aan de gestandaardiseerde produktie bepalen de keus van het werken met additieve dan wel vermenigvuldigingsfactoren. Bij de standaardisatie door correctie voor leeftijds- en seizoensverschillen moet de variantie van de gestandaardiseerde produktie gelijk zijn aan die bij de referentiegroep. De leeftijdsgroepen moeten dezelfde gemiddelde produktie krijgen en bij het aanwezig zijn van interacties (bijvoorbeeld tussen leeftijd en bedrijfsniveau) moeten deze interacties na standaardisatie verdwenen zijn (Rønningen & Gjødrem, 1966; Cundiff et al., 1967).

Zowel additieve als vermenigvuldigingsfactoren kunnen gemiddelde gestandaardiseerde produkties geven die per indelingsklasse gelijk zijn. De variantie binnen groepen kan verschillend zijn. Additieve factoren veranderen de variantie binnen groepen niet. Vermenigvuldigingsfactoren veranderen de variantie proportioneel met het kwadraat van de factor.

De melkhoeveelheid over de lactatie wordt voor het leeftijdseffect gecorrigeerd, overwegend met vermenigvuldigingsfactoren. Syrstad (1965) en Miller (1973) baseerden deze keus op het feit dat vermenigvuldigingsfactoren corrigeren voor de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau. Rønningen & Gjødrem (1966) kwamen in hun onderzoek naar de leeftijds- en seizoensinvloed op de melkhoeveelheid bij geiten tot de conclusie dat voor leeftijdsverschillen het best gecorrigeerd kon worden met vermenigvuldigingsfactoren en voor de seizoensverschillen met additieve factoren. Ook Cundiff et al. (1967) vonden dat vermenigvuldigingsfactoren niet altijd beter zijn dan additieve. Zij ontwikkelden correc-

tiefactoren voor de invloed van leeftijd van de moeder, sexe, seizoen van geboorte en systeem van bedrijfsvoering op het speengewicht bij vleesstieren. Hun criteria om te komen tot de beste wijze van correctie was de overeenstemming in gemiddelden van en variantie binnen subklassen. Additieve factoren waren het geschiktst voor leeftijd van de moeder, seizoen van geboorte en systeem van bedrijfsvoering. Voor het geslachtseffect kon het best worden gecorrigeerd met vermenigvuldigingsfactoren.

In ons materiaal zullen we nagaan in hoeverre de verschillende oorzaken van variantie op de melkhoeveelheid gedurende en over de lactatie worden weggenomen door zowel additieve als vermenigvuldigingsfactoren.

#### 5.2.1.1 Lactatieproductie

Standaardisatiefactoren voor seizoen en leeftijd zijn berekend uit de kleinste-kwadraten-gemiddelden en kleinste-kwadraten-constanten, aan te duiden met k.k.-gemiddelde en k.k.-constante, voor de subklassen uit statistisch model 7, waarin naast de hoofdeffecten leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau is opgenomen. Voor de leeftijd zowel als het seizoen zijn additieve en vermenigvuldigingsfactoren berekend. De vermenigvuldigingsfactoren zijn de verhoudingen tussen het k.k.-gemiddelde per subklasse en het gewogen gemiddelde ( $\mu$  in het statistisch model). Als additieve factoren zijn de k.k.-constanten gebruikt. Gekozen is voor het gewogen gemiddelde als referentieniveau.

De lactatieproducties uit materiaal B zijn op verschillende manieren gestandaardiseerd voor de leeftijds- en seizoenverschillen. Voor het seizoen is zowel met additieve als vermenigvuldigingsfactoren gecorrigeerd; voor de leeftijd met vermenigvuldigingsfactoren, binnen en over bedrijfsniveaus. Deze correctiefactoren over bedrijfsniveaus zullen in het vervolg aangeduid worden met "overall". In materiaal A is nagegaan dat het testen van de nauwkeurigheid van standaardisatie door correctie voor leeftijd met additieve factoren niet adequaat is in verband met de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau (zie 5.3.1).

De gestandaardiseerde lactatieproducties van materiaal B kunnen we als volgt omschrijven (zie de lijst met symbolen):

$$L_{SmAh} = (Y_{ijk} / s_j) / a_{ik}$$

$$L_{SaAh} = (Y_{ijk} - c_j) / a_{ik}$$

$$L_{\text{SmAo}} = (Y_{ij} / s_j) / a_i$$

$$L_{\text{SaAo}} = (Y_{ij} - c_j) / a_i$$

waarin: Y de berekende lactatieproduktie; i de leeftijds-, j de seizoens- en k de bedrijfsniveaunklasse; a de vermenigvuldigingsfactor voor de leeftijd en s voor het seizoen; c de additieve correctiefactor voor het seizoen.

#### 5.2.1.2 Dagproduktie

Om de dagproduktie vergelijkbaar te maken, moeten deze niet alleen gecorrigeerd worden voor de invloeden binnen de lactatiestadia zoals de leeftijd, het seizoen en de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau, maar mogelijk ook voor de drieweginteractie van leeftijd x lactatiestadium x bedrijfsniveau.

Voor de effecten van leeftijd en seizoen op de dagproduktie zijn standaardisatiefactoren berekend uit de k.k.-gemiddelden en k.k.-constanten uit model 7 voor de produkties op 10, 30, ..., 270 dagen. Voor het seizoen zijn dat zowel additieve als vermenigvuldigingsfactoren. Voor de leeftijd zijn, gezien de interactie tussen de leeftijd en het bedrijfsniveau, slechts vermenigvuldigingsfactoren gebruikt bij het testen van de nauwkeurigheid. In materiaal A is nagegaan of de interactie van leeftijd x lactatiestadium x bedrijfsniveau aanwezig is en met welke standaardisatiemethode deze interactie uitgeschakeld kan worden (zie 5.3.1)

De vermenigvuldigingsfactoren voor de leeftijd zijn berekend per bedrijfsniveau en over bedrijfsniveaus. Voor de standaardisatie van de dagproduktie door correctie voor verschillen in lactatiestadium, zijn vermenigvuldigingsfactoren berekend als de verhouding tussen het k.k.-gemiddelde voor de bedrijfsniveaunklasse in de verschillende lactatiestadia en het k.k.-gemiddelde voor de bedrijfsniveaus op 30 dagen. Daarnaast zijn dezelfde factoren berekend als de verhouding tussen het gewogen gemiddelde van de dagproduktie in de verschillende lactatiestadia en het gewogen gemiddelde op 30 dagen.

De gestandaardiseerde dagprodukties (D) van materiaal B kunnen we nu als volgt omschrijven (zie de lijst met symbolen):

$$D_{SmAo} = \{ (Y_{ijkn} / s_{jm}) / a_{im} \} / p_{kn}$$

$$D_{SaAo} = \{ (Y_{ijkn} - c_{jm}) / a_{im} \} / p_{kn}$$

$$D_{SmAh} = \{ (Y_{ijkn} / s_{jm}) / a_{ikn} \} / p_{kn}$$

$$D_{SmAo}^* = \{ (Y_{ijm} / s_{jm}) / a_{im} \} / p_m$$

$$D_{Ao} = (Y_{ikn} / a_{im}) / p_{kn}$$

waarin: Y de dagproductie; i de leeftijds-, j de seizoens-, k de bedrijfs-niveaunklasse, en m het lactatiestadium; a, s en p de vermenigvuldigingsfactoren voor respectievelijk leeftijd, seizoen en lactatiestadium; c de additieve correctiefactor voor het seizoen.

### 5.2.2 Extrapolatiefactoren

Zoals we in het literatuuroverzicht zien, kunnen extrapolatiefactoren onderscheiden worden in verhoudingsgetallen en regressiecoëfficiënten.

*Verhoudingsgetallen* Binnen de klassen van de effecten die invloed hebben op het verloop van de produktie gedurende de lactatie en daardoor ook op de verhouding van volledige lactatie en deellijst worden de extrapolatiefactoren berekend. Het verband tussen lactatie- en deellijstproduktie is weer te geven in het statistisch model:

$$\hat{Y} = a_i + b_i X_i$$

waarin:  $\hat{Y}$  = geschatte lactatieproduktie  
 $X_i$  = deellactatieproduktie  
 $b_i$  = regressie van lactatie op deellijstproduktie binnen de  $i^{\text{de}}$  klasse.

Snedecor & Cochran (1967) gaven aan dat wanneer Y een lineaire verhouding heeft tot X, er drie zuivere schatters zijn voor deze verhouding. De grootheden  $\Sigma XY/\Sigma X^2$ ,  $\Sigma Y/\Sigma X$  en  $\Sigma(Y/X)/n$  zijn alle zuivere schattingen voor de verhouding van Y en X in de populatie. De nauwkeurigheid hangt af van de variantie van de waarnemingen.

De meest gebruikte methode van schatting van de verhoudingsgetallen is die met de grootheid  $\Sigma Y/\Sigma X$ . Lamb & McGilliard (1967a) en Appleman et al. (1969) gebruikten daarentegen  $\Sigma(Y/X)/n$ . Bij deze vormen van schatting van de verhoudingsgetallen is de informatie over lactatie en deellijst afkomstig van dezelfde dieren in dezelfde lactatie. Syrstad (1964) berekende de verhouding tussen lactatie en deellijst uit jaarlijsten. Hij deelde de gemiddelde produktie van dieren met een lactatie van meer dan 300 dagen door de gemiddelde deellijst van dieren die op dat moment de gewenste deellijstlengte hadden.

*Regressiecoëfficiënten* De methoden van extrapolatie van deellijsten met behulp van parameters uit regressie-analyse kunnen we weergeven volgens de indeling in 2.3.1.

1. De lactatieproduktie ( $\hat{Y}_j$ ) wordt door middel van lineaire regressie van lactatie- op deellijstproduktie ( $X_{ij}$ ) geschat. De regressiecoëfficiënten ( $b_{ij}$ ) worden per lactatiestadium (i) en binnen de j<sup>de</sup> klasse van de effecten die het verloop van de produktie beïnvloeden, berekend. De regressievergelijking luidt dan:

$$\hat{Y}_j = \mu + b_{ij} (X_{ij} - \bar{X}_{ij}) \quad (1)$$

De geëxtrapolerde lijsten worden daarna gestandaardiseerd met behulp van factoren voor de lactatieproduktie.

2. De methode waarbij de deellijst eerst gestandaardiseerd wordt voor niet-genetische invloeden en dan geëxtrapolerd kan als volgt omschreven worden:

$$\hat{Y} = \mu + b_i (X_i - \bar{X}_i) \quad (2)$$

waarin:  $\hat{Y}$  = geschatte lactatieproduktie, gecorrigeerd voor niet-genetische invloeden;  
 $b_i$  = lineaire regressiecoëfficiënt, behorende bij deellijstlengte i;  
 $X_i$  = de voor niet-genetische invloeden gecorrigeerde produktie over een deellijst met lengte i.

Van Vleck & Henderson (1961e) gebruikten deze methode waarbij voor de schatting van de lactatieproductie gebruik gemaakt werd van populatiegemiddelden voor de deellijstproducties. Daarnaast onderzochten zij de nauwkeurigheid van extrapolatie, rekening houdend met het bedrijfseffect (Van Vleck & Henderson, 1961b). Hierbij worden voor de extrapolatie de binnen-bedrijf-regressie  $b_i$  en het bedrijfsgemiddelde van gestandaardiseerde deellijstproducties gebruikt.

3. Het bezwaar van de extrapolatiemethode met de lineaire regressie van lactatieproductie op deellijst is dat de gemiddelde deellijstproductie bekend moet zijn. Hetzij in de populatie, hetzij van de individuele bedrijven. Harvey (1959, geciteerd door Miller et al., 1972a) beval een methode aan die bij gebruik in de praktijk slechts de gemiddelde lactatieproductie bekend veronderstelt. Een voorwaarde hierbij is dat de variatiecoëfficiënt voor cumulatieve producties constant is. De regressievergelijking kan ook geschreven worden als:

$$\hat{Y} = \mu + r_{XY} \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} (X - \bar{X}) \quad (3)$$

Bij constante variatiecoëfficiënt voor volledige- en deellijst wordt:

$$\frac{\sigma_X}{\bar{X}} = \frac{\sigma_Y}{\bar{Y}} \quad \text{en} \quad \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}}$$

Vergelijking (3) wordt dan herschreven tot:

$$\hat{Y} = (1 - r_{XY}) \bar{Y} + r_{XY} \frac{\bar{Y}}{\bar{X}} X$$

4. Van Vleck & Henderson (1961b,e) en Miller et al. (1972b) schatten de lactatieproductie middels een multipele regressie uit alle proefmelkingen van betreffende deellijst. De regressievergelijking is van de vorm:

$$\hat{Y} = \mu + \sum_{i=1}^m b_i (X_i - \bar{X}_i)$$

waarin  $m$  het aantal proefmelkingen is.

5. Miller et al. (1972b) vonden dat de laatste proefmelking de grootste waarde had in het voorspellen van de lactatie door middel van multipele regressie. Met deze kennis ontwikkelden zij een lineaire regressievergelijking welke de voorspelde lactatieproductie in 2 delen scheidt. Deze regressievergelijking ziet er als volgt uit:

$$\hat{Y}_T = Y_N + \bar{Y}_{T-N} + b_{(T-N)X} (X - \bar{X})$$

waarin:

- $\hat{Y}_T$  = geschatte lactatieproduktie
- $Y_N$  = deellijst produktie over N maanden
- $\bar{Y}_{T-N}$  = populatiegemiddelde voor het niet bekende deel van de lactatie
- $X$  = een functie van de N bekende maandproducties
- $\bar{X}$  = populatiegemiddelde van X
- $b_{(T-N)X}$  = regressie van de produktie van het onbekende deel van de lactatie op X.

Verschillende sommen van N werden op nauwkeurigheid van voorspelling onderzocht zoals (1, 2 ---, N), (2, 3, ---, N), ---, (N-1, N), en N

Voor  $X = \sum_{i=1}^N Y_i$  gaat de vergelijking over in de lineaire regressie van lactatieproduktie op de deellijst.

*Verhoudingsgetallen versus regressiecoëfficiënten* De keuze tussen de methoden (verhouding versus regressie) moet gebaseerd worden op de nauwkeurigheid van extrapolatie. Daarnaast spelen de berekeningswijze en hanteerbaarheid mee.

Met verhoudingsgetallen geëxtrapoleerde produkties hebben een variatie die overeenkomt met die van volledige lactatieprodukties. Bij de veronderstelling dat de variatiecoëfficiënten van deellijsten met verschillende lengten gelijk is, krijgen we namelijk:

$$\frac{\sigma_{X_i}}{\bar{X}_i} = \frac{\sigma_Y}{\bar{Y}} \quad \text{en} \quad \sigma_Y = \frac{\bar{Y} \sigma_{X_i}}{\bar{X}_i}$$

waarin:  $X_i$  = deellijstproduktie met lactatielengte i  
 $Y$  = lactatieproduktie.

Is de verhouding tussen lactatie- en deellijstproduktie p en geven we de geëxtrapoleerde lactatieproduktie weer met  $Y_p$ , dan geeft dat:

$$\sigma_Y = p \bar{X}_i \frac{\sigma_{X_i}}{\bar{X}_i} = \bar{Y}_p \frac{\sigma_{X_i}}{\bar{X}_i} = \sigma_{Y_p}$$

De variatie in lijsten die met regressiecoëfficiënten (b) zijn geëxtrapoleerd is kleiner dan de variatie in de actuele lijsten. De variantie van geëxtrapoleerde lijsten is:

$$\sigma_{Y_b}^2 = \sigma_Y^2 r^2$$

waarin r de correlatie tussen deellijst en volledige lactatieproductie is.

Lush & Shrode (1950) stelden: "The ratio-method may underestimate total production of low producing cows and overestimate total production of high-producing cows since the ratio-method corrects only for the incompleteness of the lactation and does not take into account the incomplete repeatability of the parts of the lactation which is included in the regression-model". Harvey (1956, geciteerd door Madden et al., 1959 en Miller et al., 1972a) liet zien dat de schattingen met behulp van verhoudingsgetallen een verwachte afwijking hebben van regressieschattingen van (b-c) (X- $\bar{X}$ ), waarin b de regressie van totale productie op deellijst, c de overeenkomstige verhouding tussen totale en deelproductie in de populatie, X de cumulatieve deelproductie van de koe en  $\bar{X}$  het overeenkomstige gemiddelde in de populatie is. Madden et al. (1959) toonden empirisch aan dat het verschil (b-c) negatief en het grootst is gedurende de eerste drie lactatiemaanden, minder gedurende de middelste maanden (3-4), en positief en klein in het laatste deel van de lactatie.

De variantie van het verschil tussen geschatte en werkelijke lactatieproductie is groter bij de vermenigvuldigingsfactoren dan bij de regressie van totale op deellijstproductie. In de notatie van Harvey (1956) is de variantie van dit verschil (b-c)<sup>2</sup>  $\sigma_X^2$ .

Appleman et al. (1969) vonden dat de R<sup>2</sup> tussen werkelijke en geëxtrapoleerde productie voor de regressiemethode maximaal 7% hoger was dan die voor de methode van verhoudingsgetallen. De onder- en overschatting van de productie bij extrapolatie door middel van verhoudingsgetallen heeft geen invloed op de rangorde van dieren wanneer de deellijsten van gelijke lengte zijn. Het doel van extrapolatie op praktijkschaal is, die lijsten die een ongelijk aantal melkdagen hebben gemakkelijker vergelijkbaar te maken. De grootte van de onder- of overschatting hangt samen met de lengte van de te extrapoleren deellijst en de hoogte van de productie. In onze analyse wordt daarom de methode van verhoudingsgetallen buiten beschouwing gelaten en wordt de keuze gemaakt binnen de alternatieven van de regressieanalyse.

*Regressiemodel* Ons onderzoek is er op gericht de melkhoeveelheid onafhankelijk van niet-genetische invloeden vergelijkbaar te maken. Om ook lopende

lijsten in deze vergelijking te betrekken worden deze daartoe eerst geëxtrapoleerd tot lactatieproducties. De test op nauwkeurigheid van extrapolatie van gestandaardiseerde deellijsten geeft moeilijkheden daar gerelateerd moet worden, niet aan de actuele lactatieproductie maar aan de gestandaardiseerde. Deze methode van extrapolatie, gebruikt door Van Vleck & Henderson (1961b,e) blijft in onze analyse verder buiten beschouwing.

Baptist (1972) toonde aan dat de methode 1, waarbij als extrapolatieparameters de lineaire regressiecoëfficiënten van lactatie- op deellijstproductie gebruikt worden, en de methode 3, waar uitgegaan wordt van gewogen vermenigvuldigingsgetallen, niet onderscheiden zijn in nauwkeurigheid wanneer de variatiecoëfficiënten voor lijsten van verschillende lengte gelijk zijn. Om in ons materiaal na te gaan of methode 3 een gelijke nauwkeurigheid van extrapolatie geeft, zijn voor methode 1 en 3 parameters berekend.

De extrapolatie middels de multiële regressie leverde bij Van Vleck & Henderson (1961b,e) enige toename in nauwkeurigheid van schatting van de lactatieproductie ten opzichte van het gebruik van de lineaire regressie. Van Vleck & Henderson (1961e) stelden dat de winst in nauwkeurigheid niet opweegt tegen de praktische moeilijkheden door het aantal noodzakelijke factoren.

Miller et al. (1972b) berekenden partiële regressiecoëfficiënten van de lactatieproductie op de maandelijkse proefmelkingen. De t-waarden voor de partiële regressiecoëfficiënten waren steeds het hoogst voor de laatste proefmelking behalve voor de negende lactatiemaand. Hierop en op het feit dat de correlatie tussen de cumulatieve en lactatieproductie in de beginmaanden lager is dan de correlatie tussen proefmelkproductie van tweede of derde lactatiemaand en de lactatieproductie, gronden zij hun theorie dat de laatst genomen proefmelking de grootste waarde heeft bij het voorspellen van het resterend deel van de lactatie. Het absolute verschil tussen actuele en voorspelde productie was het kleinst wanneer alleen de regressie van het resterend deel van de lactatie op de laatste proefmelking als extrapolatiefactor gehanteerd werd. In onze analyse zullen we daarom slechts dat alternatief op nauwkeurigheid testen dat gebruik maakt van de lineaire regressie van het resterend deel van de lactatie op de laatste proefmelking.

Bij de schatting van de nauwkeurigheid van extrapolatie komen daarom in aanmerking de methode met de lineaire regressiecoëfficiënt van lactatie- op deellijstproductie, de modificatie hiervan waar gewerkt wordt met de correlatie tussen deel- en volledige lactatieproductie, en die met de lineaire regressiecoëfficiënten van resterend deel van de lactatie op de laatste proefmelking.

### 5.2.3 Nauwkeurigheid van methoden

Bij extrapolatie van deellijsten kan de geschatte lactatieproduktie gerelateerd worden aan de werkelijke. Als maat voor de nauwkeurigheid van extrapolatie wordt veelal gewerkt met de waarde van de correlatiecoëfficiënt (al dan niet gekwadrateerd) tussen geschatte en werkelijke lactatieproduktie (Madden et al., 1955, 1959; Van Vleck & Henderson, 1961b,e; Miller, 1964; Appleman et al., 1969; Schlote, 1972). Daarnaast wordt als criterium voor de nauwkeurigheid het gemiddelde absolute verschil tussen geschatte en werkelijke produktie gebruikt (Appleman et al., 1969; Baptist, 1972; Miller et al., 1972a,b). De spreiding in de afwijking van geschatte en werkelijke lactatie-opbrengst wordt gehanteerd door Baptist (1972) en Miller et al. (1972b).

De overeenkomst in gemiddelde gecorrigeerde produktie per leeftijdsklasse was voor Searle & Henderson (1960) een maat voor de nauwkeurigheid van de standaardisatie voor het leeftijdseffect. Het gebruik van de variatiecoëfficiënt van gestandaardiseerde produkties berust op het feit dat deze voor de melk-hoeveelheid over alle leeftijden ongeveer constant is (Gowen, 1920). Searle & Henderson (1960) en Miller et al. (1968a) gebruikten deze statistische parameter. Henderson (1958) stelde dat een constante variatiecoëfficiënt niet in alle gevallen het doel van de standaardisatie mag zijn. De afname van de variantiecomponent voor de leeftijd in het gestandaardiseerde materiaal is als testcriterium door Lush & Shrode (1950), Searle & Henderson (1960) en Miller et al. (1968a) gebruikt. Een bezwaar hiervan is dat de variantie ook volledig weggenomen wordt wanneer alle lijsten een gelijke produktie krijgen (Searle & Henderson, 1960). Een methode zonder dit bezwaar is de regressie van gestandaardiseerde produktie op de leeftijd (Searle & Henderson, 1960). Het verschil tussen de "overall" en de "within-herd-year-season"-regressie geeft een aanwijzing over de interactie tussen leeftijd en bedrijfseffect. In hun onderzoek werden door de grote standaardafwijking van de "within" regressiecoëfficiënt door het gemiddeld kleine aantal koeien per bedrijf geen verschillen aangetoond. Miller et al. (1968a) vonden dat de lineaire en kwadratische regressie van gestandaardiseerde produktie op de leeftijd een significante afname in de leeftijdsvariantie gaven. Ook Lee & Hickman (1970) gebruikten de regressie op de leeftijd als testparameter. Miller et al. (1968b) berekenden de fokwaarde van stieren voor de melkhoeveelheid aan de hand van gestandaardiseerde produkties van de eerste lactaties van de dochters. De rangorde van de stieren op grond van de dochterprodukties die met verschillende factoren voor de leeftijd gecorrigeerd waren, diende daarbij als criterium voor de nauwkeurigheid van standaardisatie.

De nauwkeurigheid van de standaardisatie van lactatie- en dagproductie en van de extrapolatie van deellijsten zijn als volgt getest:

- De k.k.-gemiddelden van de lactatieproductie (materiaal A) per leeftijdsklasse binnen bedrijfsniveaus uit model 7 (waarin opgenomen de hoofdeffecten leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau en de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau) zijn met "overall" additieve en vermenigvuldigingsfactoren voor het leeftijdseffect gestandaardiseerd. Met behulp van de rangcorrelatiecoëfficiënt van Spearman is nagegaan of systematische verschillen in de gestandaardiseerde productie binnen bedrijfsniveau bleven bestaan tussen de leeftijdsklassen.
- Van de gestandaardiseerde lactatieproducties uit materiaal B zijn gemiddelden, spreidingen en variatiecoëfficiënten berekend.
- De k.k.-constanten van de gestandaardiseerde lactatieproducties per leeftijd-, per seizoens- en per bedrijfsniveauklasse (model 7) en de k.k.-gemiddelden van de productie per leeftijdsklasse binnen bedrijfsniveau worden vermeld om inzicht te geven in de mate van standaardisatie.
- De gestandaardiseerde dagproducties op 70, 150 en 230 dagen zijn geanalyseerd volgens model 7, waarvan de F-waarden gegeven worden voor de toets op de effecten uit genoemd model.
- De gestandaardiseerde dagproducties op 30, 70, ..., 270 dagen zijn tevens geanalyseerd volgens het statistisch model 8, om het uitschakelen van de verschillen in productie door het stadium van lactatie te kwantificeren.

model 8: 
$$y_{ijklmn} = \mu + a_i + s_j + n_k + l_m + (sl)_{jm} + e_{ijklmn}$$

waarin:  $a$ ,  $s$  en  $n$  respectievelijk de effecten van de leeftijd, het seizoen en het bedrijfsniveau

$l_m$  = het effect van het  $m^{de}$  lactatiestadium ( $m = 1, \dots, 7$ ).

$(sl)_{jm}$  = het effect van de interactie tussen de  $j^{de}$  seizoensklasse en het  $m^{de}$  lactatiestadium.

In dit model is de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau niet opgenomen vanwege de beperking aan het aantal vrijheidsgraden door de beperkte geheugenruimte van de gebruikte computer.

- Voor de geëxtrapoleerde deellijsten is de berekende 300-dagenproductie als referentie gebruikt. Gemiddelden en variatiecoëfficiënten van de geëxtrapoleerde lijsten naar lengte van deellijst worden vermeld.
- De F-waarden voor de toets op de effecten en k.k.-constanten voor de klas-

sen van de effecten uit model 7 op de geëxtrapoleerde produkties geven aan in hoeverre in de berekende 300-dagenprodukties dezelfde variantie voorkomt als in de geëxtrapoleerde lijsten.

- De waarde van de correlatiecoëfficiënten tussen berekende en geëxtrapoleerde 300-dagenprodukties, de spreiding in de verschillen en het gemiddelde absolute verschil tussen geëxtrapoleerde en berekende produktie zijn daarnaast als testcriterium gehanteerd.

### 5.3 RESULTATEN

#### 5.3.1 Factoren

*Lactatieproduktie* In tabel 20 zijn de k.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen uit model 7 weergegeven. Tevens zijn de k.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus vermeld. Tussen de melkhoeveelheden van de eerste en tweede leeftijdsklasse binnen de bedrijfsniveaus I en II is nauwelijks verschil. Bij het laagste bedrijfsniveau produceren dieren uit de tweede leeftijdsklasse zelfs minder dan die uit de eerste. Bij het derde niveau is dit verschil toegenomen tot ca. 200 kg ten gunste van de tweede leeftijdsklasse.

Tabel 20. K.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen en k.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus van de lactatieproduktie in materiaal A (model 7).

| Leeftijdsklasse <sup>1</sup> | K.k.-gemiddelde | Bedrijfsniveau <sup>2</sup> |      |      |
|------------------------------|-----------------|-----------------------------|------|------|
|                              |                 | I                           | II   | III  |
| 1                            | 3847            | 3479                        | 3884 | 4178 |
| 2                            | 3925            | 3449                        | 3948 | 4376 |
| 3                            | 4402            | 3858                        | 4452 | 4895 |
| 4                            | 4704            | 4185                        | 4684 | 5242 |
| 5                            | 5072            | 4405                        | 4977 | 5831 |
| 6                            | 5312            | 4695                        | 5321 | 5920 |
| 7                            | 5569            | 4891                        | 5571 | 6247 |
| 8                            | 5728            | 5148                        | 5649 | 6386 |
| Age class <sup>1</sup>       | L.s. mean       | Herd level <sup>2</sup>     |      |      |

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 20. L.s. means for age classes and l.s. means for age classes within herd level of the lactation yield in Material A (model 7).

Tabel 21 geeft de k.k.-constanten voor de leeftijdsklassen en voor de leeftijds-klassen binnen bedrijfsniveaus. Het contrast tussen vierde en vijfde leeftijds-klasse bij het hoogste bedrijfsniveau is onevenredig groot vergeleken met het overeenkomstige contrast bij de andere niveaus van bedrijfsproductie. De schat-ting van het k.k.-gemiddelde voor de achtste leeftijdsklasse binnen niveau II lijkt laag. Bij toenemend bedrijfsniveau wordt het contrast tussen de leeftijds-klassen groter. Het verschil tussen de contrasten van tweede en achtste leef-tijdsklasse bij de bedrijfsniveaus I en III is ca. 300 kg. Bij het uitdrukken van de produktie in de verschillende leeftijdsklassen als verhouding tot het gewogen gemiddelde (tabel 21) zien we dat de verschillen binnen leeftijdsklas-sen over bedrijfsniveaus zeer klein zijn. De eerste leeftijdsklasse geeft een enigszins afwijkend beeld te zien door een relatief grotere stijging in pro-

Tabel 21. K.k.-constanten voor de leeftijdsklassen en voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus van de lactatieproduktie in materiaal A (model 7). De verhoudingen (ratio) tussen k.k.-gemiddelde voor de leeftijdsklasse en het gewogen gemiddelde ( $\mu$ ) en de verhoudingen (ratio) tussen k.k.-gemiddelde voor de leeftijdsklasse binnen be-drijfsniveau en k.k.-gemiddelde voor het bedrijfsniveau.

| Leef-<br>tijds-<br>klasse <sup>1</sup> | Constant(e) Ratio |       | Bedrijfsniveau <sup>2</sup> |       |             |       |             |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------|-----------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                                        |                   |       | I                           |       | II          |       | III         |       |
|                                        |                   |       | constant(e)                 | ratio | constant(e) | ratio | constant(e) | ratio |
| 1                                      | -973              | 0,798 | -785                        | 0,816 | -927        | 0,807 | -1206       | 0,776 |
| 2                                      | -895              | 0,814 | -815                        | 0,809 | -863        | 0,821 | -1008       | 0,813 |
| 3                                      | -418              | 0,913 | -406                        | 0,905 | -359        | 0,925 | -495        | 0,909 |
| 4                                      | -116              | 0,976 | -79                         | 0,981 | -127        | 0,974 | -142        | 0,974 |
| 5                                      | 252               | 1,052 | 141                         | 1,033 | 166         | 1,035 | 399         | 1,083 |
| 6                                      | 492               | 1,102 | 431                         | 1,101 | 510         | 1,106 | 536         | 1,100 |
| 7                                      | 750               | 1,155 | 627                         | 1,147 | 760         | 1,158 | 863         | 1,160 |
| 8                                      | 908               | 1,188 | 884                         | 1,207 | 838         | 1,174 | 1002        | 1,183 |

Age  
class<sup>1</sup>

Herd level<sup>2</sup>

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 21. L.s. constants for age classes and for age classes within herd level of the lactation yield in material A (model 7).

The ratios between l.s. mean for age class and the overall mean and the ratio between l.s. mean for age class within herd level and the l.s. mean for herd level.

duktie van eerste naar tweede leeftijdsklasse bij hogere bedrijfsniveaus. In figuur 5 zijn de verhoudingsgetallen per leeftijdsklasse grafisch weergegeven. Bij de leeftijdsklassen 1 en 2 heeft de verhouding onregelmatige waarden. Ook gezien de resultaten van Dommerholt (1972), dat er vrijwel lineaire stijging van de melkhoeveelheid is met de leeftijd binnen de eerste lactatie, zullen we voor het testen van de nauwkeurigheid van standaardisatie van verschillen in produktie als gevolg van de leeftijd uitgaan van de geïnterpoleerde waarde voor de tweede leeftijdsklasse over alle niveaus (0,83). De vijfde leeftijdsklasse heeft voor het hoogste bedrijfsniveau een uitspringende waarde. Of dit systematisch is of een afwijking in de materiaalopbouw zullen we nagaan bij het testen van de nauwkeurigheid.

In tabel 22 zijn de k.k.-gemiddelden en k.k.-constanten weergegeven voor de seizoensklassen uit model 7. De laagste lactatieproduktie vinden we bij dieren

Fig. 5. Verhouding tussen kleinste-kwadraten-gemiddelde van de lactatieproduktie voor de leeftijdsklassen en het gewogen gemiddelde ( $\mu$ ) in model 7, met de verhouding tussen k.k.-gemiddelde voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus en k.k.-gemiddelde van de bedrijfsniveaus.

- o bedrijfsniveau I/herd level I
- \* bedrijfsniveau II/herd level II
- bedrijfsniveau III/herd level III

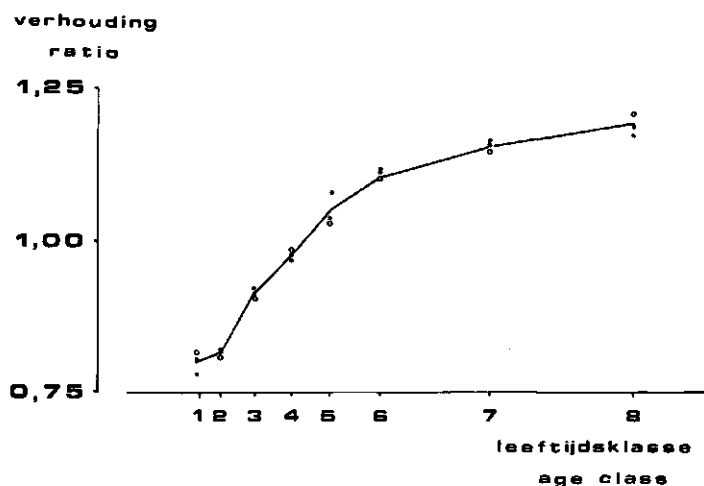


Fig. 5. Ratio of least squares mean for age classes of lactation yield to the overall mean ( $\mu$ ) in Model 7 with the ratio of l.s. mean for age classes within herd levels to l.s. mean for herd level.

Tabel 22. K.k.-gemiddelden en k.k.-constanten voor de seizoensklassen van de lactatieproductie in materiaal A (model 7) en de verhoudingen (ratio) tussen k.k.-gemiddelde per seizoensklasse en het gewogen gemiddelde.

|                              | Seizoensklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |
|------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                              | 1                           | 2     | 3     | 4     | 5     |
| K.k.-gemiddelde/l.s. mean    | 4689                        | 5048  | 4981  | 4770  | 4609  |
| K.k.-constante/l.s. constant | -131                        | 229   | 161   | -49   | -210  |
| Ratio                        | 0,973                       | 1,047 | 1,033 | 0,990 | 0,956 |
| Class of season <sup>1</sup> |                             |       |       |       |       |

1. Zie tabel 4/See Table 4.

Table 22. L.s. means and l.s. constants for classes of season of the lactation yield in Material A (Model 7) and the ratios between l.s. mean for season class and the overall mean.

die de lactatie beginnen in het vijfde seizoen. De hoogste produktie gaat samen met de tweede seizoensklasse. De k.k.-constanten laten zien dat tussen het seizoen met de hoogste en laagste lactatieproductie een verschil van ca. 440 kg is. Ook laat tabel 22 de verhouding tussen het k.k.-gemiddelde per seizoensklasse en het gewogen gemiddelde zien. Dieren die afkalven in het tweede seizoen produceren ca. 5% meer dan gemiddeld. In het vijfde seizoen ca. 4% minder.

*Dagproductie* In tabel 23 zijn de k.k.-gemiddelden weergegeven voor de leeftijdsklassen van de dagproductie in materiaal A (model 7). Slechts de k.k.-gemiddelden van de dagproducties op 30, 70, ..., 270 dagen zijn vermeld. Bij een gewogen gemiddelde van 22,2 kg op 30 dagen is het verschil in produktie tussen de uiterste leeftijdsklassen ca. 10,3 kg. Op 270 dagen is dit verschil bij een gewogen gemiddelde van ca. 9,9 kg gereduceerd tot ca. 1,8 kg. Het verschil in produktie ten gevolge van de leeftijd wordt gedurende de lactatie continu kleiner. Een volledige nivellering van het leeftijdseffect zoals in de literatuur gemeld wordt treedt op 270 dagen nog niet op. Het kleinste verschil in produktie bestaat tussen de leeftijdsklassen 1 en 2 en tussen 7 en 8.

De k.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveau van de dagproductie (model 7) zijn in tabel 23 tevens weergegeven. Figuur 6 geeft de lactatiecurve per bedrijfsniveau die gevormd wordt door verbinding van de k.k.-gemiddelden van de dagproducties op 10, 30, ..., 270 dagen voor de 3 bedrijfsniveaueklassen. Tijdens de gehele lactatie is er een verschil in pro-

Tabel 23. K.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen en voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveau van de dagproductie in materiaal A (model 7).

| Lactatie-<br>dag                                     | Leeftijdsklassen <sup>1</sup> |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                      | 1                             | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| <i>"Overall"</i>                                     |                               |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 16,59                         | 17,04 | 19,66 | 22,18 | 23,64 | 25,15 | 26,36 | 26,90 |
| 70                                                   | 15,44                         | 15,81 | 18,12 | 19,76 | 21,48 | 22,61 | 24,06 | 24,79 |
| 110                                                  | 13,91                         | 14,04 | 16,17 | 17,35 | 18,90 | 19,79 | 20,93 | 21,64 |
| 150                                                  | 12,67                         | 12,92 | 14,65 | 15,48 | 16,64 | 17,57 | 18,58 | 19,26 |
| 190                                                  | 11,51                         | 11,84 | 13,11 | 13,65 | 14,89 | 15,43 | 16,31 | 16,82 |
| 230                                                  | 10,47                         | 10,52 | 11,42 | 11,78 | 12,62 | 13,03 | 13,61 | 13,96 |
| 270                                                  | 9,00                          | 9,15  | 9,50  | 9,61  | 10,16 | 10,43 | 10,58 | 10,76 |
| <i>Bedrijfsniveau I/Herd level I<sup>2</sup></i>     |                               |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 15,20                         | 15,41 | 17,60 | 20,37 | 21,19 | 22,90 | 23,88 | 24,49 |
| 70                                                   | 13,91                         | 13,96 | 16,11 | 17,72 | 19,06 | 20,13 | 21,33 | 22,49 |
| 110                                                  | 12,62                         | 12,21 | 14,31 | 15,22 | 16,56 | 17,55 | 18,26 | 19,28 |
| 150                                                  | 11,48                         | 11,16 | 12,74 | 13,71 | 14,22 | 15,60 | 16,20 | 17,33 |
| 190                                                  | 10,36                         | 10,33 | 11,41 | 11,98 | 12,76 | 13,56 | 14,07 | 15,00 |
| 230                                                  | 9,41                          | 9,13  | 9,78  | 10,17 | 10,42 | 11,30 | 11,66 | 12,23 |
| 270                                                  | 7,95                          | 7,91  | 8,01  | 8,33  | 8,52  | 8,74  | 8,95  | 9,54  |
| <i>Bedrijfsniveau II/Herd level II<sup>2</sup></i>   |                               |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 16,57                         | 17,04 | 19,79 | 22,08 | 23,74 | 24,99 | 25,98 | 26,42 |
| 70                                                   | 15,50                         | 15,89 | 18,26 | 19,73 | 21,25 | 22,65 | 23,82 | 24,48 |
| 110                                                  | 14,07                         | 14,08 | 16,27 | 17,24 | 18,64 | 19,81 | 20,88 | 21,33 |
| 150                                                  | 12,90                         | 13,06 | 14,80 | 15,41 | 16,54 | 17,68 | 18,55 | 18,90 |
| 190                                                  | 11,69                         | 11,92 | 13,19 | 13,65 | 14,53 | 15,53 | 16,35 | 16,55 |
| 230                                                  | 10,57                         | 10,68 | 11,58 | 11,69 | 12,18 | 13,13 | 13,92 | 14,02 |
| 270                                                  | 9,25                          | 9,18  | 9,59  | 9,53  | 9,68  | 10,56 | 10,84 | 10,71 |
| <i>Bedrijfsniveau III/Herd level III<sup>2</sup></i> |                               |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 17,98                         | 18,68 | 21,60 | 24,11 | 25,98 | 27,55 | 29,23 | 29,79 |
| 70                                                   | 16,90                         | 17,58 | 19,97 | 21,84 | 24,13 | 25,06 | 27,03 | 27,39 |
| 110                                                  | 15,04                         | 15,81 | 17,91 | 19,60 | 21,52 | 22,01 | 23,64 | 24,31 |
| 150                                                  | 13,64                         | 14,54 | 16,40 | 17,31 | 19,16 | 19,44 | 20,99 | 21,56 |
| 190                                                  | 12,49                         | 13,28 | 14,72 | 15,33 | 17,38 | 17,19 | 18,51 | 18,93 |
| 230                                                  | 11,42                         | 11,75 | 12,90 | 13,47 | 15,26 | 14,67 | 15,26 | 15,63 |
| 270                                                  | 9,80                          | 10,34 | 10,90 | 10,96 | 12,28 | 12,00 | 11,96 | 12,02 |

Test day    Age classes<sup>1</sup>

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 23. L.s. means for age classes and for age classes within herd level of the test-day yield in Material A (Model 7).

Fig. 6. Gemiddelde lactatiecurve per bedrijfsniveau (zie tabel 5) door de kleinste-kwadraten-gemiddelden van de dagproducties op de 10e, 30e, ..., 270e dag voor de bedrijfsniveaus.

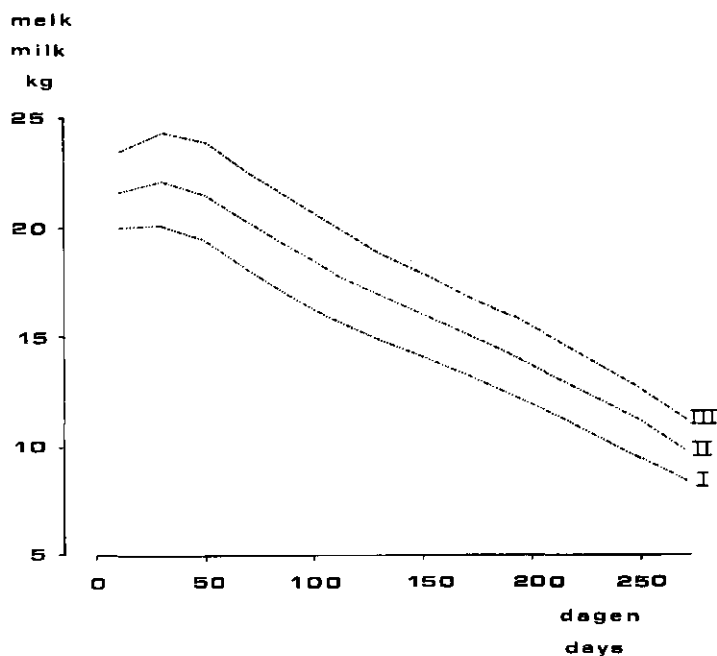


Fig. 6. Average course of milk yield within herd level (see Table 5) through least squares means for the herd levels of test-day yields on Day 10, 30 ..., 270.

duktieniveau. Tussen het hoogste en het laagste niveau is dit verschil maximaal 4,44 kg op 50 dagen en het kleinst (2,79 kg) op 270 dagen, op 10 dagen is dit verschil 3,54 kg. Binnen bedrijfsniveaus (tabel 23) is het verschil in produktie tussen de leeftijdsklassen van verschillende grootte. De melkhoeveelheden van de leeftijdsklassen 1 en 2 verschillen binnen de bedrijfsniveaus I en II nauwelijks. Bij niveau I is melkhoeveelheid van klasse 1 vanaf 110 dagen zelfs hoger. Wel een duidelijk verschil in produktie vinden we tussen de leeftijdsklassen 1 en 2 bij produktieniveau III.

De interactie tussen de leeftijd en bedrijfsniveau wordt weerspiegeld door de contrasten tussen de leeftijdsklassen. Voor de melkhoeveelheid op 30 dagen is het contrast tussen tweede en achtste leeftijdsklasse voor de 3 niveaus resp.: 9,1, 9,4 en 11,1 kg. Op 110 dagen is dat 7,1, 7,3 en 8,5 kg en op 270 dagen 1,6, 1,5 en 1,7 kg. Standarisatie voor de leeftijd van de dagproduktie met additieve factoren moet dus geschieden met factoren binnen bedrijfsniveaus.

Tabel 24. Verhoudingen tussen k.k.-gemiddelde voor de leeftijdsklassen en het gewogen gemiddelde ("overall") en verhoudingen tussen k.k. gemiddelde voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveau en het k.k. gemiddelde voor het bedrijfsniveau (dagproductie, materiaal A).

| Lactatie-<br>dag                                     | Leeftijdsklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                      | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| <i>"Overall"</i>                                     |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 0,748                        | 0,768 | 0,886 | 1,000 | 1,065 | 1,133 | 1,188 | 1,212 |
| 70                                                   | 0,762                        | 0,780 | 0,894 | 0,975 | 1,060 | 1,116 | 1,188 | 1,224 |
| 110                                                  | 0,780                        | 0,787 | 0,906 | 0,973 | 1,059 | 1,109 | 1,173 | 1,213 |
| 150                                                  | 0,793                        | 0,809 | 0,917 | 0,969 | 1,042 | 1,100 | 1,163 | 1,206 |
| 190                                                  | 0,811                        | 0,834 | 0,923 | 0,961 | 1,049 | 1,087 | 1,149 | 1,185 |
| 230                                                  | 0,860                        | 0,864 | 0,938 | 0,967 | 1,036 | 1,070 | 1,117 | 1,146 |
| 270                                                  | 0,909                        | 0,924 | 0,960 | 0,971 | 1,026 | 1,054 | 1,069 | 1,087 |
| <i>Bedrijfsniveau I/Herd level I<sup>2</sup></i>     |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 0,755                        | 0,766 | 0,874 | 1,012 | 1,053 | 1,138 | 1,186 | 1,217 |
| 70                                                   | 0,769                        | 0,772 | 0,891 | 0,980 | 1,054 | 1,113 | 1,179 | 1,243 |
| 110                                                  | 0,801                        | 0,775 | 0,909 | 0,966 | 1,051 | 1,114 | 1,159 | 1,223 |
| 150                                                  | 0,817                        | 0,794 | 0,906 | 0,975 | 1,011 | 1,110 | 1,152 | 1,233 |
| 190                                                  | 0,833                        | 0,831 | 0,918 | 0,964 | 1,027 | 1,091 | 1,132 | 1,207 |
| 230                                                  | 0,895                        | 0,869 | 0,931 | 0,968 | 0,991 | 1,075 | 1,109 | 1,164 |
| 270                                                  | 0,936                        | 0,932 | 0,943 | 0,981 | 1,004 | 1,029 | 1,054 | 1,124 |
| <i>Bedrijfsniveau II/Herd level II<sup>2</sup></i>   |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 0,750                        | 0,772 | 0,896 | 1,000 | 1,075 | 1,132 | 1,177 | 1,197 |
| 70                                                   | 0,767                        | 0,787 | 0,904 | 0,977 | 1,052 | 1,121 | 1,179 | 1,212 |
| 110                                                  | 0,791                        | 0,791 | 0,915 | 0,969 | 1,048 | 1,113 | 1,174 | 1,199 |
| 150                                                  | 0,807                        | 0,817 | 0,926 | 0,964 | 1,035 | 1,106 | 1,161 | 1,183 |
| 190                                                  | 0,824                        | 0,841 | 0,930 | 0,963 | 1,025 | 1,095 | 1,153 | 1,167 |
| 230                                                  | 0,865                        | 0,874 | 0,948 | 0,957 | 0,997 | 1,074 | 1,139 | 1,147 |
| 270                                                  | 0,932                        | 0,925 | 0,967 | 0,961 | 0,976 | 1,065 | 1,093 | 1,080 |
| <i>Bedrijfsniveau III/Herd level III<sup>2</sup></i> |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| 30                                                   | 0,738                        | 0,767 | 0,887 | 0,990 | 1,067 | 1,131 | 1,200 | 1,223 |
| 70                                                   | 0,751                        | 0,782 | 0,888 | 0,971 | 1,073 | 1,114 | 1,202 | 1,218 |
| 110                                                  | 0,753                        | 0,791 | 0,896 | 0,981 | 1,077 | 1,102 | 1,183 | 1,217 |
| 150                                                  | 0,763                        | 0,813 | 0,917 | 0,968 | 1,072 | 1,087 | 1,174 | 1,206 |
| 190                                                  | 0,782                        | 0,831 | 0,921 | 0,959 | 1,088 | 1,076 | 1,158 | 1,185 |
| 230                                                  | 0,828                        | 0,851 | 0,935 | 0,976 | 1,106 | 1,063 | 1,106 | 1,133 |
| 270                                                  | 0,869                        | 0,918 | 0,966 | 0,972 | 1,089 | 1,064 | 1,060 | 1,066 |
| <i>Test day Age class<sup>1</sup></i>                |                              |       |       |       |       |       |       |       |

1. Zie tabel 3/See Table 3
2. Zie tabel 5/See Table 5

Table 24. Ratio between l.s. mean for age class and the overall mean ("overall") and ratios between l.s. mean for age class within herd level and the l.s. mean for herd level (test-day yield, Material A).

In tabel 24 zijn de verhoudingen weergegeven tussen het k.k.-gemiddelde per leeftijdsklasse en het gewogen gemiddelde per lactatiestadium van de dagproductie. De verhoudingen over de lactatiestadia zijn niet constant. Jonge dieren gaan bij het voortschrijden van de lactatie relatief meer produceren dan oudere dieren.

Binnen de bedrijfsniveaus laten de verhoudingen per leeftijdsklasse en over lactatiestadia eenzelfde ontwikkeling zien als de verhoudingen over bedrijfsniveaus. Bij de eerste leeftijdsklasse is een trendmatig verschil tussen de drie niveaus aanwezig. De hoogte van de verhoudingen neemt af met het bedrijfsniveau, al zijn de verschillen tussen de niveaus I en II gering. De leeftijdsklassen 2 tot en met 4 vertonen geen verschillen tussen de niveaus. Leeftijdsklasse 5 laat op het derde bedrijfsniveau, met name bij dagproducties in het tweede deel van de lactatie, hogere verhoudingen zien. Bij de leeftijdsklassen 6 tot en met 8 zijn er wel verschillen in de verhoudingen, maar deze laten geen trendmatige ontwikkeling zien. Op grond van deze verhoudingen kunnen we aannemen dat bij standaardisatie door correctie voor het leeftijdseffect met vermenigvuldigingsfactoren de interactie tussen leeftijd en lactatiestadium verdwenen is.

Met het voortschrijden van de lactatie is de daling van het k.k.-gemiddelde van de dagproductie voor het laagste bedrijfsniveau (fig. 6) het kleinst en voor het hoogste niveau het grootst. Standaardisatie voor het lactatiestadium vraagt dus voor elk bedrijfsniveau onderscheiden additieve factoren. De verhoudingen

Tabel 25. Verhoudingen tussen k.k.-gemiddelde voor de bedrijfsniveaus per lactatiestadium en k.k.-gemiddelde voor de bedrijfsniveaus op 30 dagen (dagproductie, materiaal A).

| Lactatie-<br>dag | Bedrijfsniveau <sup>1</sup> |       |       |
|------------------|-----------------------------|-------|-------|
|                  | I                           | II    | III   |
| 30               | 1,000                       | 1,000 | 1,000 |
| 70               | 0,899                       | 0,915 | 0,923 |
| 110              | 0,782                       | 0,806 | 0,820 |
| 150              | 0,698                       | 0,724 | 0,734 |
| 190              | 0,617                       | 0,642 | 0,656 |
| 230              | 0,522                       | 0,553 | 0,567 |
| 270              | 0,422                       | 0,449 | 0,463 |

Test day      Herd level<sup>1</sup>

1. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 25. Ratios of l.s. mean for herd level within stage of lactation to l.s. mean for herd level at 30 days (test-day yield, Material A).

tussen het k.k.-gemiddelde voor de bedrijfsniveaus per lactatiestadium en het k.k.-gemiddelde voor de bedrijfsniveaus op 30 dagen (tabel 25) zijn niet identiek. De lactatiecurve wordt vlakker bij het dalen van de gemiddelde bedrijfsproduktie.

In tabel 26 zijn de k.k.-gemiddelden voor de seizoensklassen uit model 7 gegeven. Het verloop van de lactatiecurve is duidelijk afhankelijk van het seizoen waarin de lactatie begint. Tot 150 dagen heeft het eerste seizoen de laagste dagproduktie en op 270 dagen de hoogste. De seizoenen 3, 4 en 5 hebben aan het begin van de lactatie de hoogste produktie. Op 150 dagen heeft het vijfde seizoen echter al de laagste dagproduktie. Duidelijker dan de k.k.-gemiddelden geven de afgeleide parameters in tabel 26 de verschillen in de hoogte van de dagproduktie

Tabel 26. K.k.-gemiddelden voor de seizoensklassen en de verhoudingen (ratio) tussen het k.k.-gemiddelde voor de seizoensklassen en het k.k.-gemiddelde voor de vierde seizoensklasse (dagproduktie, materiaal A).

| Lactatie-<br>dag                 | Seizoensklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |
|----------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | 1                           | 2     | 3     | 4     | 5     |
| <i>K.k.-gemiddelde/L.s. mean</i> |                             |       |       |       |       |
| 30                               | 21,20                       | 21,87 | 22,35 | 22,76 | 22,78 |
| 70                               | 18,38                       | 20,00 | 21,02 | 21,60 | 20,30 |
| 110                              | 15,73                       | 18,22 | 19,16 | 18,47 | 17,62 |
| 150                              | 14,67                       | 16,95 | 17,33 | 16,34 | 14,58 |
| 190                              | 13,86                       | 15,96 | 15,15 | 13,82 | 12,20 |
| 230                              | 13,06                       | 13,73 | 12,70 | 10,66 | 10,72 |
| 270                              | 11,59                       | 11,16 | 9,43  | 8,15  | 9,16  |
| <i>Ratio</i>                     |                             |       |       |       |       |
| 30                               | 0,931                       | 0,960 | 0,982 | 1,000 | 1,001 |
| 70                               | 0,851                       | 0,926 | 0,973 | 1,000 | 0,940 |
| 110                              | 0,852                       | 0,986 | 1,037 | 1,000 | 0,954 |
| 150                              | 0,898                       | 1,037 | 1,061 | 1,000 | 0,892 |
| 190                              | 1,003                       | 1,155 | 1,096 | 1,000 | 0,883 |
| 230                              | 1,225                       | 1,288 | 1,191 | 1,000 | 1,006 |
| 270                              | 1,422                       | 1,369 | 1,157 | 1,000 | 1,124 |

Test day              Season class<sup>1</sup>

1. Zie tabel 4/See Table 4.

Table 26. L.s. means for season classes and ratios between l.s. mean for season classes and l.s. mean for the fourth season class (test-day yield, Material A).

in de verschillende seizoenen weer. Hier zijn de k.k.-gemiddelden voor de seizoensklassen weergegeven als verhouding tot het k.k.-gemiddelde in het vierde seizoen bij overeenkomstige lactatielengte. Op 30 dagen zijn de verschillen tussen de seizoensklassen relatief gering. Op 270 dagen heeft het eerste seizoen een dagproductie die 1,4 maal zo hoog is als in het vierde seizoen.

In Bijlage 1 zijn de gemiddelde dagproducties opgenomen per leeftijds- en seizoenssubklasse. Subklassen met een klein aantal waarnemingen geven afwijkende gemiddelden te zien, bijv. leeftijdsklasse 1 binnen het eerste

Tabel 27. K.k.-constanten voor de leeftijdsklassen en het gewogen gemiddelde van de cumulatieve produkties; verhoudingen (ratio) tussen k.k.-gemiddelde voor de leeftijdsklassen van de 300-dagenproductie en k.k.-gemiddelde voor de leeftijdsklassen van de cumulatieve produkties (model 7, materiaal A).

| Dagen lactatie                      | Leeftijdsklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |       |       |       | Gewogen gemiddelde  |
|-------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
|                                     | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                     |
| <i>K.k.-constante/L.s. constant</i> |                              |       |       |       |       |       |       |       |                     |
| 40                                  | -226                         | -205  | -100  | 3     | 56    | 122   | 166   | 185   | 878                 |
| 80                                  | -430                         | -390  | -190  | - 14  | 106   | 223   | 323   | 372   | 1715                |
| 120                                 | -594                         | -549  | -261  | - 34  | 149   | 304   | 454   | 532   | 2452                |
| 160                                 | -732                         | -678  | -318  | - 53  | 179   | 371   | 563   | 668   | 3108                |
| 200                                 | -846                         | -779  | -365  | - 75  | 208   | 425   | 651   | 780   | 3694                |
| 240                                 | -924                         | -852  | -399  | - 93  | 228   | 463   | 715   | 861   | 4201                |
| 280                                 | -968                         | -892  | -418  | -107  | 243   | 487   | 750   | 905   | 4622                |
| 300                                 | -982                         | -902  | -432  | -114  | 249   | 496   | 759   | 917   | 4803                |
| <i>Ratio</i>                        |                              |       |       |       |       |       |       |       |                     |
| 40                                  | 5,860                        | 5,796 | 5,630 | 5,322 | 5,409 | 5,299 | 5,328 | 5,381 |                     |
| 80                                  | 2,974                        | 2,944 | 2,872 | 2,872 | 2,757 | 2,776 | 2,743 | 2,729 |                     |
| 120                                 | 2,058                        | 2,051 | 2,000 | 1,940 | 1,942 | 1,923 | 1,915 | 1,918 |                     |
| 160                                 | 1,608                        | 1,605 | 1,570 | 1,535 | 1,537 | 1,523 | 1,516 | 1,515 |                     |
| 200                                 | 1,342                        | 1,338 | 1,316 | 1,296 | 1,295 | 1,286 | 1,280 | 1,278 |                     |
| 240                                 | 1,166                        | 1,165 | 1,152 | 1,141 | 1,140 | 1,136 | 1,131 | 1,130 |                     |
| 280                                 | 1,046                        | 1,046 | 1,042 | 1,039 | 1,039 | 1,037 | 1,035 | 1,035 |                     |
| <i>Time in lactation (day)</i>      |                              |       |       |       |       |       |       |       |                     |
|                                     | <i>Age class<sup>1</sup></i> |       |       |       |       |       |       |       | <i>Overall mean</i> |

1. Zie tabel 3/See Table 3.

Table 27. L.s. constants for age classes and the overall mean of the cumulative yields; ratios of l.s. mean for age classes of 300-day yield to l.s. mean for age classes of the cumulative yields (Model 7, Material A).

seizoen. Het verloop van de produktie wordt gekenmerkt door een relatief lage produktie in het eerste seizoen met een langzame daling gedurende de lactatie. Seizoen vier heeft bij de meeste leeftijdsklassen de hoogste produktie op 30 dagen en in alle gevallen de laagste op 270 dagen.

*Deellijstprodukties* De k.k.-constanten voor de leeftijdsklassen uit model 7 zijn in tabel 27 weergegeven van de cumulatieprodukties over 40, 80, ..., 280, 300 dagen. De verhoudingen tussen de produktie over 300 dagen en de deellijstprodukties (tabel 27) laten zien dat het verloop van de cumulatieve produktie afhankelijk is van de leeftijd bij afkalven. De grootste verschillen worden gevonden bij de leeftijden tot de vijfde klasse. Tussen de zesde, zevende en achtste klasse zijn de verschillen gering. De k.k.-constanten laten zien dat bij de produktie over 120 dagen de verschillen door de leeftijd bij afkalven op de 300-dagenproduktie al voor meer dan 50% aanwezig zijn. Hoge vermenigvuldigingsfactoren binnen dezelfde deellijstlengte geven aan dat een relatief groot deel van de produktie in het resterend deel van de lactatie plaatsvindt, wat gepaard gaat met een vlakke lactatiecurve. De eerst leeftijdsklasse blijft gedurende de gehele lactatie een relatief hoge vermenigvuldigingsfactor houden. De factoren tenderen binnen klassen naar deellijstlengte bij toenemende leeftijd naar lagere waarden.

Tabel 28 geeft de k.k.-constanten uit model 7 voor de seizoensklassen van de cumulatieve produktie. Over zeer korte deellijsten hebben de seizoenen 3, 4 en 5 de hoogste produktie. Over bijna volledige lactaties is dat veranderd ten gunste van de seizoenen 2 en 3. De vijfde seizoensklasse heeft dan de laagste cumulatieve produktie. Het verloop van de lactatieproduktie per seizoensklasse komt tot uitdrukking uit de verhoudingen tussen de 300-dagen- en deellijstproduktie (tabel 28). Het tweede seizoen vertoont een relatief vlak verloop van de lactatiecurve. Seizoen 4 heeft de kleinste stijging in produktie bij het voortschrijden van de lactatie.

De verhouding tussen de produktie over 300 dagen en die van deellijsten is afhankelijk van de leeftijd en het seizoen. De methoden van extrapolatie die in 5.2 gekozen zijn maken het noodzakelijk de verhoudingen binnen subklasse van leeftijd en seizoen te gebruiken. In Bijlage 2 zijn deze verhoudingen gegeven.

De k.k.-constanten (model 7) voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveau (tabel 29) van de cumulatieve produktie laten zien dat de contrasten tussen overeenkomstige leeftijdsklassen en deellijstlengten toenemen met het bedrijfsniveau. De vermenigvuldigingsfactoren, per deellijstlengte berekend

Tabel 28. K.k.-constanten voor de seizoensklassen van de cumulatieve produkties; verhoudingen (ratio) tussen k.k.-gemiddelde voor de seizoensklassen van de 300-dagenproduktie en k.k.-gemiddelde voor de seizoensklassen van de cumulatieve produkties (model 7, materiaal A).

| Dagen<br>lactatie                   | Seizoensklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | 1                           | 2     | 3     | 4     | 5     |
| <i>K.k.-constante/l.s. constant</i> |                             |       |       |       |       |
| 40                                  | - 31                        | - 17  | 4     | 18    | 25    |
| 80                                  | - 99                        | - 28  | 28    | 68    | 31    |
| 120                                 | -181                        | - 19  | 74    | 100   | 26    |
| 160                                 | -242                        | 13    | 131   | 117   | - 18  |
| 200                                 | -268                        | 77    | 172   | 112   | - 93  |
| 240                                 | -246                        | 141   | 201   | 62    | -158  |
| 280                                 | -185                        | 195   | 193   | - 10  | -194  |
| 300                                 | -145                        | 212   | 179   | - 42  | -205  |
| <i>Ratio</i>                        |                             |       |       |       |       |
| 40                                  | 5,499                       | 5,825 | 5,649 | 5,314 | 5,092 |
| 80                                  | 2,882                       | 2,974 | 2,858 | 2,670 | 2,633 |
| 120                                 | 2,051                       | 2,062 | 1,972 | 1,866 | 1,856 |
| 160                                 | 1,625                       | 1,607 | 1,538 | 1,476 | 1,488 |
| 200                                 | 1,360                       | 1,330 | 1,289 | 1,251 | 1,277 |
| 240                                 | 1,117                       | 1,155 | 1,132 | 1,117 | 1,137 |
| 280                                 | 1,050                       | 1,041 | 1,035 | 1,032 | 1,038 |

Time in  
lactation  
(day)      Season class<sup>1</sup>

1. Zie tabel 4/See Table 4.

Table 28. L.s. constants for season classes of the cumulative yields; ratios between l.s. mean for season classes of 300-day yield and l.s. mean for season classes of the cumulative yields (Model 7, Material A).

uit het k.k.-gemiddelde per leeftijdsklasse binnen bedrijfsniveau en het k.k.-gemiddelde van de 300-dagenproduktie per bedrijfsniveau, zijn in Bijlage 3 te vinden. De verhoudingen zijn het laagst voor het laagste bedrijfsniveau en voor de hoogste categorie van gemiddelde bedrijfsproduktie het hoogst. Een uitzondering hierop vormt de eerste leeftijdsklasse. Deze heeft de hoogste factoren bij het tweede niveau. Tussen de bedrijfsniveaus II en III bestaan slechts geringe verschillen ten aanzien van de verhouding van 300 dagen en

Tabel 29. K.k.-constanten van de cumulatieve produktie voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus (model 7, materiaal A).

| Dagen lactatie                                       | Leeftijdsklassen <sup>1</sup> |      |      |      |     |     |     |      |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
|                                                      | 1                             | 2    | 3    | 4    | 5   | 6   | 7   | 8    |
| <i>Bedrijfsniveau I/Herd level I<sup>2</sup></i>     |                               |      |      |      |     |     |     |      |
| 40                                                   | -202                          | -187 | -103 | 11   | 45  | 114 | 152 | 171  |
| 80                                                   | -379                          | -358 | -190 | 2    | 85  | 204 | 285 | 352  |
| 120                                                  | -514                          | -505 | -248 | - 18 | 119 | 275 | 391 | 501  |
| 160                                                  | -623                          | -627 | -304 | - 32 | 130 | 340 | 480 | 634  |
| 200                                                  | -711                          | -719 | -349 | - 51 | 143 | 390 | 550 | 745  |
| 240                                                  | -765                          | -782 | -381 | - 65 | 143 | 424 | 602 | 824  |
| 280                                                  | -791                          | -812 | -403 | - 74 | 142 | 440 | 627 | 873  |
| <i>Bedrijfsniveau II/Herd level II<sup>2</sup></i>   |                               |      |      |      |     |     |     |      |
| 40                                                   | -226                          | -201 | - 86 | 3    | 69  | 119 | 154 | 171  |
| 80                                                   | -425                          | -382 | -168 | - 13 | 114 | 223 | 304 | 343  |
| 120                                                  | -582                          | -538 | -235 | - 35 | 152 | 308 | 434 | 494  |
| 160                                                  | -710                          | -662 | -284 | - 59 | 175 | 379 | 540 | 619  |
| 200                                                  | -816                          | -759 | -326 | - 80 | 191 | 437 | 631 | 718  |
| 240                                                  | -891                          | -827 | -355 | - 99 | 195 | 478 | 703 | 799  |
| 280                                                  | -929                          | -866 | -371 | -119 | 189 | 506 | 747 | 841  |
| <i>Bedrijfsniveau III/Herd level III<sup>2</sup></i> |                               |      |      |      |     |     |     |      |
| 40                                                   | -250                          | -227 | -110 | - 6  | 53  | 131 | 192 | 214  |
| 80                                                   | -485                          | -431 | -213 | - 31 | 118 | 243 | 381 | 421  |
| 120                                                  | -688                          | -607 | -302 | - 51 | 176 | 328 | 534 | 600  |
| 160                                                  | -863                          | -747 | -366 | - 70 | 231 | 394 | 667 | 750  |
| 200                                                  | -1012                         | -859 | -421 | - 95 | 289 | 448 | 770 | 897  |
| 240                                                  | -1115                         | -947 | -461 | -113 | 349 | 487 | 870 | 962  |
| 280                                                  | -1185                         | -997 | -479 | -128 | 398 | 515 | 876 | 1000 |
| Time in lactation (day)                              | Age classes <sup>1</sup>      |      |      |      |     |     |     |      |

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 29. L.s. constants of the cumulative yield for the age classes within herd levels (Model 7, Material A).

deellijstproduktie voor de leeftijdsklassen zeven en acht. Bij het stijgen van het produktieniveau van de bedrijven wordt een relatief groter deel van de lactatieproduktie aan het begin van de lactatie geproduceerd.

Voor de extrapolatiemethoden zoals beschreven in 5.2.2 zijn de parameters binnen subklassen van leeftijd en seizoen berekend. Bijlage 4 vermeldt

de waarden van de lineaire regressiecoëfficiënten van de lactatie- op deellijstproduktie. De waarden van de correlatiecoëfficiënten tussen deellijst- en lactatieproduktie vinden we in Bijlage 5. Bijlage 6 geeft de lineaire regressiecoëfficiënten van het resterend deel van de lactatieproduktie op de laatste dagproduktie weer.

### 5.3.2 Nauwkeurigheid

*Lactatieproduktie* De k.k.-gemiddelden van de lactatieproduktie voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveau geven de mogelijkheid na te gaan of bij correctie voor de leeftijd gewerkt mag worden met "overall" factoren. Worden deze k.k.-gemiddelden gecorrigeerd met factoren die ook binnen bedrijfsniveau berekend zijn, dan zal dit resulteren in gestandaardiseerde gemiddelden die alle de waarde van de referentie hebben. Zonder interactie voor leeftijd en bedrijfsniveau zal standaardisatie van de k.k.-gemiddelden met "overall" factoren produkties geven die gelijk zijn aan de referenties binnen bedrijfsniveau. Door het toenemen van de verschillen in produktie tussen de leeftijdsklassen met het bedrijfsniveau is de verwachting dat bij additieve standaardisatie de hogere leeftijden in het derde bedrijfsniveau na standaardisatie de hoogste produktie blijven houden. Tabel 30 laat zien dat bij het hoogste niveau de gestandaardiseerde produktie van de vijfde leeftijdsklasse ca. 430 kg hoger is dan die van de eerste klasse. De rangorde van de leeftijdsklassen op grond van werkelijke en gestandaardiseerde produktie is dan ook bijna identiek ( $r_s = 0,833$ ). Binnen het tweede bedrijfsniveau is het grootste absolute verschil tussen de leeftijden ca. 140 kg en bij het laagste bedrijfsniveau ca. 300 kg, namelijk tussen de klassen 1 en 7. De rangorde bij het laagste bedrijfsniveau is op grond van de gestandaardiseerde produktie bijna omgekeerd van die op grond van de werkelijke produktie. De rangcorrelatiecoëfficiënt is  $-0,810$ .

De rangorde van de leeftijdsklassen op grond van de met vermenigvuldigingsfactoren gestandaardiseerde k.k.-gemiddelden (tabel 30) geeft geen aanleiding systematische verschillen in gestandaardiseerde produktie samenhangend met de leeftijd, te veronderstellen. De rangcorrelatiecoëfficiënten voor de drie bedrijfsniveaus zijn respectievelijk  $-0,095$ ,  $-0,667$  en  $0,524$ . De grootste verschillen in produktie tussen de leeftijdsklassen is voor de drie bedrijfsniveaus resp. 173, 145 en 370 kg. De verschillen bij de bedrijfsniveaus I en III worden voornamelijk bepaald door de gestandaardiseerde produkties van de leeftijdsklassen 1 en 5.

Tabel 30. Voor leeftijd gecorrigeerde k.k.-gemiddelden van de lactatieproductie voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveau, middels "overall" additieve (2) en vermenigvuldigingsfactoren (1), en de rangorde van deze gecorrigeerde gemiddelden binnen bedrijfsniveau.

| Leef-<br>tijdsklasse <sup>1</sup> | Bedrijfsniveau <sup>2</sup> |   |      |   |      |   |      |   |      |   |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|
|                                   | I                           |   |      |   | II   |   |      |   | III  |   |
|                                   | 1                           |   | 2    |   | 1    |   | 2    |   | 1    | 2 |
| 1                                 | 4360                        | 8 | 4452 | 8 | 4867 | 7 | 4857 | 7 | 5236 | 1 |
| 2                                 | 4237                        | 4 | 4344 | 7 | 4850 | 6 | 4843 | 6 | 5376 | 6 |
| 3                                 | 4226                        | 2 | 4276 | 5 | 4876 | 8 | 4870 | 8 | 5361 | 2 |
| 4                                 | 4288                        | 6 | 4301 | 6 | 4799 | 3 | 4800 | 3 | 5371 | 3 |
| 5                                 | 4187                        | 1 | 4153 | 2 | 4731 | 1 | 4725 | 1 | 5543 | 8 |
| 6                                 | 4260                        | 5 | 4203 | 3 | 4828 | 5 | 4829 | 5 | 5372 | 4 |
| 7                                 | 4235                        | 3 | 4141 | 1 | 4824 | 4 | 4821 | 4 | 5409 | 7 |
| 8                                 | 4333                        | 7 | 4240 | 4 | 4755 | 2 | 4741 | 2 | 5375 | 5 |

Age class<sup>1</sup>      Herd level<sup>2</sup>

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 30. Age corrected l.s. means of the lactation yield for the age classes within in herd level, with "overall" additive factors (2) and multiplication factors (1), and the ranking of these corrected means within herd level.

Het materiaal B is geanalyseerd volgens het statistisch model waarin leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau als hoofdeffecten, en de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau waren opgenomen (model 7). Het rekenkundig gemiddelde van dit materiaal was 4989 kg. De hoofdeffecten zijn significant ( $P < 0,01$ ). De F-waarden voor de toets op de effecten van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau zijn respectievelijk 243, 24 en 437. De interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau is, in tegenstelling tot bij materiaal A net niet significant ( $P < 0,05$ ). In tabel 31 zijn de k.k.-constanten opgenomen voor de klassen van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau. Het contrast tussen de leeftijdsklassen met hoogste en laagste produktie, namelijk de klassen 1 en 8, is ca. 1860 kg. Dit is ongeveer gelijk aan het contrast tussen de overeenkomstige klassen uit materiaal A (ca. 1880 kg). De constanten voor de seizoensklassen hebben dezelfde rangorde als in materiaal A. Het contrast tussen de klassen 2 en 4 in de twee materialen verschilt niet. Het contrast tussen het laagste en hoogste bedrijfsniveau is ca. 1400 kg en daarmee ca. 270 kg hoger dan

Tabel 31. K.k.-constanten van de lactatieproductie in materiaal B, voor de klassen van respectievelijk leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau (model 7).

| Leeftijdsklasse/Age class <sup>1</sup>   |      |      |     |      |     |     |     |
|------------------------------------------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 1                                        | 2    | 3    | 4   | 5    | 6   | 7   | 8   |
| -976                                     | -781 | -519 | -69 | 283  | 425 | 749 | 887 |
| Seizoensklasse/Season class <sup>2</sup> |      |      |     |      |     |     |     |
| 1                                        | 2    | 3    | 4   | 5    |     |     |     |
| -72                                      | 206  | 138  | -33 | -240 |     |     |     |
| Bedrijfsniveau/Herd level <sup>3</sup>   |      |      |     |      |     |     |     |
| I                                        | II   | III  |     |      |     |     |     |
| -700                                     | 6    | 694  |     |      |     |     |     |

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 4/See Table 4.

3. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 31. L.s. constants of the lactation yield in material B, for the classes of age, season and herd level, respectively (Model 7).

hetzelfde contrast in materiaal A. De gemiddelden en variatiecoëfficiënten voor de gestandaardiseerde lactatieproducties ( $L_{SmAh}$ ,  $L_{SaAh}$ ,  $L_{SmAo}$  en  $L_{SaAo}$ ) zijn gegeven in tabel 32, zowel voor het gehele materiaal als per indeling naar leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau. Tevens zijn dezelfde kengetallen weergegeven voor de actuele lactatieproductie. De variatiecoëfficiënt van de 2000 lactatieproducties is 21,5%. De standaardisatie brengt de variatie terug tot 16,2% à 16,8%. De variatiecoëfficiënt van  $L_{SmAo}$  is hierbij het laagst. De variatie in de actuele lactatieproductie binnen leeftijdsklassen wisselt van 19,1% in de tweede leeftijdsklasse tot 16,2% in de zevende klasse. In de gestandaardiseerde producties is de grootste variatie 18,3% bij de tweede leeftijdsklasse van  $L_{SmAo}$  en de laagste bij de zevende klasse van  $L_{SaAh}$  (15,4%). Dat door standaardisatie de rangorde van de leeftijdsklassen op grond van de variatiecoëfficiënt niet gelijk hoeft te zijn, laat de eerste leeftijdsklasse zien. De algemene tendens is dat de variatiecoëfficiënt van de gestandaardiseerde productie kleiner is dan die voor de actuele productie. Bij  $L_{SmAh}$  en  $L_{SmAo}$  hebben de producties binnen de eerste klasse een relatief grotere spreiding dan de actuele productie. De variatie binnen leeftijdsklassen van de

Tabel 32. Gemiddelde (gem) en variatiecoëfficiënt (v) van gestandaardiseerde en actuele lactatieproduktie (lactatie).

| Klasse                                       | Methode van standaardisatie |       |                   |       |                   |       |                   |       | Lactatie  |       |
|----------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-----------|-------|
|                                              | L <sub>SmAh</sub>           |       | L <sub>SaAh</sub> |       | L <sub>SmAo</sub> |       | L <sub>SaAo</sub> |       | gem       | v     |
|                                              | gem                         | v     | gem               | v     | gem               | v     | gem               | v     |           |       |
| Totaal                                       | 4904                        | 16,78 | 4902              | 16,71 | 4914              | 16,17 | 4912              | 16,63 | 4989      | 21,47 |
| <i>Leeftijd/Age<sup>1</sup></i>              |                             |       |                   |       |                   |       |                   |       |           |       |
| 1                                            | 4997                        | 17,65 | 4992              | 17,73 | 5010              | 16,39 | 5005              | 16,46 | 4024      | 16,87 |
| 2                                            | 4891                        | 18,34 | 4908              | 17,87 | 4891              | 18,34 | 4908              | 17,87 | 4001      | 19,10 |
| 3                                            | 4804                        | 17,67 | 4799              | 17,68 | 4818              | 17,87 | 4813              | 18,08 | 4432      | 18,05 |
| 4                                            | 4928                        | 17,00 | 4930              | 17,75 | 4928              | 16,84 | 4913              | 16,57 | 4751      | 17,45 |
| 5                                            | 4967                        | 16,97 | 4970              | 17,18 | 4933              | 18,00 | 4936              | 18,23 | 5254      | 18,23 |
| 6                                            | 4808                        | 15,91 | 4805              | 16,00 | 4813              | 15,89 | 4809              | 15,99 | 5273      | 16,37 |
| 7                                            | 4913                        | 15,43 | 4907              | 15,39 | 4913              | 15,69 | 4906              | 15,63 | 5628      | 16,15 |
| 8                                            | 4910                        | 17,31 | 4897              | 17,09 | 4898              | 16,88 | 4886              | 16,66 | 5752      | 16,83 |
| <i>Seizoen/Season<sup>2</sup></i>            |                             |       |                   |       |                   |       |                   |       |           |       |
| 1                                            | 4984                        | 18,12 | 4977              | 17,64 | 4986              | 17,93 | 4979              | 17,47 | 5014      | 20,40 |
| 2                                            | 4918                        | 17,83 | 4915              | 18,68 | 4920              | 17,87 | 4917              | 18,67 | 5096      | 21,47 |
| 3                                            | 4977                        | 16,60 | 4981              | 17,15 | 4975              | 16,56 | 4980              | 17,07 | 5222      | 21,33 |
| 4                                            | 4894                        | 16,47 | 4892              | 16,27 | 4895              | 16,26 | 4893              | 16,10 | 4985      | 20,82 |
| 5                                            | 4849                        | 16,77 | 4844              | 16,06 | 4848              | 16,65 | 4843              | 15,92 | 4788      | 21,87 |
| <i>Bedrijfsniveau/Herd level<sup>3</sup></i> |                             |       |                   |       |                   |       |                   |       |           |       |
| I                                            | 4312                        | 13,08 | 4314              | 12,96 | 4318              | 13,11 | 4320              | 12,99 | 4361      | 18,87 |
| II                                           | 5000                        | 13,68 | 4995              | 13,55 | 5003              | 13,65 | 4997              | 13,55 | 5085      | 18,64 |
| III                                          | 5680                        | 13,33 | 5679              | 13,31 | 5664              | 13,19 | 5663              | 13,28 | 5761      | 18,68 |
|                                              | mean                        | C.V.  | mean              | C.V.  | mean              | C.V.  | mean              | C.V.  | mean      | C.V.  |
| Class                                        | Method of standardization   |       |                   |       |                   |       |                   |       | Lactation |       |

1. Zie tabel 3/See Table 3

2. Zie tabel 4/See Table 4

3. Zie tabel 5/See Table 5

Table 32. Mean and coefficient of variation (C.V.) of the standardized yields and actual lactation yield.

actuele produktie wordt mede veroorzaakt door het seizoen van afkalven. Bij een ongelijke verdeling van afkalvingen van de dieren in de verschillende leeftijdsklassen over de seizoenen en bedrijfsniveaus kan dit verschil in spreiding ontstaan. Hetzelfde geldt voor het niveau van de gemiddelde lactatieproduktie.

De gemiddelden van de gestandaardiseerde produkties werden daarentegen niet beïnvloed door verschil in relatieve frequentie van afkalven in de verschillende seizoenen en leeftijdsklassen. Wel speelt de verdeling over de bedrijfsniveaus mee. Onderling mogen de gestandaardiseerde produkties vergeleken worden. Het verschil tussen de leeftijdsklassen met de hoogste en laagste gemiddelde gestandaardiseerde produktie is voor de vier methoden ca. 200 kg. Bij de tweede leeftijdsklasse, waar de vier standaardisatiemethoden dezelfde leeftijdsfactor hebben, geeft een additieve factor voor het seizoensverschil een enigszins hogere variatiecoëfficiënt.

De variatiecoëfficiënten van de lactatieproduktie binnen de seizoensklassen liggen op het niveau van de spreiding over het gehele materiaal. De reductie in variatiecoëfficiënt door de standaardisatie is binnen seizoensklassen groter dan binnen leeftijdsklassen. De afname voor het eerste seizoen van afkalven is het kleinst. De additieve correctie geeft voor de tweede en derde seizoensklasse hogere variatiecoëfficiënten dan bij correctie met vermenigvuldigingsfactoren voor het seizoensverschil. Bij de andere klassen is het tegengestelde het geval. Het verschil tussen de seizoensklassen met de hoogste en laagste gestandaardiseerde produktie is voor de vier methoden ca. 140 kg.

De gemiddelde gestandaardiseerde produktie voor de drie bedrijfsniveaus is in alle gevallen lager dan de actuele lactatieproduktie. Door de correctie voor de leeftijd en het seizoen is de variatiecoëfficiënt met ca. 30% verminderd. Was de variatiecoëfficiënt van de lactatieproduktie het hoogst voor het laagste bedrijfsniveau, van de gestandaardiseerde produktie is deze het laagst.

Tabel 33 geeft de F-waarden voor de toets op de effecten van leeftijd, seizoen, bedrijfsniveau en de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau op de gestandaardiseerde produkties. De lactatieprodukties, gestandaardiseerd op vier manieren, vertonen geen significante invloed van leeftijd en seizoen als naast deze effecten het bedrijfsniveau en de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau in de analyse betrokken worden. De F-waarde voor de toets op het leeftijdseffect op de lactatieproduktie was 242,7. Na correctie voor de leeftijd is deze gereduceerd tot minder dan 2. De verschillen tussen de bedrijfsniveaus zijn relatief even groot gebleven. De interactie tussen de leeftijd en bedrijfsniveau is kleiner geworden. De F-waarde behorende bij deze interactie bij de gestandaardiseerde produktie is niet significant. Ook bij de actuele lactatieproduktie was deze interactie niet significant aantoonbaar. Van de vier methoden van standaardisatie geeft  $L_{SmAo}$  de laagste

Tabel 33. F-waarden voor de toetsen op de effecten (model 7) op de gestandaardiseerde lactatieproducties.

| Effect                                         | Methode van standaardisatie |            |            |            | $F_{\infty}(P < 0,05)$ |
|------------------------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|------------------------|
|                                                | $L_{SmAh}$                  | $L_{SaAh}$ | $L_{SmAo}$ | $L_{SaAo}$ |                        |
| Leeftijd/Age                                   | 1,50                        | 1,79       | 1,47       | 1,76       | 2,01                   |
| Seizoen/Season                                 | 0,68                        | 0,62       | 0,66       | 0,61       | 2,37                   |
| Bedrijfsniveau/Herd level                      | 465,07                      | 468,58     | 458,97     | 462,48     | 2,99                   |
| Leeftijd x bedrijfsniveau/<br>Age x herd level | 1,25                        | 1,23       | 0,96       | 1,03       | 1,69                   |

Method of standardization

Table 33. F values for the tests on the effects (Model 7) on standardized lactation yields.

F-waarden voor de toets op het leeftijds- en bedrijfsniveau-effect en voor de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau.

De k.k.-constanten voor de klassen van het leeftijdseffect (tabel 34) laten zien dat het contrast tussen hoogste en laagste klasse gereduceerd is van ca. 1860 kg bij de actuele produktie tot ca. 160 kg bij de gestandaardiseerde melkhoeveelheid. Het contrast tussen tweede en derde leeftijdsklasse is net niet, dat tussen tweede en zesde klasse net wel significant (t-toets,  $P < 0,05$ ). De klassen met de hoogste lactatieproduktie krijgen de laagste gestandaardiseerde produktie. De methoden met vermenigvuldigingsfactoren voor het seizoenseffect ( $L_{SmAh}$  en  $L_{SmAo}$ ) laten geen verschil zien in constanten voor het leeftijdseffect door factoren binnen bedrijfsniveaus ( $L_{SmAh}$ ) en over bedrijfsniveaus ( $L_{SmAo}$ ). Voor de leeftijdsklassen 2 en 8 geeft de seizoenscorrectie door vermenigvuldigingsfactoren kleinere constanten dan de methoden met additieve seizoenscorrectie. De k.k.-constanten voor de seizoensklassen (tabel 34) laten zien dat het contrast tussen de seizoensklassen 2 en 5 ca. 10 kg is. Bij de lactatieproduktie was dat ca. 450 kg. Het contrast tussen de klassen 1 en 3 is slechts gedaald van ca. 210 kg tot ca. 90 kg. De verschillen tussen de k.k.-constanten voor de seizoensklassen zijn bij de vier standaardisatiemethoden niet significant ( $P < 0,05$ ). De seizoensklassen 1 en 3 hebben bij additieve standaardisatie voor het seizoenseffect wat kleinere k.k.-constanten. De k.k.-constanten voor de bedrijfsniveaueklassen (tabel 34) zijn per methode van standaardisatie niet verschillend. De contrasten tussen de klassen zijn even groot als in het oorspronkelijk materiaal (tabel 31).

Om een indruk te krijgen over de mate van uitschakelen van de interac-

Tabel 34. K.k.-constanten van de gestandaardiseerde lactatieproducties voor de klassen van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau (model 7).

| Klasse                                        | Methode van standaardisatie |            |            |            |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
|                                               | $L_{SmAh}$                  | $L_{SaAh}$ | $L_{SmAo}$ | $L_{SaAo}$ |
| <i>Leeftijd/Age</i> <sup>1</sup>              |                             |            |            |            |
| 1                                             | 55                          | 50         | 52         | 46         |
| 2                                             | 70                          | 88         | 70         | 88         |
| 3                                             | - 84                        | - 89       | - 83       | - 88       |
| 4                                             | 54                          | 58         | 54         | 58         |
| 5                                             | 18                          | 24         | 20         | 27         |
| 6                                             | - 70                        | - 72       | - 69       | - 72       |
| 7                                             | - 15                        | - 19       | - 14       | - 18       |
| 8                                             | - 29                        | - 40       | - 30       | - 40       |
| <i>Seizoen/Season</i> <sup>2</sup>            |                             |            |            |            |
| 1                                             | 62                          | 56         | 60         | 55         |
| 2                                             | - 19                        | - 19       | - 18       | - 18       |
| 3                                             | - 33                        | - 24       | - 32       | - 23       |
| 4                                             | 14                          | 15         | 14         | 15         |
| 5                                             | - 25                        | - 28       | - 25       | - 28       |
| <i>Bedrijfsniveau/Herd level</i> <sup>3</sup> |                             |            |            |            |
| I                                             | -709                        | -706       | -704       | -702       |
| II                                            | 11                          | 8          | 10         | 7          |
| III                                           | 698                         | 699        | 694        | 695        |

Class                      Method of standardization

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 4/See Table 4.

3. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 34. L.s. constants of standardized lactation yields for the classes of age, season and herd level (Model 7).

tie tussen de leeftijd en het bedrijfsniveau zijn in tabel 35 de k.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus als afwijking van de k.k.-gemiddelden per bedrijfsniveau weergegeven. De afwijkingen binnen bedrijfsniveau en bij dezelfde methode van leeftijdscorrectie ( $L_{SmAh}$  en  $L_{SaAh}$ ,  $L_{SmAo}$  en  $L_{SaAo}$ ) geven aan dat additieve standaardisatie en standaardisatie met vermenigvuldigingsfactoren voor het seizoen effect niet verschillend zijn. Standaardisatie met factoren binnen bedrijfsniveaus geeft de leeftijdsklassen geen constant produktieniveau. Bij het laagste bedrijfsniveau is het contrast tussen de vierde en zevende klasse 168 kg. Bij het tweede niveau wordt het

Tabel 35. Verschillen tussen k.k.-gemiddelde voor de bedrijfsniveaus en k.k.-gemiddelde voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus. K.k.-gemiddelden voor de bedrijfsniveaus van de gestandaardiseerde lactatie produkties (model 7).

| Leef-<br>tijds-<br>klasse    | Methode van standaardisatie                    |       |       |                                                |       |       |                                                |       |       |                                                |       |       |
|------------------------------|------------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------|-------|-------|
|                              | L <sub>SmAh</sub><br>niveau/level <sup>2</sup> |       |       | L <sub>SmAh</sub><br>niveau/level <sup>2</sup> |       |       | L <sub>SmAo</sub><br>niveau/level <sup>2</sup> |       |       | L <sub>SmAo</sub><br>niveau/level <sup>2</sup> |       |       |
|                              | I                                              | II    | III   | I                                              | II    | III   | I                                              | II    | III   | I                                              | II    | III   |
| 1                            | - 23                                           | 18    | 171   | - 25                                           | 10    | 164   | 56                                             | 64    | 0     | 66                                             | 69    | - 9   |
| 2                            | 31                                             | 71    | 108   | 63                                             | 86    | 115   | 16                                             | 60    | 99    | 58                                             | 86    | 105   |
| 3                            | - 76                                           | - 88  | - 88  | - 96                                           | - 81  | - 89  | - 130                                          | - 34  | - 123 | - 140                                          | - 15  | - 125 |
| 4                            | 83                                             | - 20  | 100   | 94                                             | - 16  | 95    | 92                                             | - 43  | 77    | 115                                            | - 27  | 71    |
| 5                            | - 70                                           | 101   | 22    | - 80                                           | 105   | 47    | - 162                                          | 5     | 181   | - 160                                          | 21    | 205   |
| 6                            | 3                                              | - 126 | - 86  | - 3                                            | - 125 | - 87  | - 16                                           | - 120 | - 108 | - 11                                           | - 107 | - 110 |
| 7                            | 92                                             | 4     | - 141 | 88                                             | - 1   | - 144 | 45                                             | 5     | - 127 | 52                                             | 11    | - 132 |
| 8                            | - 37                                           | 38    | - 89  | - 42                                           | 23    | - 100 | 16                                             | - 34  | - 108 | 22                                             | - 36  | - 121 |
| <i>K.k.-gemid-<br/>delde</i> |                                                |       |       |                                                |       |       |                                                |       |       |                                                |       |       |
| <i>l.s. mean</i>             | 4293                                           | 5013  | 5700  | 4294                                           | 5008  | 5699  | 4308                                           | 5024  | 5709  | 4298                                           | 5007  | 5709  |
| Age class <sup>1</sup>       | Method of standardization.                     |       |       |                                                |       |       |                                                |       |       |                                                |       |       |

1. Zie tabel 3/See Table 3.

2. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 35. Differences between l.s. mean for herd level and l.s. mean for age classes within herd level. L.s. means for herd level of standardized lactation yields (Model 7).

grootste contrast gevonden tussen de vijfde en zesde klasse (227 kg) en bij het hoogste niveau tussen de eerste en zevende klasse (312 kg). De standaardisatie met factoren over de bedrijfsniveaus ( $L_{SmAo}$ ) geeft een verkleining van de constante voor de eerste leeftijdsklasse binnen het hoogste bedrijfsniveau te zien van 171 kg ten opzichte van  $L_{SmAh}$ . Voor het eerste niveau is deze 79 kg groter. Grote verschillen treden ook op bij de vijfde leeftijdsklasse. Bij  $L_{SmAh}$  is de constante bij het derde niveau 22 kg en hij stijgt tot 181 bij  $L_{SmAo}$ . De constanten voor het laagste en middelste niveau dalen met resp. 92 en 96 kg van  $L_{SmAh}$  vergeleken met  $L_{SmAo}$ .

*Dagproductie* De dagproducties op 30, 70, ..., 270 dagen zijn gestandaardiseerd volgens de methoden zoals beschreven in 5.2.1.2. Bij een standaardisatie waarbij de effecten van leeftijd, seizoen, lactatiestadium en de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau volledig worden uitgeschakeld, is de verwachting van de gemiddelde gestandaardiseerde produktie afhankelijk van de verdeling van de dieren over de bedrijfsniveaus. Voor het verschil in niveau tussen bedrijven wordt niet gecorrigeerd. In tabel 36 zijn de gemiddelden en variatiecoëfficiënten van  $D_{SmAo}$ ,  $D_{SmAh}$ ,  $D_{SaAo}$ ,  $D_{SmAo}^*$ ,  $D_{Ao}$  en de actuele dagproductie (DGP) weergegeven per bedrijfsniveau en lactatiestadium.

De gemiddelde dagproductie bij de drie klassen van gemiddelde bedrijfsproductie verschilt significant binnen lactatiestadia. De spreiding van de dagproductie heeft aan het begin van de lactatie een vrij constante verhouding tot de gemiddelde dagproductie. Bij het voortschrijden van de lactatie neemt de variatiecoëfficiënt toe. Binnen het laagste bedrijfsniveau neemt de variatiecoëfficiënt sneller toe dan binnen de andere niveaus. Bij het hoge bedrijfsniveau zijn de waarden voor de variatiecoëfficiënten van de dagproductie geringer dan bij de lagere niveaus.

Per bedrijfsniveau verschillen de gemiddelden van de gestandaardiseerde dagproducties. De gestandaardiseerde dagproductie op 30 dagen laat geen significante verschillen zien tussen de methoden, behalve tussen  $D_{Ao}$  en de andere methoden binnen de bedrijfsniveaus I en II (t-toets,  $P < 0,05$ ). Binnen bedrijfsniveau en methode van standaardisatie verschillen de hoogste en laagste gemiddelde gestandaardiseerde dagproductie (t-toets,  $P < 0,05$ ), behalve  $D_{SmAo}^*$  binnen het laagste niveau. De methoden  $D_{SmAo}$ ,  $D_{SmAh}$  en  $D_{SaAo}$  laten een gemiddelde dagproductie zien die toeneemt met het voortschrijden van de lactatie, waarbij de hoogste gemiddelden gevonden worden op 230 of 270 dagen.  $D_{SmAo}^*$  vormt hierop een uitzondering. Binnen het laagste niveau is geen significante verandering in gemiddelde gestandaardiseerde dagproduk-

Tabel 36. Gemiddelden (gem) en variatiecoëfficiënten (v) van gestandaardiseerde en actuele dagproducties (DGP) naar bedrijfsniveau.

| Lacta- Methode van standaardisatie                   |                           |       |            |       |            |       |              |       |          |       | DGP   |       |
|------------------------------------------------------|---------------------------|-------|------------|-------|------------|-------|--------------|-------|----------|-------|-------|-------|
| tiedag                                               | $D_{SmAo}$                |       | $D_{SmAh}$ |       | $D_{SaAo}$ |       | $D_{SmAo}^*$ |       | $D_{Ao}$ |       | gem   | v     |
|                                                      | gem                       | v     | gem        | v     | gem        | v     | gem          | v     | gem      | v     |       |       |
| <i>Bedrijfsniveau I/Herd level I<sup>1</sup></i>     |                           |       |            |       |            |       |              |       |          |       |       |       |
| 30                                                   | 20,03                     | 14,03 | 19,99      | 14,01 | 19,99      | 14,26 | 20,03        | 14,03 | 20,35    | 14,31 | 20,84 | 21,50 |
| 70                                                   | 20,27                     | 15,05 | 20,29      | 15,08 | 20,20      | 15,54 | 19,95        | 15,04 | 20,84    | 15,40 | 19,12 | 21,60 |
| 110                                                  | 20,48                     | 15,14 | 20,51      | 15,21 | 20,43      | 15,47 | 19,93        | 15,15 | 20,88    | 15,61 | 16,64 | 21,27 |
| 150                                                  | 20,49                     | 16,63 | 20,43      | 16,64 | 20,44      | 16,54 | 19,83        | 16,64 | 20,42    | 17,68 | 14,52 | 22,11 |
| 190                                                  | 20,70                     | 19,18 | 20,69      | 19,19 | 20,76      | 18,50 | 19,97        | 19,18 | 20,04    | 20,61 | 12,57 | 24,18 |
| 230                                                  | 20,82                     | 23,68 | 20,75      | 23,61 | 20,95      | 21,91 | 19,80        | 23,69 | 19,46    | 24,77 | 10,29 | 26,92 |
| 270                                                  | 20,86                     | 27,80 | 20,86      | 27,76 | 20,99      | 25,49 | 19,72        | 27,79 | 19,10    | 28,53 | 8,13  | 29,77 |
| <i>Bedrijfsniveau II/Herd level II<sup>1</sup></i>   |                           |       |            |       |            |       |              |       |          |       |       |       |
| 30                                                   | 22,81                     | 14,47 | 22,85      | 14,40 | 22,83      | 14,63 | 22,81        | 14,47 | 23,16    | 14,55 | 23,90 | 21,38 |
| 70                                                   | 22,84                     | 15,41 | 22,85      | 15,38 | 22,84      | 15,67 | 22,89        | 15,42 | 23,45    | 15,27 | 22,09 | 21,46 |
| 110                                                  | 22,93                     | 15,48 | 22,91      | 15,45 | 22,92      | 15,66 | 22,89        | 15,55 | 23,39    | 15,56 | 19,34 | 20,42 |
| 150                                                  | 23,01                     | 16,47 | 22,99      | 16,49 | 22,95      | 16,38 | 23,14        | 16,51 | 23,03    | 16,76 | 17,09 | 21,02 |
| 190                                                  | 23,26                     | 17,63 | 23,20      | 17,63 | 23,17      | 17,09 | 23,34        | 17,65 | 22,60    | 18,94 | 14,82 | 21,86 |
| 230                                                  | 23,36                     | 21,66 | 23,27      | 21,66 | 23,22      | 20,20 | 23,56        | 21,69 | 21,98    | 22,88 | 12,39 | 24,94 |
| 270                                                  | 23,32                     | 26,93 | 23,20      | 27,03 | 23,20      | 24,91 | 23,48        | 26,96 | 21,51    | 29,06 | 9,77  | 29,79 |
| <i>Bedrijfsniveau III/Herd level III<sup>1</sup></i> |                           |       |            |       |            |       |              |       |          |       |       |       |
| 30                                                   | 25,16                     | 14,67 | 25,17      | 14,74 | 25,21      | 14,80 | 25,16        | 14,67 | 25,49    | 14,87 | 26,11 | 21,95 |
| 70                                                   | 25,68                     | 14,88 | 25,69      | 14,95 | 25,78      | 15,24 | 25,97        | 14,86 | 26,38    | 15,54 | 24,90 | 21,93 |
| 110                                                  | 25,68                     | 15,11 | 25,73      | 15,20 | 25,77      | 15,52 | 26,19        | 15,12 | 26,35    | 15,67 | 22,05 | 21,09 |
| 150                                                  | 25,89                     | 15,87 | 25,99      | 15,97 | 25,91      | 16,09 | 26,40        | 15,83 | 26,26    | 16,79 | 19,60 | 20,66 |
| 190                                                  | 25,93                     | 16,20 | 26,03      | 16,33 | 25,83      | 16,11 | 26,58        | 16,18 | 25,68    | 17,87 | 17,09 | 20,89 |
| 230                                                  | 26,24                     | 20,12 | 26,42      | 20,17 | 25,99      | 19,20 | 27,08        | 20,13 | 25,19    | 21,36 | 14,46 | 23,31 |
| 270                                                  | 25,91                     | 23,89 | 26,08      | 24,08 | 25,56      | 22,46 | 26,89        | 23,88 | 24,20    | 25,58 | 11,29 | 26,40 |
|                                                      |                           |       |            |       |            |       |              |       |          |       |       |       |
|                                                      | mean                      | C.V.  | mean       | C.V.  | mean       | C.V.  | mean         | C.V.  | mean     | C.V.  | mean  | C.V.  |
| Test                                                 |                           |       |            |       |            |       |              |       |          |       |       |       |
| day                                                  | Method of standardization |       |            |       |            |       |              |       |          |       |       | DGP   |

1. Zie tabel 5/See Table 5.

Table 36. Mean and coefficient of variation (C.V.) of standardized and actual test-day yield (DGP) within herd level.

tie gedurende de lactatie. Bij de overige niveaus daalt de gemiddelde gestandaardiseerde produktie met de lactatie.  $D_{Ao}$  geeft de hoogste gestandaardiseerde dagproductie op 70 en 110 dagen bij alle bedrijfsniveaus. Daarna daalt de gestandaardiseerde produktie continu.

De variatiecoëfficiënt van de gestandaardiseerde dagproductie stijgt met het voortschrijden van de lactatie; voor het hoogste bedrijfsniveau is deze stijging het kleinst. In vergelijking met de andere standaardisatiemethoden stijgt de variatiecoëfficiënt van  $D_{SaAo}$ , de methode waarbij voor seizoensverschillen additief gecorrigeerd wordt, binnen alle niveaus van gemiddelde bedrijfsproductie het minst snel.

Op 30 dagen zijn variatiecoëfficiënten van de gestandaardiseerde producties ca. 30% lager dan die van de actuele productie. Met het voortschrijden van de lactatie worden deze verschillen continu kleiner doordat de variatiecoëfficiënt van de gestandaardiseerde productie sneller stijgt dan die van de actuele productie. De F-waarden voor de toets op de effecten uit model 7 (leeftijd, seizoen, bedrijfsniveau en interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau) op de gestandaardiseerde en actuele dagproductie op 70, 150 en 230 dagen zijn vermeld in tabel 37. De hoofdeffecten zijn significant bij alle gestandaardiseerde producties in de drie lactatiestadia, met uitzondering van het leeftijdseffect op 70 dagen bij  $D_{SaAo}$ . Een aanzienlijk deel van de leeftijdsvariantie is door standaardisatie verdwenen. Van het seizoenseffect is een geringer deel verdwenen. De F-waarde voor de toets op het seizoenseffect bij  $D_{Ao}$  heeft dezelfde orde van grootte als die voor de actuele dagproductie. De F-waarden behorend bij de toets op het effect van het bedrijfsniveau liggen bij  $D_{SmAo}^*$  op hetzelfde niveau als die bij de actuele productie. Voor  $D_{SmAo}$ ,  $D_{SmAh}$  en  $D_{SaAo}$  liggen deze in de drie lactatiestadia lager. De interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveauklasse is in alle gevallen of niet significant of net wel (DGP op 70 dagen en  $D_{SmAh}$  op 150 dagen).

$D_{SmAo}$ ,  $D_{SmAh}$  en  $D_{SmAo}^*$  hebben dezelfde F-waarde voor het leeftijdseffect op 70, 150 en 230 dagen; respectievelijk ca. 2,6, ca. 3,9 en ca. 2,9. De k.k.-constanten voor de leeftijdsklassen van deze afhankelijke variabelen komen binnen lactatiestadia nagenoeg overeen. De schattingen voor de leeftijdsklassen (tabel 38) verschillen op 70 dagen niet significant van het gewogen gemiddelde (t-toets,  $P < 0,05$ ). Hetzelfde geldt voor de schattingen voor de leeftijdsklassen van  $D_{SaAo}$  op 70 dagen. Significant verschillend van het gewogen gemiddelde zijn de schattingen voor de tweede leeftijdsklasse bij alle standaardisatiemethoden op 150 en 230 dagen. Daarnaast geeft  $D_{SaAo}$  op 150 dagen voor de achtste, en op 230 dagen voor de zesde klasse significante verschillen (t-toets,  $P < 0,05$ ). De overschatting van de productie van de tweede leeftijdsklasse wordt groter met de toename van de lactatie. Voor de vierde leeftijdsklasse daalt deze overschatting.

De k.k.-constanten voor de seizoensklassen uit model 7 van de gestandaard-

Tabel 37. F-waarden voor de effecten van leeftijd, seizoen, bedrijfsniveau en de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau, met daarbij de restvariatie van gestandaardiseerde en actuele (DGP) dagproductie, op 70, 150 en 230 dagen lactatie (model 7).

| Methode van<br>standaardisatie | Effect   |         |                     |                                   | Restvariatie (kg)     |
|--------------------------------|----------|---------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                                | leeftijd | seizoen | bedrijfs-<br>niveau | leeftijd x<br>bedrijfs-<br>niveau |                       |
| 70 dagen/days                  |          |         |                     |                                   |                       |
| D <sub>SmAo</sub>              | 2,62     | 4,99    | 264,51              | 0,61                              | 3,41                  |
| D <sub>SmAh</sub>              | 2,59     | 4,96    | 264,80              | 1,21                              | 3,41                  |
| D <sub>SaAo</sub>              | 1,64     | 4,79    | 267,96              | 0,63                              | 3,50                  |
| D <sub>SmAo</sub> *            | 2,62     | 5,01    | 328,02              | 0,61                              | 3,41                  |
| D <sub>Ao</sub>                | 2,63     | 20,51   | 265,90              | 0,62                              | 3,50                  |
| DGP                            | 260,64   | 19,03   | 309,17              | 1,71                              | 3,29                  |
| 150 dagen/days                 |          |         |                     |                                   |                       |
| D <sub>SmAo</sub>              | 3,53     | 4,66    | 241,30              | 1,00                              | 3,70                  |
| D <sub>SmAh</sub>              | 3,56     | 4,71    | 242,35              | 1,78                              | 3,70                  |
| D <sub>SaAo</sub>              | 3,78     | 3,55    | 245,87              | 1,08                              | 3,69                  |
| D <sub>SmAo</sub> *            | 3,57     | 4,78    | 349,69              | 1,03                              | 3,70                  |
| D <sub>Ao</sub>                | 3,81     | 49,79   | 247,18              | 1,10                              | 3,69                  |
| DGP                            | 163,87   | 48,33   | 334,77              | 1,52                              | 2,72                  |
| 230 dagen/days                 |          |         |                     |                                   |                       |
| D <sub>SmAo</sub>              | 2,91     | 6,15    | 131,11              | 1,25                              | 5,02                  |
| D <sub>SmAh</sub>              | 2,93     | 6,18    | 134,50              | 1,34                              | 5,01                  |
| D <sub>SaAo</sub>              | 3,95     | 5,22    | 132,31              | 1,38                              | 4,67                  |
| D <sub>SmAo</sub> *            | 2,95     | 6,23    | 236,49              | 1,25                              | 4,99                  |
| D <sub>Ao</sub>                | 3,11     | 77,86   | 138,27              | 1,37                              | 4,67                  |
| DGP                            | 57,32    | 75,99   | 233,19              | 1,48                              | 2,62                  |
| F <sub>∞</sub> (P < 0,05)      | 2,01     | 2,37    | 2,99                | 1,69                              |                       |
|                                | age      | season  | herd level          | age x herd<br>level               |                       |
| Method of<br>standardization   | Effect   |         |                     |                                   | Residual<br>variation |

Table 37. F values for the effects of age, season, herd level and the interaction between age and herd level with involved also the residual variation of standardized and actual (DGP) test-day yield on 70, 150 and 230 days (Model 7).

Tabel 38. K.k.-constanten van de gestandaardiseerde en actuele (DGP) dagproductie op 70, 150 en 230 dagen voor de leeftijdsklassen (model 7).

| Methode van<br>standaardisatie | Leeftijdsklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| <i>70 dagen/days</i>           |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| D <sub>SmAo</sub>              | 0,23                         | 0,39  | -0,26 | 0,44  | 0,27  | -0,21 | -0,34 | -0,52 |
| D <sub>SmAh</sub>              | 0,24                         | 0,39  | -0,26 | 0,44  | 0,27  | -0,22 | -0,34 | -0,51 |
| D <sub>SaAo</sub>              | 0,01                         | 0,25  | -0,24 | 0,45  | 0,32  | -0,14 | -0,25 | -0,40 |
| D <sub>SmAo</sub> *            | 0,23                         | 0,39  | -0,26 | 0,44  | 0,28  | -0,21 | -0,34 | -0,52 |
| D <sub>Ao</sub>                | 0,24                         | 0,38  | -0,23 | 0,45  | 0,29  | -0,23 | -0,37 | -0,53 |
| DGP                            | -4,96                        | -4,41 | -2,39 | -0,10 | 1,63  | 2,31  | 3,68  | 4,25  |
| <i>150 dagen/days</i>          |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| D <sub>SmAo</sub>              | 0,51                         | 0,81  | -0,56 | 0,29  | 0,08  | -0,25 | -0,28 | -0,59 |
| D <sub>SmAh</sub>              | 0,52                         | 0,81  | -0,56 | 0,29  | 0,08  | -0,26 | -0,28 | -0,60 |
| D <sub>SaAo</sub>              | 0,36                         | 0,92  | -0,62 | 0,33  | 0,14  | -0,23 | -0,29 | -0,63 |
| D <sub>SmAo</sub> *            | 0,50                         | 0,81  | -0,56 | 0,29  | 0,09  | -0,25 | -0,29 | -0,60 |
| D <sub>Ao</sub>                | 0,52                         | 0,83  | -0,56 | 0,31  | 0,10  | -0,24 | -0,30 | -0,62 |
| DGP                            | -3,19                        | -2,61 | -1,75 | -0,25 | 0,85  | 1,52  | 2,51  | 2,91  |
| <i>230 dagen/days</i>          |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| D <sub>SmAo</sub>              | -0,01                        | 1,24  | -0,76 | 0,11  | -0,50 | -0,71 | 0,16  | 0,48  |
| D <sub>SmAh</sub>              | 0,00                         | 1,25  | -0,76 | 0,11  | -0,49 | -0,72 | 0,15  | 0,46  |
| D <sub>SaAo</sub>              | 0,11                         | 1,48  | -0,78 | 0,22  | -0,50 | -0,74 | 0,02  | 0,19  |
| D <sub>SmAo</sub> *            | -0,01                        | 1,25  | -0,79 | 0,11  | -0,45 | -0,71 | 0,15  | 0,46  |
| D <sub>Ao</sub>                | -0,02                        | 1,21  | -0,77 | 0,16  | -0,51 | -0,65 | 0,18  | 0,40  |
| DGP                            | -1,74                        | -1,01 | -1,20 | -0,28 | 0,21  | 0,48  | 1,54  | 2,01  |

Method of  
standardi-  
zation      Age class<sup>1</sup>

1. Zie tabel 3/See Table 3

Table 38. L.s. constants of standardized and actual (DGP) test-day yield on 70, 150 and 230 days for the age classes (Model 7).

diseerde en actuele dagproductie zijn gegeven in tabel 39. Ook hier geven

D<sub>SmAo</sub>, D<sub>SmAh</sub>, D<sub>SaAo</sub> en D<sub>SmAo</sub>\* dezelfde k.k.-constanten voor de seizoensklassen binnen lactatiestadia. Significant verschillend van het gewogen gemiddelde

Tabel 39. K.k.-constanten van de gestandaardiseerde en actuele (DGP) dagproductie op 70, 150 en 230 dagen voor de seizoensklassen (model 7).

| Methode van<br>standaardisatie | Seizoensklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 1                           | 2     | 3     | 4     | 5     |
| <i>70 dagen/days</i>           |                             |       |       |       |       |
| D <sub>SmAo</sub>              | -0,04                       | 0,78  | -0,13 | -0,44 | -0,17 |
| D <sub>SmAh</sub>              | -0,03                       | 0,77  | -0,13 | -0,44 | -0,17 |
| D <sub>SaAo</sub>              | -0,14                       | 0,80  | -0,09 | -0,42 | -0,15 |
| D <sub>SmAo</sub> *            | -0,04                       | 0,78  | -0,13 | -0,44 | -0,17 |
| D <sub>Ao</sub>                | -2,15                       | 0,47  | 0,73  | 1,04  | -0,11 |
| DGP                            | -1,93                       | 0,36  | 0,67  | 0,97  | -0,07 |
| <i>150 dagen/days</i>          |                             |       |       |       |       |
| D <sub>SmAo</sub>              | 0,56                        | 0,05  | -0,69 | -0,20 | 0,28  |
| D <sub>SmAh</sub>              | 0,57                        | 0,04  | -0,69 | -0,20 | 0,28  |
| D <sub>SaAo</sub>              | 0,45                        | 0,10  | -0,62 | -0,16 | 0,23  |
| D <sub>SmAo</sub> *            | 0,56                        | 0,06  | -0,70 | -0,21 | 0,29  |
| D <sub>Ao</sub>                | -1,33                       | 1,47  | 1,24  | 0,33  | -1,71 |
| DGP                            | -0,99                       | 1,02  | 0,92  | 0,28  | -1,23 |
| <i>230 dagen/days</i>          |                             |       |       |       |       |
| D <sub>SmAo</sub>              | 0,13                        | -0,40 | -0,29 | 0,86  | -0,30 |
| D <sub>SmAh</sub>              | 0,13                        | -0,40 | -0,29 | 0,85  | -0,30 |
| D <sub>SaAo</sub>              | 0,25                        | -0,41 | -0,19 | 0,68  | -0,34 |
| D <sub>SmAo</sub> *            | 0,14                        | -0,40 | -0,29 | 0,85  | -0,30 |
| D <sub>Ao</sub>                | 1,82                        | 2,51  | 0,75  | -2,08 | -3,00 |
| DGP                            | 1,02                        | 1,36  | 0,44  | -1,14 | -1,68 |
| Method of<br>standardization   | Season class <sup>1</sup>   |       |       |       |       |

1. Zie tabel 4/See Table 4

Table 39. L.s. constants of standardized and actual (DGP) test-day yield on 70, 150 and 230 days for the season classes (Model 7).

zijn bij deze standaardisatiemethoden de schattingen voor de tweede en vierde seizoensklasse op 70 dagen, het derde seizoen op 150 dagen en het vierde op 230 dagen. Op 70 dagen wordt de gestandaardiseerde productie overschat, terwijl

op 230 dagen deze beneden het gemiddelde ligt. Voor de vierde seizoensklasse zien we het tegenovergestelde; op 70 dagen een te lage produktie, terwijl op 230 dagen een overschatting van ca. 0,8 kg gevonden wordt. De k.k.-constanten voor de seizoensklassen van  $D_{Ao}$  hebben dezelfde rangorde als bij de dagproduktie. Met het voortschrijden van de lactatie worden de contrasten tussen de seizoensklassen van  $D_{Ao}$  echter groter dan die van de actuele dagproduktie.

De k.k.-constanten voor de bedrijfsniveaueklassen (tabel 40) geven voor  $D_{SmAo}$  en  $D_{SmAh}$  aan dat de verschillen tussen de bedrijfsniveaus in gestandaardiseerde produktie gedurende de lactatie van constante grootte zijn. Bij  $D_{SmAo}^*$  worden de verschillen groter met het dalen van de dagproduktie.

De nauwkeurigheid van correctie voor de invloed van het stadium in lactatie op de dagproduktie is nagegaan aan de hand van de schattingen van de gestandaardiseerde dagprodukties volgens model 8, waarin opgenomen de invloeden van leeftijd, seizoen, bedrijfsniveau, lactatiestadium en de interactie tussen seizoen en lactatiestadium. De k.k.-constanten voor de lactatiestadia zijn

Tabel 40. K.k.-constanten van de gestandaardiseerde en actuele dagproduktie (DGP) op 70, 150 en 230 dagen voor de bedrijfsniveaueklassen (model 7).

| Bedrijfs-niveau <sup>1</sup> | Methode van standaardisatie |                   |                   |                     |                 | DGP   |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------|-------|
|                              | D <sub>SmAo</sub>           | D <sub>SmAh</sub> | D <sub>SaAo</sub> | D <sub>SmAo</sub> * | D <sub>Ao</sub> |       |
| 70 dagen/days                |                             |                   |                   |                     |                 |       |
| I                            | -2,73                       | -2,73             | -2,82             | -3,06               | -2,80           | -2,86 |
| II                           | -0,06                       | -0,09             | -0,07             | -0,02               | -0,08           | -0,04 |
| III                          | 2,80                        | 2,81              | 2,89              | 3,08                | 2,88            | 2,90  |
| 150 dagen/days               |                             |                   |                   |                     |                 |       |
| I                            | -2,81                       | -2,80             | -2,81             | -3,42               | -2,82           | -2,46 |
| II                           | -0,14                       | -0,18             | -0,18             | -0,03               | -0,17           | -0,04 |
| III                          | 2,95                        | 2,98              | 2,99              | 3,45                | 2,99            | 2,50  |
| 230 dagen/days               |                             |                   |                   |                     |                 |       |
| I                            | -2,81                       | -2,84             | -2,61             | -3,82               | -2,68           | -1,99 |
| II                           | -0,13                       | -0,14             | -0,16             | 0,05                | -0,14           | 0,02  |
| III                          | 2,94                        | 2,97              | 2,78              | 3,77                | 2,81            | 1,97  |

Herd level<sup>1</sup>      Method of standardization

1. Zie tabel 5/See Table 5

Table 40. L.s. constants of standardized and actual test-day yield (DGP) on 70, 150 and 230 days for the herd level classes (Model 7).

weergegeven in tabel 41. Tussen de methoden van standaardisatie zijn geen verschillen waarneembaar. Op 30 dagen geven alle methoden significant lagere (t-toets,  $P < 0,05$ ) schattingen te zien dan het gewogen gemiddelde. In de andere lactatiestadia bestaan geen verschillen met het gewogen gemiddelde.

*Deellijstproducties* De extrapolatie van deellijstproducties is uitgevoerd met drie regressietechnieken die in 5.2.2 beschreven zijn. De geëxtrapoleerde producties worden naar de methode van extrapolatie als volgt aangeduid:

- $Y_{li}$ : 300-dagenproductie geschat door middel van lineaire regressiecoëfficiënten binnen leeftijds- en seizoensklasse van 300-dagenproductie op deellijst.  
 $Y_{co}$ : 300-dagenproductie geschat met behulp van de binnen leeftijds- en seizoensklasse berekende correlatie en verhouding tussen 300-dagen- en deellijstproductie.  
 $Y_{lt}$ : 300-dagenproductie uit de deellijst geëxtrapoleerd middels de binnen leeftijds- en seizoensklasse berekende lineaire regressie van het resterend deel van de lactatie op de laatste dagproductie.

Het gemiddelde van de berekende 300-dagenproducties is 4976 kg en heeft een variatiecoëfficiënt van 21,4%. Het gemiddelde van de geëxtrapoleerde producties (tabel 42) uit deellijsten tot 240 dagen is voor de drie methoden lager dan dat van de berekende 300-dagenproductie. De laagste geschatte productie wordt gevonden uit deellijsten van 40 dagen. Met de lengte van de deellijst neemt de gemiddelde geëxtrapoleerde productie toe.  $Y_{li}$  en  $Y_{lt}$  naderen sneller

Tabel 41. K.k.-constanten van de gestandaardiseerde dagproductie voor de lactatiestadia 30, 70, ..., 270 dagen (model 8).

| Methode van<br>standaardisatie | Lactatiedag |       |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-------------|-------|------|------|------|------|------|
|                                | 30          | 70    | 110  | 150  | 190  | 230  | 270  |
| $D_{SmAo}$                     | -0,47       | -0,05 | 0,15 | 0,05 | 0,08 | 0,13 | 0,10 |
| $D_{SmAh}$                     | -0,47       | -0,04 | 0,16 | 0,05 | 0,08 | 0,12 | 0,10 |
| $D_{SaAo}$                     | -0,42       | -0,03 | 0,13 | 0,04 | 0,07 | 0,13 | 0,09 |
| $D_{SmAo}^*$                   | -0,43       | -0,03 | 0,14 | 0,06 | 0,07 | 0,11 | 0,07 |
| $D_{Ao}$                       | -0,44       | -0,04 | 0,14 | 0,06 | 0,08 | 0,12 | 0,08 |
| Method of<br>Standardization   | Test day    |       |      |      |      |      |      |

Table 41. L.s. constants of standardized test-day yield for the stages 30, 70, ..., 270 days of lactation (Model 8).

Tabel 42. Gemiddelden (gem) en variatiecoëfficiënten (v) van 3 typen geëxtrapoleerde deellijstproducties en van de berekende 300-dagenproductie (n = 2000).

| Deellijst-<br>lengte<br>(dagen) | $Y_{li}$ |      | $Y_{co}$ |      | $Y_{lt}$ |      |
|---------------------------------|----------|------|----------|------|----------|------|
|                                 | gem      | v    | gem      | v    | gem      | v    |
| 40                              | 4896     | 18,9 | 4892     | 18,9 | 4894     | 19,3 |
| 80                              | 4925     | 20,1 | 4912     | 19,6 | 4926     | 20,6 |
| 120                             | 4950     | 20,7 | 4930     | 20,1 | 4945     | 20,6 |
| 160                             | 4958     | 20,9 | 4944     | 20,3 | 4956     | 21,0 |
| 200                             | 4975     | 21,1 | 4957     | 20,6 | 4974     | 21,1 |
| 240                             | 4984     | 21,3 | 4972     | 21,0 | 4980     | 21,4 |
| 280                             | 4993     | 21,4 | 4976     | 21,3 | 4983     | 21,5 |
| 300-dagen-<br>productie         | 4976     | 21,4 |          |      |          |      |

Part lactation

| length (days) | Mean | C.V. | Mean | C.V. | Mean | C.V. |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
|---------------|------|------|------|------|------|------|

Table 42. Means and coefficients of variation (C.V.) of types of extrapolated part lactation yields and calculated 300-days yield (n = 2000).

de gemiddelde 300-dagenproductie dan  $Y_{co}$ .

De variatiecoëfficiënten (tabel 42) nemen toe met de lengte van te extrapoleren deellijst. Bij doellijsten van relatief korte lengte is de variatiecoëfficiënt van  $Y_{lt}$  hoger dan van de twee andere methoden en stijgt hij ook het snelst naar het niveau van die van de 300-dagenproductie.

Het gemiddelde absolute verschil tussen geschatte en berekende 300-dagenproductie (tabel 43) is voor  $Y_{lt}$  bij alle deellijstlengten kleiner dan voor de andere twee methoden. Tussen  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$  bestaat geen verschil. De waarde van de correlatiecoëfficiënten van de geschatte en berekende 300-dagenproductie (tabel 43) zijn voor  $Y_{lt}$  significant hoger dan voor  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$ . Die voor  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$  verschillen niet. De spreiding van het verschil tussen geschatte en 300-dagenproductie geeft hetzelfde beeld te zien als die van het absolute verschil tussen geschatte en berekende 300-dagenproductie; voor  $Y_{lt}$  lager dan voor  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$  en geen verschil tussen  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$ .

In tabel 44 zijn de F-waarden (model 7) opgenomen voor de effecten van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau. De F-waarde voor de toets op het leeftijdseffect op de 300-dagenproductie is 280,1. De F-waarden behorend bij de geschatte productie geven aan dat het leeftijdseffect het grootst is bij de korte lijsten en afneemt met het voortschrijden van de lactatie. Het leeftijdseffect vertoont weinig verschil in grootte tussen  $Y_{li}$  en  $Y_{lt}$ . Voor  $Y_{co}$  is

Tabel 43. Gemiddelde absolute verschil van, correlatie tussen en spreiding van het verschil tussen, geëxtrapoleerde deellijstproductie ( $\hat{Y}$ ) en berekende 300-dagenproductie ( $Y$ ).

| Deellijst-<br>lengte<br>(dagen) | gem $ \hat{Y}-Y $ |          |          | $r_{\hat{Y},Y}$ |          |          | $\sigma_{\hat{Y}-Y}$ |          |          |
|---------------------------------|-------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|
|                                 | $Y_{li}$          | $Y_{co}$ | $Y_{lt}$ | $Y_{li}$        | $Y_{co}$ | $Y_{lt}$ | $Y_{li}$             | $Y_{co}$ | $Y_{lt}$ |
| 40                              | 406               | 406      | 391      | 0,876           | 0,877    | 0,886    | 513                  | 512      | 493      |
| 80                              | 326               | 326      | 302      | 0,922           | 0,922    | 0,933    | 412                  | 411      | 384      |
| 120                             | 270               | 264      | 229      | 0,949           | 0,950    | 0,961    | 352                  | 334      | 294      |
| 160                             | 208               | 209      | 177      | 0,968           | 0,969    | 0,977    | 265                  | 266      | 226      |
| 200                             | 157               | 157      | 119      | 0,982           | 0,982    | 0,986    | 202                  | 200      | 153      |
| 240                             | 100               | 99       | 64       | 0,993           | 0,993    | 0,997    | 128                  | 126      | 82       |
| 280                             | 44                | 38       | 22       | 0,999           | 0,999    | 1,000    | 56                   | 50       | 33       |

Part

lactation

length (days) mean $|\hat{Y}-Y|$

Table 43. Mean absolute difference of, correlation between and variation of the difference between extrapolated part lactation yield ( $\hat{Y}$ ) and calculated 300-days yield ( $Y$ ).

dit wat groter. Ook het seizoenseffect is, gemeten aan de F-waarden groter voor produkties geschat uit korte deellijsten dan voor de 300-dagenproductie (25,3). Voor  $Y_{lt}$  bereikt de F-waarde bij het voortschrijden van de lactatie het snelst het niveau van de 300-dagenproductie. In tegenstelling tot de effecten van leeftijd en seizoen is het effect van het bedrijfsniveau het kleinst bij de geschatte produkties uit korte deellijsten. Hier is de F-waarde voor  $Y_{lt}$  tot 240 dagen het hoogst en benadert het snelst het niveau van de F-waarde voor de 300-dagenproductie (535,0). Te hoge of te lage F-waarden kunnen veroorzaakt worden doordat de variantie van betreffend effect te klein of te groot is. Ook kan dit ontstaan doordat de restvariantie, waartegen getoetst is, groter of kleiner is dan bij de berekende 300-dagenproductie. Een combinatie van deze twee oorzaken is ook mogelijk. Naast de F-waarden kunnen de k.k.-constanten meehelpen hier een uitspraak over te doen. F-waarden van gelijke grootte voor geschatte en berekende produkties kunnen samengaan met geheel verschillende k.k.-constanten per effectsklasse. In tabel 45 zijn de k.k.-constanten voor de klassen van de effecten van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau van de geschatte en berekende 300-dagenproductie vermeld. Weergegeven zijn slechts de constanten van de geschatte produkties uit deellijsten van 80, 160 en 240 dagen. De k.k.-constanten voor de leeftijdsklassen komen bij de drie methoden vrijwel

Tabel 44. F-waarden voor de effecten van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau op 3 typen geëxtrapoleerde deellijstprodukties (model 7).

| Methode                          | Deellijstlengte |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | 40              | 80     | 120    | 160    | 200    | 240    | 280    |
| <i>Leeftijd/Age</i>              |                 |        |        |        |        |        |        |
| $Y_{li}$                         | 418,84          | 341,44 | 314,34 | 295,74 | 281,68 | 270,70 | 267,18 |
| $Y_{co}$                         | 442,85          | 385,30 | 363,69 | 340,32 | 320,95 | 303,62 | 286,34 |
| $Y_{lt}$                         | 419,34          | 329,64 | 320,11 | 294,42 | 283,41 | 276,41 | 279,06 |
| <i>Seizoen/Season</i>            |                 |        |        |        |        |        |        |
| $Y_{li}$                         | 63,04           | 45,80  | 39,46  | 32,23  | 26,79  | 25,65  | 24,89  |
| $Y_{co}$                         | 63,70           | 52,57  | 47,59  | 38,06  | 31,27  | 27,41  | 26,64  |
| $Y_{lt}$                         | 56,36           | 42,32  | 38,06  | 25,89  | 22,75  | 25,37  | 25,46  |
| <i>Bedrijfsniveau/Herd level</i> |                 |        |        |        |        |        |        |
| $Y_{li}$                         | 295,22          | 382,65 | 430,20 | 493,34 | 514,72 | 532,20 | 534,49 |
| $Y_{co}$                         | 297,97          | 383,79 | 447,81 | 492,76 | 516,51 | 532,85 | 535,35 |
| $Y_{lt}$                         | 322,80          | 404,59 | 476,95 | 506,80 | 519,82 | 528,17 | 529,38 |

Method Part lactation length

Table 44. F values for the effects of age, season and herd level on 3 types of extrapolated part lactation yields (Model 7).

overeen met de schattingen voor de berekende 300-dagenproduktie. Voor de tweede en derde leeftijdsklasse op 80 dagen is de schatting lager dan bij de berekende 300 dagen en voor de vijfde klasse wat hoger. De k.k.-constanten voor de seizoensklassen van de geschatte produkties wijken meer af van de constanten voor de berekende 300-dagenprodukties dan die voor het leeftijds-effect. Bij de 300-dagenproduktie bestaat het grootste contrast tussen de tweede en vijfde klasse (ca. 440 kg). De uit deellijsten van 80 dagen geschatte produkties vertonen contrasten van ca. 550 kg tussen de seizoensklassen 2 en 5. Schattingen van de 300-dagenproduktie op grond van korte deellijsten geven een onderschatting bij dieren kalvend in die seizoenen met produkties beneden het gemiddelde en overschatting van de produkties in de betere seizoenen.

Het contrast tussen de hoogste en laagste bedrijfsniveaunklasse is voor de geschatte produkties uit deellijsten van 80 dagen kleiner dan overeenkomstig

Tabel 45. K.k.-constanten van 3 typen geëxtrapoleerde deellijstproducties en van de berekende 300-dagenproductie voor de klassen van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau (model 7).

| Klasse                                        | 80 Dagen/Days   |                 |                 | 160 Dagen/Days  |                 |                 | 240 Dagen/Days  |                 |                 | 300 Dagen/Days  |                 |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                               | Y <sub>li</sub> | Y <sub>co</sub> | Y <sub>lt</sub> | Y <sub>li</sub> | Y <sub>co</sub> | Y <sub>lt</sub> | Y <sub>li</sub> | Y <sub>co</sub> | Y <sub>lt</sub> | Y <sub>li</sub> | Y <sub>co</sub> | Y <sub>lt</sub> |
| <i>Leeftijd/Age</i> <sup>1</sup>              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 1                                             | -987            | -985            | -995            | -985            | -986            | -985            | -969            | -971            | -978            | -975            |                 |                 |
| 2                                             | -820            | -834            | -839            | -794            | -809            | -791            | -772            | -797            | -773            | -768            |                 |                 |
| 3                                             | -459            | -454            | -462            | -460            | -461            | -478            | -476            | -485            | -490            | -495            |                 |                 |
| 4                                             | -78             | -82             | -64             | -75             | -85             | -65             | -70             | -69             | -72             | -74             |                 |                 |
| 5                                             | 284             | 284             | 274             | 283             | 285             | 274             | 265             | 274             | 265             | 262             |                 |                 |
| 6                                             | 452             | 449             | 472             | 456             | 464             | 460             | 432             | 432             | 427             | 417             |                 |                 |
| 7                                             | 740             | 743             | 755             | 736             | 738             | 747             | 741             | 765             | 751             | 758             |                 |                 |
| 8                                             | 869             | 879             | 860             | 837             | 853             | 838             | 849             | 852             | 870             | 876             |                 |                 |
| <i>Seizoen/Season</i> <sup>2</sup>            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 1                                             | -169            | -192            | -158            | -100            | -125            | -99             | -99             | -108            | -118            | -119            |                 |                 |
| 2                                             | 313             | 301             | 315             | 296             | 287             | 264             | 263             | 244             | 234             | 213             |                 |                 |
| 3                                             | 177             | 202             | 178             | 115             | 142             | 113             | 107             | 132             | 132             | 151             |                 |                 |
| 4                                             | -66             | -62             | -95             | -65             | -60             | -59             | -38             | -42             | -16             | -18             |                 |                 |
| 5                                             | -255            | -250            | -240            | -246            | -245            | -218            | -234            | -227            | -232            | -227            |                 |                 |
| <i>Bedrijfsniveau/Herd level</i> <sup>3</sup> |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| I                                             | -530            | -501            | -557            | -634            | -595            | -645            | -682            | -655            | -679            | -680            |                 |                 |
| II                                            | 20              | 16              | 5               | 8               | 5               | 3               | 5               | 5               | 5               | 4               |                 |                 |
| III                                           | 510             | 486             | 552             | 626             | 590             | 642             | 676             | 650             | 674             | 676             |                 |                 |
| Class                                         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 1. Zie tabel 3/See Table 3                    |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 2. Zie tabel 4/See Table 4                    |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 3. Zie tabel 5/See Table 5                    |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |

Table 45. L.s. constants of 3 types of extrapolated part lactation yields and of calculated 300-days yield for the classes of age, season and herd level (Model 7).

contrast bij de berekende 300-dagenproduktie. Het verschil tussen de betreffende contrasten is het kleinst voor  $Y_{lt}$ . Dieren op bedrijven met een laag produktie-niveau worden overschat en op hoge niveaus krijgen deze een te lage geschatte produktie. Vooral bij  $Y_{co}$  treedt deze eigenschap op. Om te trachten de onder- of overschatting, samenhangend met het bedrijfsniveau, te verkleinen, is een alternatief voor  $Y_{lt}$  aan te duiden met  $Y_{lt}'$  onderzocht. In plaats van de gemiddelde dagproduktie en het gemiddelde resterende deel van de lactatie binnen klasse van leeftijd en seizoen zijn deze kengetallen binnen leeftijd- en bedrijfsniveaunklasse genomen. Analyse toonde aan dat de correlatiecoëfficiënten tussen  $Y_{lt}'$  en de berekende 300-dagenproduktie binnen klassen naar deellijst-lengte niet significant verschillen van de correlatiecoëfficiënten tussen  $Y_{lt}$  en de berekende 300-dagenproduktie. Het contrast tussen hoogste en laagste bedrijfsniveau was bij de geschatte produktie uit deellijsten van 80, 160 en 240 dagen respectievelijk 1351 kg, 1358 kg en 1375 kg. Op de berekende 300-dagenproduktie was het contrast 1356 kg. Het contrast tussen de seizoensklassen met hoogste en laagste schatting is voor  $Y_{lt}'$  nauwelijks afwijkend van overeenkomstige contrasten bij de drie besproken methoden van extrapolatie. Op 80 dagen zijn de seizoenen 1 en 2 duidelijk onderschat en die van 4 en 5 overschat.

## 6 Discussie over de resultaten van hoofdstuk 4 en 5

De expressie van de produktieaanleg wordt door milieuvariantie vervaagd. Hickman & Henderson (1955) vonden dat de variantie in de melkhoeveelheid van de gehele lactatie tussen koeien voor ca. 75% verklaard wordt door milieuvariantie. Milieu-effecten zijn te onderscheiden in twee typen: toevallige effecten binnen een verzameling produktiegegevens, en effecten die de verzameling gemeenschappelijk heeft. Niet-toevallige milieu-effecten kunnen uitgeschakeld worden door binnen hetzelfde milieu de prestaties te vergelijken, of door standaardisatie op een basismilieu met behulp van zuivere schattingen voor de verschillen tussen klassen van effecten.

De methode van uitschakeling van verschillen in produktie als gevolg van niet-genetische invloeden, is afhankelijk van het doel waarvoor de produktiegegevens gebruikt worden. Kennis van grootte en onderlinge samenhang van de niet-genetische invloeden bepaalt mede de keuze van de standaardisatiemethoden.

### 6.1 MATERIAALSTRUCTUUR EN RESULTATEN

De grootte van de invloeden van bijvoorbeeld leeftijd, seizoen en bedrijf op de lactatieproduktie is o.a. afhankelijk van de aard van en de spreiding in het materiaal. Zo is de invloed van het leeftijdseffect op de produktie het grootst bij jonge dieren, met het gevolg dat de totale variantie voor het leeftijdseffect groot is wanneer de dieren op een relatief jonge leeftijd het eerste kalf hebben gekregen. Variantie ten gevolge van verschillende seizoenen van afkalven is mede afhankelijk van het contrast tussen de kalfmaanden en van de keuze van samenvoeging van kalfmaanden tot seizoenen. De onder- en bovengrens van de in de berekening te betrekken produktiestaten dragen bij tot de totale spreiding: Amerikaanse onderzoekers (o.a. Van Vleck & Henderson, 1961a,b,c,d,e; Lamb & McGilliard, 1967a; Appleman et al., 1969; Miller et al., 1970a) betrokken slechts dieren in de analyse, die minstens tien maandelijks proefmelkingen hadden. De lactatieproduktie werd dan berekend door de som van de eerste tien proefmelkingen te vermenigvuldigen met 30,5. Auran (1973) stelde als eis dat de dieren een afgesloten lijst moesten hebben, met daarbij een tussenkalftijd van 290-560 dagen.

De grootte van de door de leeftijd verklaarde variantie in de melkhoeveelheid kan mede afhankelijk zijn van de lengte van de lactatie. Tussen leeftijd en lengte van de tussenkalftijdsperiode zou een negatief verband bestaan (Johansson & Hansson, 1940; Ødegård, 1965; Auran, 1974).

Ook het moment van de eerste monsternamen en de nauwkeurigheid van notitie daarvan beïnvloeden de waargenomen effecten. Sommigen hebben proefmelkingen wel aangeduid met het nummer van de lactatiemaand, ongeacht de datum van de maand (Van Vleck & Henderson, 1961a,b,c,d,e; Appleman et al., 1969; Auran, 1973).

Daarbij kan de eerste proefmelking, bij controle eens per maand, vallen tussen de 4e en de 62e lactatiedag (Pearson, 1971). De afwijking van het gemiddelde moment van eerste controle herhaalt zich gedurende de lactatie en leidt tot onzuivere schattingen van de lactatieproductie (Pearson, 1971; Auran, 1973).

Ons materiaal, met overwegend driewekelijkse controle, heeft het voordeel dat het aantal dagen tussen dag van afkalven en de dag van de eerste proefmelking bekend is. Omdat er in bepaalde perioden van het jaar niet gecontroleerd wordt, zullen de intervallen tussen de proefmelkingen ongelijk van lengte zijn. Omdat het voor ons doel noodzakelijk is te beschikken over productiegegevens op vaste tijdstippen in de lactatie, hebben wij gekozen voor lineaire interpolatie tussen opeenvolgende proefmelkingen. Op die manier wordt het verloop van de feitelijke lactatiecurve zo goed mogelijk benaderd.

## 6.2 BEREKENDE LACTATIECURVE

### 6.2.1 Niveau en vorm

De gemiddelde dagproductie geeft na de top tussen 10 en 50 dagen (tabel 2) een continue daling te zien. De relatief hoge waarde van de variatiecoëfficiënt voor de dagproductie op 10 dagen kan veroorzaakt zijn doordat de verandering van de productie aanvankelijk zeer groot is, en doordat bij lactaties met de eerste proefmelking na de tiende dag de melkhoeveelheid van deze proefmelking aan de tiende dag is toegekend. De variatiecoëfficiënt loopt langzaam op tot 190 dagen en stijgt daarna enigszins sneller. Auran (1973) vond in de middelste maanden van de lactatie een variatiecoëfficiënt die ca. 20% lager is dan in dit onderzoek. In de negende lactatiemaand liep in zijn onderzoek de variatiecoëfficiënt echter op tot ca. 50%. Het door hem gebruikte materiaal bestond uit lactatiegegevens met een grote variatie in tussenkalftijd, hetgeen deze relatief grote stijging waarschijnlijk kan verklaren. De cumulatieve producties hebben in ons materiaal een variatiecoëfficiënt die steeds ca. 15% hoger is dan in het onderzoek van Auran (1973).

De binnen-subklascorrelatiecoëfficiënten voor de dagproducties met de totale melkhoeveelheid van de lactatie (tabel 15) hebben de hoogste waarde voor de producties in de middelste maanden van de lactatie (ca. 0,85). Voor de dagproducties in de beginmaanden van de lactatie zijn de correlatiecoëfficiënten hoger dan voor de eindmaanden. Het niveau van de correlatiecoëfficiënten komt goed overeen met dat gevonden door Van Vleck & Henderson (1961a). Madden et al. (1959) vonden hogere waarden.

De waarde van de correlatiecoëfficiënten tussen cumulatieve en lactatieproductie (tabel 17) stijgt met de lengte van de deellijst (autocorrelatie). Voor deellijsten met een lengte van 80 dagen is deze waarde lager dan die van de correlatiecoëfficiënt tussen lactatieproductie en dagproductie op 70 dagen. In het onderzoek van Van Vleck & Henderson (1961a) is het verband tussen dag- en lactatieproductie gedurende de hele lijst kleiner dan tussen de cumulatieve productie tot hetzelfde lactatiestadium en de lactatieproductie. Madden et al. (1959) vonden tot en met de vierde lactatiemaand dezelfde waarden voor de correlatiecoëfficiënten tussen dag- en lactatieproductie als tussen cumulatieve en lactatieproductie.

De cumulatieve producties over deellijsten tot 80 dagen hebben het grootste verband met de dagproductie op 30 dagen (tabel 17). De dagproductie op 70 dagen is het sterkst gecorreleerd met de cumulatieve producties over 120 en 160 dagen. Deellijsten van 200 tot en met 280 dagen hebben het grootste verband met de productie op 110 dagen. De producties in eerste en laatste lactatiemaanden staan meer onder invloed van toevallige milieu-invloeden dan de middelste maanden.

De resultaten van berekeningen naar het verband tussen productiegegevens van opeenvolgende lijsten (Van Vleck & Henderson, 1961d) laten ook de grote voorspellende waarde zien van proefmelkproducties in de vierde, vijfde en zesde lactatiemaand. Zij vonden een correlatiecoëfficiënt van 0,50 met de opvolgende lactatie. De waarde van de correlatiecoëfficiënt tussen twee opeenvolgende lactatieproducties was maar weinig hoger ( $r=0,55$ ).

#### *6.2.2 Invloed van leeftijd, seizoen en bedrijf op dag- en cumulatieve productie*

Maximaal wordt ca. 47% (op 30 dagen) van de totale kwadraatsom van de dagproductie door de *leeftijd* verklaard (tabel 7). Op 270 dagen is het effect van de leeftijd nog significant en verklaart nog ca. 5% van de totale kwadraatsom van de dagproductie. De k.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen van de dagproductie geven aan dat de rangorde van de leeftijdsklassen naar dagproductie gedurende de gehele lactatie dezelfde is (tabel 23). Johansson (1961) en Wood (1968) meldten

daarentegen kruising van de lactatiecurves op het eind van de lactatie. De conclusie van Auran (1973) dat door de invloed van de variatie in lengte van de tussenkalftijdsperiode de lactatiecurves voor de verschillende leeftijdsgroepen gaan kruisen, lijkt dubieus. De regressie van de melkhoeveelheid over de gehele lactatie op het aantal dagen tussenkalftijd, is groter voor oudere koeien (Alps et al., 1973; Auran, 1974). Sikkes (1975) daarentegen vond geen verschillen in regressie. Hieruit mag geconcludeerd worden dat door correctie voor de invloed van verschillen in tussenkalftijd, de lactatiecurves voor de leeftijdsklassen gemakkelijker kruisen dan in materiaal waarbij aan de invloed van de lengte van de tussenkalftijd wordt voorbijgegaan.

De maximale invloed van de leeftijd op de cumulatieve produktie wordt bereikt bij lijsten van 60-80 dagen. Daarna daalt de leeftijdsinvloed langzaam. Over de gehele lactatie wordt ca. 39% van de kwadraatsom verklaard door het leeftijds-effect. Omdat bij het voortschrijden van de lactatie een steeds kleiner deel wordt toegevoegd aan de cumulatieve produktie, heeft de dalende leeftijdsinvloed op de dagproduktie nauwelijks invloed op de grootte van de leeftijdsverschillen in de cumulatieve produktie.

In vergelijking met de grootte van de invloed van de leeftijd op de dagproduktie is die van het *seizoen* van afkalven gering (tabel 8). Met het voortschrijden van de lactatie neemt de invloed toe. Op 270 dagen is deze ca. 8,5%. Op de cumulatieve produktie is de maximale  $R^2$  kleiner dan 2%. Dit geringe niveau van de  $R^2$  is het gevolg van verandering in rangorde van de seizoensklassen op grond van de dagproduktie bij het voortschrijden van de lactatie (tabel 26). Gönul et al. (1966) vonden dat de maand van afkalven ca. 14% bijdraagt in de totale variantie van de melkproduktie over de eerste lactatie in materiaal afkomstig uit de provincie Friesland. Een deel van deze variantie voor de kalfmaanden moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan de invloed van de leeftijd door de verstrengeling van leeftijd en seizoen. Spike & Freeman (1967) vonden daarentegen dat het seizoen van afkalven (6 klassen van 2 maanden) bij 6 rassen 1,1 tot 3,7% van de totale variantie verklaarde.

Analyse naar de invloed van het *bedrijf* op dag- en cumulatieve produktie is gedaan volgens drie statistische modellen. Het bedrijfseffect is geanalyseerd als hoofdeffect, waarbij de klassen de individuele bedrijven representeren (model 4). In model 3 zijn de verschillen tussen bedrijven gekwantificeerd door de regressie van afhankelijke variabele op gemiddelde bedrijfsproduktie. Daarnaast zijn de bedrijven ingedeeld in drie klassen naar niveau van gemiddelde bedrijfsproduktie. Deze drie klassen zijn als hoofdeffect opgenomen in model 7. Het opnemen van de bedrijven als hoofdeffect heeft tot gevolg dat het deel van de

variantie in produktie wordt weggenomen dat de dieren binnen bedrijven gemeenschappelijk hebben (o.a. lactatielengte 290-320 dagen). Bij de analyse volgens het model waarin de regressie op het bedrijfsgemiddelde is opgenomen, wordt die specifieke bedrijfsvariantie weggenomen die tot uitdrukking komt in de gemiddelde bedrijfsproduktie van alle op de betreffende bedrijven lacterende dieren. De indeling naar drie niveaus van gemiddelde bedrijfsproduktie neemt slechts die variantie weg, specifiek per bedrijfsniveau. Deze analyse met indeling naar niveau is nodig om een kwantificering te krijgen van de interactie van de leeftijd met het bedrijfseffect.

Het bedrijfseffect (model 4) heeft op de dagproduktie een  $R^2$  van ca. 15% aan het begin van de lactatie en stijgt langzaam met het voortschrijden van de lactatie tot 170 dagen ( $R^2$  ca. 23%) en daarna sneller tot 270 dagen, waarbij de determinatiecoëfficiënt ca. 31% wordt (tabel 9). Het deel van de totale kwadraatsom van de dagproducties wat verklaard wordt door de regressie op het bedrijfsgemiddelde is ca. 7% op 10 dagen, stijgt tot 110 dagen ( $R^2$  ca. 15%) en daalt daarna (tabel 9). De kleinste verhouding, dat wil zeggen het grootste relatieve verschil (tabel 10) tussen bedrijfseffect uit model 4 en de regressie (model 3), wordt gevonden aan het eind van de lactatie. Op 110 dagen vinden we de grootste verhouding. De hoge waarden van de correlatiecoëfficiënt tussen dagproducties in de middelste maanden van de lactatie en de lactatieproduktie wijzen op hetzelfde fenomeen. Producties in de middelste lactatiemaanden worden relatief weinig beïnvloed door tijdelijke milieuomstandigheden. De kleine verhouding tussen  $R^2$  (model 3) en het percentage van de gemiddelde kwadraatsom uit model 4 aan het eind van de lactatie kan voor een deel ook zijn oorzaak vinden in het feit dat de dieren aan het eind van de lactatie een geringere variatie hebben in dagproduktie dan gemiddeld binnen bedrijven, omdat ons materiaal slechts bestaat uit lactaties met een lengte van 290-320 dagen. Auran (1973) vond, in tegenstelling tot de hier vermelde resultaten, dat het bedrijfseffect op de dagproduktie toeneemt tot de vijfde lactatiemaand en dan sterk daalt, tot de laagste waarde gevonden wordt bij de produktie in de 10e maand. Zijn schattingen voor het leeftijdseffect zijn lager en voor het bedrijfseffect groter dan in dit onderzoek. Een oorzaak kan zijn de keuze van een model met 12 leeftijdsklassen en gemiddeld slechts 3,8 lactaties per bedrijf. Een verstrengeling van leeftijds- en bedrijfseffect kan daarbij nauwelijks ontgaan worden.

De afname in kwadraatsom door drie bedrijfsniveaus (model 7) is slechts een derde van de afname in model 4. De stijging aan het eind van de lactatie voor het bedrijfseffect uit model 4 zien we niet. Na een aanvankelijke stijging blijft het verklaarde deel op hetzelfde niveau.

Op de cumulatieve produktie stijgt de  $R^2$  voor het bedrijfseffect (model 4)

met het voortschrijden van de lactatie; zij het in mindere mate dan op de dagproduktie (tabel 9). De regressie op het bedrijfsgemiddelde verklaart gedurende de lactatie een steeds groter deel (model 3).

In vergelijking met resultaten uit de literatuur (Hickman & Henderson, 1955; Pirchner, 1960; Van Vleck et al., 1961; Auran, 1973) is het door de bedrijven verklaarde deel van de totale kwadraatsom klein (model 4).

Samen met de analyse van dag- en lactatieproduktie volgens model 4, geven de modellen 1, 5 en 6 informatie over de grootte van het effect van leeftijd, seizoen en bedrijf wanneer één of twee van de effecten niet betrokken worden in de analyse. Slechts in orthogonale modellen zal de kwadraatsom van een effect onafhankelijk zijn van het gekozen model, en tevens het percentage van totale kwadraatsom ( $R^2$ ). De determinatiecoëfficiënt is afhankelijk van het aantal effecten dat in de analyse betrokken wordt. Het opnemen van een additioneel effect geeft in het algemeen een daling van de  $R^2$ . Voor de dagproduktie is  $R^2(a|u)$  maximaal ca. 50% (op 30 dagen) en daalt tot ca. 5% (op 270 dagen). Worden naast de leeftijd ook seizoen en bedrijf in de analyse betrokken dan is  $R^2$  maximaal 47% (tabel 13).

Voor de cumulatieve produktie is  $R^2(a|u,s,h)$  ca. 3 à 4% lager dan  $R^2(a|u)$  (tabel 14).  $R^2(a|u,s)$  is voor de dagprodukties van 70 tot en met 270 dagen groter dan  $R^2(a|u)$ . Voor de cumulatieve produkties over perioden langer dan 80 dagen is  $R^2(a|u,s)$  groter dan  $R^2(a|u)$ . Dezelfde verschillen zijn waarneembaar voor het seizoenseffect. Dit wijst op een negatief verband tussen leeftijd en seizoen. In de kalfmaanden met relatief hoge dagprodukties kalft een overmaat van dieren uit leeftijdsklassen met lage produkties, en omgekeerd.

De grote daling in  $R^2$  voor het bedrijfseffect wanneer tevens het leeftijds-effect in de analyse betrokken wordt, kunnen we verklaren uit het feit dat op alle bedrijven niet alle leeftijdsklassen vertegenwoordigd zijn. Door aan het leeftijdseffect voorbij te gaan, worden verschillen in produktieniveau die samengaan met de leeftijd, toegerekend aan het bedrijfseffect. Op de dagproduktie op 270 dagen is de leeftijdsinvloed klein, en daarmee ook het verschil tussen  $R^2(h|u)$  en  $R^2(h|u,a)$ . Voor de cumulatieve produktie blijft het verschil ca. 3,5%.

### 6.3 STANDAARDISATIE

Koeien, met fenotypische verschillen in produktie kunnen binnen classificeerbaar fenotype met elkaar vergeleken worden. Het bedrijf omvat een groep dieren die onder gelijke omstandigheden produceren. De produkties van de dieren binnen een bedrijf komen echter tot stand bij verschillende leeftijden en seizoe-

nen van afkalven. Als er niet gecorrigeerd wordt voor verschillen in leeftijd en seizoen, moeten dieren binnen bedrijven ingedeeld worden naar groepen van leeftijd en seizoen om redelijke vergelijkingen mogelijk te maken. Door de relatief geringe grootte van de bedrijven in Nederland en een seizoensgebonden afkalfpatroon ontbreken hiertoe de mogelijkheden. Dit is ook de reden geweest dat in 1936 in het DHIA-programma in de Verenigde Staten gestart is, moeder- en dochterproducties ten behoeve van de schatting van de produktieaanleg van stieren te standaardiseren op die bij volwassen leeftijd. Onder Nederlandse omstandigheden is gekozen voor het vergelijken binnen klassen van leeftijden. Moeder- en dochterproductie werden vergelijkbaar verondersteld wanneer deze bij afkalven niet meer dan zes maanden verschilden.

Bij standaardisatie van de melkhoeveelheid moeten zuivere schattingen van de produktie voor de klassen van corrigeerbare invloeden bekend zijn. De resultaten van de analyse naar de invloeden op de melkhoeveelheid laten zien, dat in ons materiaal de leeftijd bij afkalven een grote verklarende factor is voor verschillen in dag- en lactatieproduktie. Naast verschillen door het bedrijfseffect, dat een groot deel van de variantie in de dag- en lactatieproduktie verklaart, zijn verschillen door het seizoen van afkalven significant aanwezig. De interactie tussen leeftijd en seizoen is niet significant, in overeenstemming met de resultaten van Auran (1973) voor dagproducties, maar in tegenstelling met wat Wunder & McGilliard (1967) en Miller et al. (1970a) vonden voor de lactatieproducties. Dat de stijging van de produktie met de leeftijd afhankelijk is van het bedrijfsniveau, werd zowel bij de dag- als lactatieproduktie gevonden. Dit is in overeenstemming met bevindingen van Searle & Henderson (1959) en Syrstad (1965) voor de melkhoeveelheid over lactaties.

Uit de schattingen van de produkties behorend bij de klassen van effecten, kunnen additieve en vermenigvuldigingsfactoren ontwikkeld worden. Additieve factoren hebben de eigenschap dat het gemiddelde van de klassen gelijk wordt aan dat van de referentiegroep en de variantie gelijk blijft. Vermenigvuldigingsfactoren geven ook het gemiddelde van de referentiegroep, maar veranderen de oorspronkelijke variantie evenredig met het kwadraat van de factor. Correctie met additieve factoren heeft dus de voorkeur wanneer de produkties in de verschillende klassen een gelijke variatie hebben, en vermenigvuldigingsfactoren moeten gebruikt worden wanneer de variatiecoëfficiënt gelijk is voor de verschillende klassen.

### 6.3.1 Lactatieproductie

De k.k.-gemiddelden stijgen continu met de leeftijd (tabel 20). Binnen bedrijfsniveaus is deze toename niet zo regelmatig. Op het laagste niveau produceren dieren uit de tweede leeftijdsklasse minder dan dieren uit de eerste klasse. Bij het hoogste niveau is het verschil tussen eerste en tweede leeftijdsklasse gestegen tot ca. 200 kg ten gunste van de tweede klasse.

Bij inseminatie van de vaarzen naar gewicht, zullen verschillen in productie gemeten per leeftijdsklasse geringer zijn dan bij inseminatie naar leeftijd, vanwege de dan optredende variatie in ontwikkeling bij eerste maal afkalven. Worden op lage bedrijfsniveaus de dieren naar ontwikkeling geïnsemineerd, en op hogere bedrijfsniveaus, vanwege een reeds voldoende ontwikkeling, naar leeftijd, dan kunnen verschillen optreden als hier gevonden tussen de eerste twee leeftijdsklassen. Hickman et al. (1971) vonden dat grote vaarzen een grotere toename in productie lieten zien per maand stijging in leeftijd dan kleine vaarzen. Bij inseminatie naar ontwikkeling worden, bij het gebruik van gemiddelde leeftijdsfactoren, jonge, grote dieren bevoordeeld en oude, kleine dieren benadeeld (Hickman, 1973). Van Vleck (1963) vond verschillen tussen stieren in de regressie van dochterproductie op bedrijfsgemiddelde, wat een aanwijzing kan zijn voor verschillende stadia van ontwikkeling bij eerste maal afkalven.

Het verschil in productie tussen de leeftijdsklassen is groter op hoge dan op lage bedrijfsniveaus (tabel 21). Bij gebruik van additieve correctiefactoren voor de leeftijd, berekend over bedrijfsniveaus, zullen bij standaardisatie op het niveau van het gewogen gemiddelde bij bedrijven van hoog produktieniveau de oudere koeien de hoogste productie krijgen. Bij lage bedrijfsniveaus zijn dat de jonge dieren. De resultaten van de correctie van de k.k.-gemiddelden voor de leeftijdsklassen (tabel 30) met vermenigvuldigingsfactoren, berekend over bedrijfsniveaus, laten zien dat in dit materiaal de rangorde niet significant van de toevalsrangorde afwijkt. De stijging in productie met de leeftijd is proportioneel met het bedrijfsniveau. Dezelfde aanwijzingen werden gevonden door Fritz et al. (1960), Syrstad (1965) en Miller et al. (1970a).

Correctie van de lactatieproducties in materiaal B met leeftijdsfactoren over bedrijfsniveaus, geven voor de leeftijdsklassen 3 en 5 grotere afwijkingen van de gemiddelde gecorrigeerde produkties dan bij correctie met factoren binnen bedrijfsniveaus. Dit kan een aanwijzing zijn dat de leeftijdsklassen 3 en 5 onder specifieke omstandigheden produceren binnen de bedrijfsniveaus. Het geringe aantal dieren in deze klassen kan ook een verklaring zijn voor dit afwijkende gedrag. Ondanks het feit dat op de gecorrigeerde lactatieproducties

( $L_{SmAo}$ ,  $L_{SaAo}$ ,  $L_{SmAh}$ , en  $L_{SaAh}$ ) de leeftijdsinvloed niet significant is (tabel 33), is het contrast tussen de leeftijdsklassen 2 en 6 dat net wel. Leeftijdsklasse 2 heeft, ondanks het feit dat voor de correctie een hogere waarde gebruikt is dan berekend in materiaal A, een positieve afwijking van het gemiddelde. Leeftijdsklasse 3 vormt een uitzondering op de regel, dat in de hogere leeftijdsklassen een lagere gecorrigeerde produktie gevonden wordt dan bij de jongere dieren.

Het streven bij correctie voor leeftijdsverschillen is, per leeftijdscategorie een gelijke gemiddelde produktie. Ook door Searle & Henderson (1960), Rønningen & Gjedrem (1966) en Cundiff et al. (1967) werd dit aangegeven als een criterium waaraan produkties na correctie moeten voldoen. Met "gross-comparison" factoren kan dit bereikt worden. In rundveepopulaties waar de dieren met een geringe produktie worden afgevoerd en een jaarlijkse genetische vooruitgang plaats vindt, kan dit alleen de eis zijn wanneer het effect van opruimen op de produktie onafhankelijk is van het lactatienummer en even groot als de genetische vooruitgang per jaar. In situaties waar het afvoeren van dieren om produktie-redenen voornamelijk plaats vindt tijdens of na de eerste lactatie, mogen we niet streven naar gelijke produkties per leeftijdsklasse. Dat in materiaal B de oudere dieren relatief minder produceren dan in materiaal A, mogen we echter niet aan dit fenomeen toeschrijven, omdat het hier lactaties uit twee opeenvolgende jaren betreft.

Standaardisatie van de melkhoeveelheid voor verschillen door seizoenen van afkalven, laat geen significante seizoensinvloed in de gecorrigeerde produkties (tabel 33). De k.k.-gemiddelden voor de seizoensklassen van de gestandaardiseerde produkties verschillen niet van het gewogen gemiddelde; evenmin zijn er significante contrasten tussen de k.k.-gemiddelden voor de klassen. Standaardisatie middels additieve of vermenigvuldigingsfactoren geven schattingen van de produktie per seizoensklasse die voor de vier methoden niet verschillend zijn. De seizoensverschillen zijn dus niet volledig proportioneel met het niveau van produktie. Volledig onafhankelijk van het niveau zijn ze ook niet, omdat in dat geval additieve factoren de beste standaardisatie zouden geven.

De materiaalkeuze kan invloed hebben op de mate waarin het seizoenseffect op de produktie wordt uitgeschakeld. De gegevens waaruit de correctiefactoren berekend zijn, komen uit hetzelfde gebied als de gegevens waarbij het effect van standaardisatie is nagegaan, met het verschil dat het opeenvolgende jaargangen lijsten betreft. Het leeftijdseffect is een fysiologisch fenomeen en wordt bepaald door ras, genotype en mate van ontwikkeling van de dieren. De invloed van het seizoen op de melkhoeveelheid is daarentegen van zuiver externe aard, en

70 dagen is de F-waarde voor de toets op het leeftijdseffect voor  $D_{SaAo}$  ook kleiner (en niet significant). Afwijkingen van het gewogen gemiddelde door onvolledig uitschakelen van de leeftijds- en seizoensverschillen in lactatiestadia voor en na 30 dagen, worden bij standaardisatie voor lactatiestadium meevermenigvuldigd en daardoor groter, proportioneel met de vermenigvuldigingsfactor. De grootste afwijking van het gewogen gemiddelde wordt verkregen wanneer niet gecorrigeerd wordt voor seizoensverschillen ( $D_{Ao}$ ). De gestandaardiseerde dagproducties worden daardoor meer afhankelijk van het seizoen van afkalven dan de actuele dagproducties. Het alternatief om voor lactatiestadium te corrigeren met additieve factoren komt niet in aanmerking.

Bij de standaardisatie van de dagproductie moet voor het *seizoen van afkalven* gecorrigeerd worden. Dit kan geschieden met additieve, dan wel met vermenigvuldigingsfactoren. De geringere variatiecoëfficiënten van  $D_{SaAo}$ , de kleinere k.k.-constanten voor de seizoensklassen en de lagere F-waarden voor de toets op het seizoenseffect geven aanwijzingen dat additieve correctiefactoren de voorkeur moeten hebben.

Leeftijdverschillen bij de dagproductie worden uitgeschakeld door middel van vermenigvuldigingsfactoren binnen bedrijfsniveaus ( $D_{SmAh}$ ) en over bedrijfsniveaus. In materiaal A zien we verschillen tussen bedrijfsniveaus in de hoogte van de vermenigvuldigingsfactoren, zij het dat deze verschillen niet regelmatig zijn. De resultaten van de correctie van materiaal B voor leeftijdverschillen vertonen geen verschil in grootte van de k.k.-constanten voor de leeftijdsklassen. De F-waarde voor de toets op het interactie-effect tussen leeftijd en bedrijfsniveau is voor  $D_{SmAo}$  zelfs kleiner dan voor  $D_{SmAh}$ , zij het dat geen van de twee significant is. Voor standaardisatie van de dagproductie is het dus niet noodzakelijk voor het leeftijdseffect correctiefactoren binnen bedrijfsniveaus te gebruiken.

Voor het verschil in *lactatiestadium* zijn correctiefactoren gebruikt binnen en over bedrijfsniveaus ( $D_{SmAo}^*$ ). De gemiddelde gestandaardiseerde dagproducties (tabel 36) voor  $D_{SmAo}^*$  en  $D_{SmAo}$  verschillen op bedrijfsniveau II niet. De gemiddelden van  $D_{SmAo}^*$  zijn kleiner dan die van  $D_{SmAo}$  bij het laagste bedrijfsniveau. De verschillen nemen toe met de lengte van de lactatie. Bij bedrijfsniveau III stijgt het gemiddelde van  $D_{SmAo}^*$  en worden de verschillen met  $D_{SmAo}$  groter naarmate de lactatie voortgaat. Deze verschillen in niveau tussen  $D_{SmAo}$  en  $D_{SmAo}^*$  vloeien voort uit het verschil in verhoudingen tussen de dagproducties in de verschillende lactatiestadia en de productie op 30 dagen, bij de drie bedrijfsniveaus. De F-waarden voor de toets op verschillen tussen bedrijfsniveaus bij de gestandaardiseerde producties op 70, 150 en 230 dagen zijn voor  $D_{SmAo}^*$  hoger dan

voor de andere methoden en komen overeen met die bij de berekende dagproducties.

Volledige uitschakeling van de effecten van leeftijd, seizoen en lactatiestadium, met daarnaast invloeden die slechts toevallig zijn, zal resulteren in lactatiecurves die per bedrijfsniveau horizontaal zijn. De onderlinge afstand tussen de curves zal het contrast zijn tussen de bedrijfsniveaus van de berekende dagproducties op 30 dagen. De standaardisatie volgens  $D_{SmAo}^*$  doet het contrast tussen de bedrijfsniveaus toenemen met de lactatie. Op 70 dagen is het contrast (ca. 5,3 kg) al groter dan dat voor de berekende dagproductie op 30 dagen. De andere methoden van standaardisatie hebben ook een groter contrast tussen de bedrijfsniveaus dan dat van de berekende dagproductie op 30 dagen, maar kleiner dan bij  $D_{SmAo}^*$ . De contrasten bij de methoden die voor het lactatiestadium corrigeren met factoren binnen bedrijfsniveaus, blijven constant gedurende de lactatie. Standaardisatie voor het verschil in lactatiestadium moet dus geschieden met vermenigvuldigingsfactoren binnen niveaus van bedrijfsproductie. Een interactie tussen stadium van lactatie en de hoogte van de gemiddelde bedrijfsproductie wordt hierdoor vermeden.

De gestandaardiseerde producties van materiaal B zijn geanalyseerd volgens model 8. In dit model zijn de effecten opgenomen van leeftijd, seizoen, bedrijfsniveau en lactatiestadium. Daarnaast is het effect van de interactie tussen seizoen en lactatiestadium opgenomen, omdat de seizoensverschillen in de gestandaardiseerde dagproducties nog gedeeltelijk bestaan. Bij standaardisatie voor het moment in lactatie wordt de grootte van deze verschillen afhankelijk van het lactatiestadium. De interactie tussen leeftijd en lactatiestadium zou om dezelfde redenen in het model moeten worden opgenomen. Omdat het computergeheugen beperkt was, moest een keus gemaakt worden. Op grond van de grotere invloed van het seizoen dan van de leeftijd bij de gestandaardiseerde producties (tabel 37), is gekozen voor de interactie tussen seizoen en lactatiestadium. De analyse volgens model 8 is ook niet geheel zuiver, omdat niet voldaan is aan de voorwaarde van onafhankelijkheid van de waarnemingen. Van ieder dier zijn de gestandaardiseerde producties in zeven lactatiestadia gebruikt. Vanaf 70 dagen is er geen verband tussen de hoogte van de gestandaardiseerde productie en het lactatiestadium en komt het verloop van de dagproductie in materiaal A en B goed overeen. De daling in productie van 30 naar 70 dagen is in materiaal A kleiner dan in materiaal B. Dat resulteert in een onderschatting van de gestandaardiseerde dagproductie op 30 dagen, vergeleken met de producties in latere stadia.

De dagproducties in de verschillende stadia kunnen gecorrigeerd worden voor leeftijd en seizoen. De leeftijds- en seizoenscorrectie kunnen onafhankelijk van

elkaar plaats vinden. Voor de leeftijd is gebruik te maken van vermenigvuldigingsfactoren, terwijl er zwakke aanwijzingen zijn dat de seizoenscorrectie het beste additief kan geschieden. De eigenschappen van additieve en vermenigvuldigingsfactoren overwegend, kunnen we geen uitspraak doen met welk soort factoren voor het lactatiestadium gecorrigeerd moet worden. Het niveau van de dagproductie daalt met het voortschrijden van de lactatie. De spreiding daalt ook, maar niet evenredig met de daling van het niveau. Additieve factoren zullen dus een te kleine spreiding van de gestandaardiseerde produkties geven, en vermenigvuldigingsfactoren een te grote. Hier is gekozen voor vermenigvuldigingsfactoren. Het gevolg zal zijn dat seizoens- en leeftijdsverschillen die niet volledig overeen komen met de gemiddelde verschillen, in de gestandaardiseerde dagproducties terug komen met een grootte die afhankelijk van het lactatiestadium. Met name zal dit optreden bij dagproducties in het laatste deel van de lactatie. Wanneer deze verschillen bedrijfsgebonden zijn, zal een interactie optreden tussen lactatiestadium en bedrijf bij de gestandaardiseerde dagproductie. Janmaat (1973) gaf een beschrijving van de resultaten van standaardisatie van de dagproducties met factoren die door Doeksen & Heyboer (1952) ontwikkeld werden. In het najaar trad een daling op van de gemiddelde gestandaardiseerde dagproductie per bedrijf (Janmaat, 1973). Een verklaring voor deze daling zal liggen in het hier geschetste probleem, omdat Doeksen & Heyboer (1952) slechts gedeeltelijk rekening hielden met de verschillen in produktie door het seizoen van afkalven. De daling in het najaar zal relatief groot zijn, omdat door het seizoensgebonden afkalfpatroon het grootste deel van de dieren in het najaar in het tweede deel van de lactatie verkeren. Absoluut is de daling groot omdat de dagproductie van achtjarige koeien in de tweede maand van lactatie als referentie gebruikt wordt.

In dit onderzoek is gewerkt met lijsten die afgesloten werden tussen 290 en 320 dagen, om de variatie in de melkhoeveelheid door verschillend tijdstip van conceptie zoveel mogelijk uit te schakelen. Onder praktijkomstandigheden is de variatie in de dagproducties na 200 dagen lactatie groter. Hierbij is uitgegaan van het drachtig worden van de eerste dieren na 60 dagen produktie en een merkbare invloed op de melkhoeveelheid na ca. 20 weken. Deze grotere variatie leidt er toe dat standaardisatie van dagproducties aan het eind van de lactatie ook om deze reden onnauwkeuriger wordt. Het gebruik van correctiefactoren die rekening houden met het moment van conceptie (Doeksen & Heyboer, 1952) ondervangt dit slechts gedeeltelijk.

#### 6.4 EXTRAPOLATIE VAN DEELLIJSTPRODUKTIES

Lopende en reeds afgesloten lactaties kunnen vergelijkbaar gemaakt worden, door de nog lopende lijsten te extrapoleren tot een standaard-lactatielengte, en dan te corrigeren voor de invloeden op de lactieproductie. De methode waarbij de deellijstproducties eerst gestandaardiseerd worden door te corrigeren voor niet-genetische invloeden (Van Vleck & Henderson, 1961b,e) en dan worden geëxtrapoleerd, is hier buiten beschouwing gelaten. Bij de laatste methode is het vergelijken binnen klassen van invloeden namelijk niet mogelijk. Een ander voordeel van extrapolatie van niet-gecorrigeerde deellijsten is, dat de vergelijking van geschatte en werkelijke produktie mogelijk blijft.

Het verloop van de produktie is afhankelijk van de *leeftijd* bij afkalven. De verhouding tussen 300-dagen- en deellijstproduktie is groter voor jonge dan voor oude dieren. Tot de vijfde leeftijdsklasse (< 3 j. 6 mnd), is er een duidelijk verschil in helling van de lactatiecurve. Bij oudere dieren verschilt het verloop nauwelijks. De verschillen tussen de leeftijdsklassen worden kleiner bij grotere deellijstlengten. Ook Keown & Van Vleck (1973) vonden dat binnen de eerste lactatie rekening gehouden moet worden met de leeftijd. Lamb & McGilliard (1960, 1967a) en McDaniel et al. (1967b) gebruikten slechts twee leeftijdscategorieën, namelijk dieren die de lactatie voor en die hem na 36 maanden beginnen. Baptist (1972) vond dat bij vaarzen de invloed van de leeftijd op de verhouding tussen volledige lactatie- en deellijstproduktie niet van praktisch belang is. Auran (1973) vond duidelijke verschillen in het verloop van de lactatiecurve voor leeftijdsklassen binnen de eerste lactatie.

Het *seizoen* van afkalven heeft invloed op het verloop van de dagproduktie. Het tweede seizoen (afkalfmaanden oktober en november) heeft de meest vlakke lactatiecurve tot gevolg, terwijl de dieren die in de maanden april, mei en juni kalven de grootste daling van de produktie met het voortschrijden van de lactatie laten zien. Dat bij schatting van de lactatieproduktie uit deellijsten rekening gehouden moet worden met het seizoen van afkalven is in overeenstemming met de bevindingen van Van Vleck & Henderson (1961b,e), Wood (1969), Baptist (1972), Schlote (1972), Keown & Van Vleck (1973).

Binnen leeftijdsklassen zijn er verschillen in het verloop van de lactatiecurve bij de in dit onderzoek aangebrachte *bedrijfsniveaus*. De tendens is, dat bij hogere bedrijfsniveaus, door de relatief hoge topproduktie en snellere daling van de dagproduktie, een minder vlakke lactatiecurve gevonden wordt dan bij lagere niveaus. Deze algemene tendens komt bij de leeftijdsklassen 1, 7 en 8 niet naar voren. Lamb & McGilliard (1960) vonden dat het bedrijfseffect zelf

geen, maar de interactie tussen bedrijf en seizoen wel invloed heeft op de verhouding van lactatie- tot deellijstproductie. Van Vleck & Henderson (1961e) stelden dat de invloed van het bedrijfseffect op de verhoudingen niet van praktisch belang is. Het gebruik van extrapolatiefactoren binnen bedrijfsniveaus gaf in het onderzoek van Baptist (1972) een significant kleinere schattingsfout bij extrapolatie van deellijsten met lengtes tot ca. 150 dagen, vergeleken met het gebruik van factoren over bedrijfsniveaus. Omdat de omvang van materiaal A zich niet leende voor het berekenen van de voor de extrapolatie benodigde parameters binnen de subklassen van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau, zijn deze berekend binnen subklassen van leeftijd en seizoen.

De drie op nauwkeurigheid onderzochte extrapolatiemethoden ( $Y_{li}$ ,  $Y_{co}$ ,  $Y_{lt}$ ) geven gemiddelde geschatte 300-dagenproducties die groter worden met de lengte van de deellijst waaruit deze geschat zijn. Gemiddeld is de geëxtrapoleerde 40-dagenproductie ca. 80 kg lager dan de berekende 300-dagenproductie. De verklaring hiervoor is dat de gemiddelde dagproductie op 30 dagen relatief lager is bij materiaal B dan bij materiaal A. De gemiddelden van  $Y_{li}$  en  $Y_{lt}$  stijgen met de toename van de lengte van de deellijst sneller dan het gemiddelde van  $Y_{co}$ . De geschatte producties uit deellijsten van 200 dagen volgens  $Y_{li}$  en  $Y_{lt}$  geven dezelfde gemiddelden te zien als de berekende 300-dagenproducties. Dat de spreiding in de met regressiecoëfficiënten geschatte productie kleiner is dan die van de werkelijke 300-dagenproductie, zoals aangegeven door Madden et al. (1959), Baptist (1972) en Miller et al. (1972a), vinden we bij alle drie methoden.  $Y_{lt}$  heeft, vergeleken met de andere twee methoden, de grootste spreiding in de uit korte deellijsten geschatte producties. De spreiding met  $Y_{co}$  is steeds kleiner dan die met  $Y_{li}$  en  $Y_{lt}$ . Het gemiddelde absolute verschil, de correlatie tussen geschatte en berekende 300-dagenproductie en de spreiding in het verschil tussen geschatte en berekende productie geven aan, dat  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$  niet verschillen in nauwkeurigheid (tabel 43). Het gemiddelde absolute verschil is bij de schatting uit de productie over 40 dagen 406 kg, en uit de productie over 280 dagen 38 kg. In het onderzoek van Miller et al. (1972a), waar de producties berekend werden uit maandelijks proefmelkingen, varieerde dit verschil bij de methode  $Y_{co}$  van 624 kg na twee proefmelkingen tot 134 kg na negen proefmelkingen. De grotere verschillen gevonden door Miller et al. (1972a) kunnen verklaard worden uit de door hen gebruikte binnen bedrijf-jaar-seizoen-leeftijd correlatiecoëfficiënten en verhoudingen tussen lactatie- en deellijstproductie. In ons onderzoek zijn daarentegen deze kengetallen berekend binnen subklassen van leeftijd en seizoen. Het verschil in aantal proefmelkingen waaruit de deellijsten berekend worden kan het verschil in nauwkeurigheid slechts gedeeltelijk verklaren, omdat ook bij de

extrapolatie van deellijsten die berekend werden uit dagelijkse metingen van de melkhoeveelheid (Miller et al., 1972a) de verschillen met de berekende lactatieproductie groter zijn dan in ons materiaal.

De door Miller et al. (1972b) geïntroduceerde methode ( $Y_{lt}$ ) geeft, voor iedere deellijstlengte, geschatte 300-dagenproducties die gemiddeld een kleiner absoluut verschil met de berekende 300-dagenproductie hebben dan  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$ . Ook zijn de correlatiecoëfficiënten tussen geschatte en berekende productie hoger dan die voor de methoden  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$ . Vergeleken met  $Y_{co}$  was in het onderzoek van Miller et al. (1972b)  $Y_{lt}$  ca. 9-10% beter voor deellijsten tot 150 dagen. In ons onderzoek is dat positieve verschil over vergelijkbare deellijstlengte 4-15%.

Omdat we producties schatten met het doel ze te corrigeren op dezelfde wijze als volledige lactatieproducties, moet door de extrapolatie geen variantie voor leeftijd of seizoen gecreëerd worden. De F-waarden voor de toets op de effecten van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau leren ons dat de invloeden van leeftijd en seizoen op de geschatte producties uit korte deellijsten relatief groter zijn dan op de berekende 300-dagenproductie. De invloed van het bedrijfsniveau is echter kleiner. De totale spreiding in de met regressiecoëfficiënten geschatte producties is echter kleiner dan die in de berekende producties, zodat, bij gelijke grootte van de contrasten tussen klassen van corrigeerbare invloeden, de F-waarden hoger moeten zijn bij geschatte dan bij berekende producties. De k.k.-constanten voor de klassen van de leeftijd van de producties geëxtrapoleerd volgens  $Y_{li}$ ,  $Y_{lt}$  en  $Y_{co}$  zijn gelijk aan de k.k.-constanten van de berekende producties. Ondanks het feit dat de extrapolatiefactoren zijn berekend binnen subklassen van leeftijd en seizoen, zijn de contrasten tussen de seizoensklassen van de geschatte productie groter dan van de berekende productie. Wanneer de lengte van de deellijsten toeneemt, wordt het verschil tussen de contrasten kleiner. Bij dieren die kalven in seizoensklassen met een 300-dagenproductie hoger dan gemiddeld, wordt uit korte deellijsten de productie overschat, en bij dieren die kalven in relatief slechte maanden, onderschat.

De spreiding van de geëxtrapoleerde lijsten mag kleiner zijn binnen bedrijfsniveaus dan de spreiding van de berekende producties; selectie binnen bedrijven heeft als eis dat het gemiddelde niveau van geëxtrapoleerde lijsten gelijk moet zijn aan dat van volledige lactatieproducties. De k.k.-constanten voor de bedrijfsniveaus van geschatte en berekende producties laten zien dat een deel van het verschil in variantie tussen berekende en geschatte productie tot uitdrukking komt in de contrasten tussen de bedrijfsniveaus. Met name de extrapolatie volgens  $Y_{co}$  heeft bij korte deellijsten kleinere contrasten.

$Y_{lt}'$ , waarbij in plaats van de gemiddelde dagproductie en het gemiddelde

De hoogte van de deellijstproduktie en het verloop van de produktie worden, zoals we in hoofdstukken 4 en 5 zien, mede bepaald door de leeftijd en het seizoen van afkalven en staan daarnaast in relatie met de hoogte van de gemiddelde bedrijfsproduktie. Of er verschillen in frequentie van beëindiging van vaarzenlijsten bestaan tussen de klassen van respectievelijk leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau, zullen we nagaan.

## 7.1 MATERIAAL

Bij afsluiting van de lactatie wordt geen informatie verzameld over de reden van beëindiging van de controle; gegevens over de reden van het beëindigen van de lactatie zijn dan ook niet beschikbaar. De mogelijkheid bestond slechts de lijsten in te delen naar aantal lactatiedagen.

De vaarzenlijsten (leeftijd bij afkalven 1 j. 10 mnd tot en met 2 j. 9 mnd) met een lactatielengte tot 320 dagen uit de provincie Friesland van de afkalfperiode 1 juli 1970 tot en met 30 juni 1972 werden gekozen.

Tabel 46. Verdeling over lactatielengteklassen van het gehele materiaal en van de geselecteerde fractie.

| Klasse |                                  |                               | Klasse |                                  |                                       |
|--------|----------------------------------|-------------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------------------|
| nr.    | lengte<br>lactatie<br>(dagen)    | Aantal in<br>gehele materiaal | nr.    | lengte<br>lactatie<br>(dagen)    | Aantal in<br>geselecteerde<br>fractie |
| 1      | 0-20                             | 90                            | 1      | 81-100                           | 210                                   |
| 2      | 21-50                            | 374                           | 2      | 101-120                          | 213                                   |
| 3      | 51-80                            | 317                           | 3      | 121-140                          | 202                                   |
| 4      | 81-110                           | 315                           | 4      | 141-160                          | 209                                   |
| 5      | 111-140                          | 310                           | 5      | 161-180                          | 210                                   |
| 6      | 141-170                          | 311                           | 6      | 181-200                          | 218                                   |
| 7      | 171-200                          | 326                           | 7      | 201-220                          | 234                                   |
| 8      | 201-230                          | 340                           | 8      | 221-240                          | 168                                   |
| 9      | 231-260                          | 582                           | 9      | 241-260                          | 229                                   |
| 10     | 261-290                          | 2860                          | 10     | 261-280                          | 319                                   |
| 11     | 291-320                          | 7580                          | 11     | 281-300                          | 520                                   |
|        |                                  |                               | 12     | 301-320                          | 491                                   |
|        | 0-320                            | 13405                         |        | 81-320                           | 3223                                  |
| no.    | length of<br>lactation<br>(days) | Number in<br>whole material   | no.    | length of<br>lactation<br>(days) | Number in<br>selected<br>subgroup     |
| Class  |                                  |                               | Class  |                                  |                                       |

Table 46. Distribution of the whole material and of the selected subgroup between classes by length of lactation.

Er was geen beperking aan de ondergrens van het aantal lactatiedagen. Vanwege de omvang kon niet het gehele materiaal gebruikt worden en om een evenredige verdeling over de provincie en de twee jaren van afkalven te krijgen werd op vadernummer gesorteerd. Aldus werden de eerste 13405 lijsten geselecteerd. In tabel 46 zijn de aantallen per lactatielengteklasse van 30 dagen weergegeven. Op grond van deze aantallen is 10, 20 en 50% van de dieren met een lactatielengte van respectievelijk 290 - 320, 260 - 289 en 230 - 259 dagen in de berekeningen betrokken. Ook de dieren met een lactatielengte van minder dan 80 dagen zijn in deze analyse buiten beschouwing gelaten, omdat over die periode slechts een zeer klein aantal proefmelkingen heeft plaatsgevonden. Van de resterende 3223 lijsten werd door lineaire interpolatie (zie 3.2) tussen de melkhoeveelheden van opvolgende proefmelkingen de dagproductie om de 20 dagen bepaald; beginnend op de 10e dag en gaand tot het eind van de lactatie. Uit deze dagproducties zijn de cumulatieve producties berekend.

## 7.2 METHODEN

De 3223 lactaties werden ingedeeld naar leeftijd, seizoen, lactatielengte en bedrijfsniveau. De leeftijdsindeling was 1 j. 10 mnd - 2 j. 0 mnd, 2 j. 1 mnd - 2 j. 4 mnd en 2 j. 5 mnd - 2 j. 9 mnd. De seizoensklassen werden gekozen zoals aangegeven in tabel 4, waarbij dezelfde maanden in de verschillende jaren tot dezelfde seizoensklasse gerekend werden. De klassen voor het bedrijfsniveau staan in tabel 5. Naar de lengte van de lactatie werden 12 klassen gemaakt. In tabel 46 zijn de grenzen van de lactatielengte met bijbehorende aantallen binnen de uiteindelijk geselecteerde fractie gegeven.

Nagegaan werd de frequentie van afbreken van de lactatie in de verschillende klassen van lactatielengte. Ook werd gekeken of er verschillen zijn in de frequentie tussen seizoenen van afkalven, leeftijden en bedrijfsniveaus. Deze frequenties zijn berekend in het totale materiaal.

Het verloop van dag- en cumulatieve produktie wordt beschreven aan de hand van de k.k.-gemiddelden van de dag- en cumulatieve producties voor de lactatielengteklassen uit het volgend statistisch model:

$$y_{ijklm} = \mu + s_j + n_i + st_k + a_{l:i} + e_{ijklm} \quad (9)$$

waarin:  $y_{ijklm}$  = dagproductie op 10, 30, 50, 70 dagen en cumulatieve productie over 20, 40, 60, 80 dagen voor de  $m^{de}$  koe in seizoensklasse  $j$ , het  $i^{de}$  bedrijfsniveau, de  $k^{de}$  lactatielengteklasse en de  $l^{de}$  leeftijd binnen het  $i^{de}$  bedrijfsniveau.

$n_i$  = effect van het  $i^{de}$  bedrijfsniveau ( $i = 1, 2, 3$ )

$s_j$  = effect van het  $j^{de}$  seizoensklasse ( $j = 1, \dots, 5$ )

$st_k$  = effect van het  $k^{de}$  lactatielengteklasse ( $k = 1, \dots, 12$ )

$a_{l:i}$  = effect van de  $l^{de}$  leeftijdsklasse binnen het  $i^{de}$  bedrijfsniveau

$e_{ijklm}$  = restterm.

De dagproducties in en de cumulatieve producties over de perioden tot 230 dagen werden geanalyseerd volgens hetzelfde statistisch model (9), met het aantal klassen van lactatielengte als aangegeven in tabel 47.

### 7.3 RESULTATEN

#### 7.3.1 Afgebroken lijsten per klasse

In tabel 48 zijn de aantallen afgebroken lijsten per klasse van lactatielengte en klasse van respectievelijk leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau weergegeven. De subklassen die, vergeleken met de indeling van het totale materiaal naar klasse van lactatielengte, een grotere of een klei-

Tabel 47. Productie op lactatiedag 90, 110 ..., 230; geanalyseerd volgens model 9, waarbij aangegeven de in berekening betrokken klassen van lactatielengte van de geselecteerde fractie.

| Lactatiedag | Klassen van lactatielengte <sup>1</sup> | Aantal dieren |
|-------------|-----------------------------------------|---------------|
| 90, 110     | 3, 4, ..., 12                           | 2800          |
| 130, 150    | 5, 6, ..., 12                           | 2389          |
| 170, 190    | 7, 8, ..., 12                           | 1961          |
| 210, 230    | 9, 10, 11, 12                           | 1559          |

| Day of lactation                | Classes by length of lactation <sup>1</sup> | Number of cows |
|---------------------------------|---------------------------------------------|----------------|
| 1. Zie tabel 46 / See Table 46. |                                             |                |

Table 47. Yield on Day 90, 110, ..., 230, examined by model 9, with the classes by length of the selected subgroup, involved in the calculations.

Tabel 48. Aantal afgesloten lijsten in 11 lactatielengteklassen, ingedeeld naar klassen van respectievelijk leeftijd (3), seizoen (5) en bedrijfsniveau (3).

| Klasse van<br>lactatielengte<br>nr.<br>lengte<br>(dagen) | Leeftijdsklasse <sup>1</sup> |      |     | Seizoensklasse <sup>2</sup> |      |      |      |      | Bedrijfsniveauklasse <sup>3</sup> |      |     |
|----------------------------------------------------------|------------------------------|------|-----|-----------------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|------|-----|
|                                                          | 1                            | 2    | 3   | 1                           | 2    | 3    | 4    | 5    | I                                 | II   | III |
| 1 0-20                                                   | 35                           | 47   | 8   | 5                           | 6    | 12   | 47   | 20   | 35                                | 43   | 12  |
| 2 21-50                                                  | 201                          | 143  | 30  | 16                          | 26   | 52   | 234  | 46   | 150                               | 183  | 41  |
| 3 51-80                                                  | 176                          | 109  | 32  | 13                          | 17   | 78   | 185  | 24   | 128                               | 156  | 33  |
| 4 81-110                                                 | 177                          | 95   | 43  | 15                          | 27   | 129  | 116  | 28   | 110                               | 164  | 41  |
| 5 111-140                                                | 154                          | 120  | 36  | 16                          | 60   | 119  | 74   | 41   | 99                                | 170  | 41  |
| 6 141-170                                                | 135                          | 119  | 57  | 20                          | 103  | 56   | 67   | 65   | 114                               | 165  | 32  |
| 7 171-200                                                | 159                          | 104  | 63  | 37                          | 115  | 30   | 81   | 63   | 116                               | 174  | 36  |
| 8 201-230                                                | 158                          | 121  | 61  | 54                          | 42   | 39   | 129  | 76   | 136                               | 167  | 37  |
| 9 231-260                                                | 218                          | 252  | 112 | 78                          | 48   | 82   | 224  | 150  | 228                               | 302  | 52  |
| 10 261-290                                               | 1185                         | 1310 | 365 | 135                         | 325  | 530  | 1040 | 830  | 1060                              | 1535 | 265 |
| 11 291-320                                               | 3750                         | 2990 | 840 | 350                         | 1260 | 1650 | 3020 | 1300 | 2690                              | 4050 | 840 |

length of  
lactation  
no. (days)

| Class of<br>lactation length | Age class <sup>1</sup> | Season class <sup>2</sup> | Herd level class <sup>3</sup> |
|------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|

1. Zie / See 7.2.
2. Zie tabel 4 / See table 4.
3. Zie tabel 5 / See table 5.
- te weinig ( $\chi_1^2 > 6,63$  ;  $P < 0,01$ )/too few
- + te veel ( $\chi_1^2 > 6,63$  ;  $P < 0,01$ )/too many

Table 48. Number of incomplete records in 11 classes by length of lactation; distribution between classes by age (3), by season (5) and by herd level (3), respectively.

nere frequentie hebben, zijn aangegeven met respectievelijk een + of een -.

Binnen de klassen van seizoenen van afkalven verschillen de aantallen binnen klassen van lactatielengte van de verwachting op grond van het totale materiaal. Relatief meer lactaties worden afgesloten tussen 230 en 320 dagen in seizoen 5, en tussen 170 en 260 dagen in de eerste seizoensklasse. Bij de seizoensklasse 4, 3 en 2 zien we dat meer lactaties beëindigd worden dan verwacht in de lactatiestadia, die duidelijk samenvallen met een bepaalde periode in het jaar. Het lactatiestadium dat samenvalt met de overgang stal - weide (ca. mei) geeft namelijk voor alle seizoensklassen een groter aantal afgebroken lijsten dan gemiddeld. Zo loopt een groot deel van de dieren die de lactatie beginnen in de maanden februari en maart de kans geen 100-dagenproductie te krijgen. Voor de kalfmaanden oktober en november, en april tot juli zijn er dat relatief veel.

Bij de fokwaardeschatting van stieren voor de melkproductie-kenmerken onder Nederlandse omstandigheden wordt waarde gehecht aan het totaal aantal lijsten afgesloten voor de 260e dag, uitgedrukt als percentage van het totaal aantal begonnen lijsten (Sybrandy, 1965). Het hier gebruikte materiaal biedt niet de mogelijkheid na te gaan of er verschillen zijn in het percentage lijsten afgesloten voor de 260e dag per seizoensklasse, omdat het totaal aantal begonnen lijsten niet bekend is. Om toch deze percentages per seizoensklasse te kunnen vergelijken zijn daarom op grond van het aantal lijsten in de klassen 10 en 11 van lactatielengte en op grond van bestaande overzichten van het aantal afgesloten lijsten naar afkalfmaand en lactatielengte in de provincie Friesland schattingen gemaakt voor het aantal afgesloten lijsten dat in ons materiaal verwacht mag worden tussen 321 en 360 dagen. In totaal zijn dat 4420 lijsten, met een verdeling van respectievelijk 270, 1050, 1050, 1500 en 550 over de vijf seizoensklassen. Aangenomen is dat het aantal lijsten dat afgesloten wordt na 360 dagen (verminderde vruchtbaarheid) niet afhankelijk is van het seizoen van afkalven. In tabel 49 zijn per seizoensklasse het aantal lijsten, afgesloten voor respectievelijk de 110e, 200e en 260e dag, weergegeven als percentage van het totaal aldus berekende aantal lijsten dat in de seizoensklassen voor de 360e dag is afgesloten. De frequentie van lijsten afgesloten voor de 260e dag is groter dan gemiddeld voor de eerste seizoensklasse en kleiner dan gemiddeld voor de tweede seizoensklasse. De verschillen in frequentie tussen de seizoensklassen in de lijsten afgesloten voor de 110e dag zijn groter. De klassen 2 en 5 hebben

Tabel 49. Aantal lijsten per seizoensklasse, afgesloten binnen respectievelijk 110, 200 en 260 dagen, weergegeven als percentage van het totaal aantal lijsten in die klasse afgesloten binnen 360 dagen.

| Lengte lactatie (dagen) | Seizoensklasse <sup>1</sup> |                    |       |                   |                   | Alle seizoenen |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------|-------|-------------------|-------------------|----------------|
|                         | 1                           | 2                  | 3     | 4                 | 5                 |                |
| 110                     | 4,86                        | 2,47 <sup>-</sup>  | 7,08  | 8,67 <sup>+</sup> | 3,70 <sup>-</sup> | 6,15           |
| 200                     | 12,09                       | 11,50              | 12,44 | 11,97             | 8,99 <sup>-</sup> | 11,46          |
| 260                     | 25,17 <sup>+</sup>          | 14,42 <sup>-</sup> | 15,60 | 17,23             | 16,07             | 16,63          |

| Lengte van lactatie (dagen) | Seizoen class <sup>1</sup> | All seasons |
|-----------------------------|----------------------------|-------------|
|-----------------------------|----------------------------|-------------|

1. Zie tabel 4 / See Table 4

te weinig ( $\chi^2_1 < 6,63$  ;  $P > 0,01$ )/too few

te veel ( $\chi^2_1 < 6,63$  ;  $P > 0,01$ )/too many

Tabel 49. Number of records for classes by season, completed within 110, 200 and 260 days, respectively, as percentage of the total number of completed records within 360 days for that class.

minder afgesloten lijsten dan gemiddeld, terwijl die begonnen in seizoen vier vaker dan gemiddeld worden afgesloten voor de 110e dag. Voor afsluiting voor de 200e dag is slechts het aantal afgesloten lijsten die begonnen zijn in seizoen vijf significant verschillend van het gemiddelde.

Bij de interpretatie van het aantal afgesloten lijsten voor de 260e dag als percentage van het totaal aantal begonnen lijsten per stier, moet voorzichtigheid betracht worden wanneer regelmatig over het jaar nieuwe stieren worden ingezet. De kalfmaanden juli, augustus en september geven relatief meer en de maanden oktober en november minder afgesloten lijsten dan gemiddeld over het jaar. Het percentage van de lijsten dat voor de 200e dag wordt afgesloten is minder afhankelijk van het seizoen van afkalven.

Het aantal afgebroken lijsten per klasse van lactatielengte heeft een kleinere samenhang met de leeftijd dan met het seizoen van afkalven. Slechts bij de dieren met een leeftijd van 2 j. 5 mnd - 2 j. 9 mnd (tabel 48) vinden we een afwijkende verdeling over de klassen van lactatielengte. Van deze leeftijdscategorie worden meer lactaties afgesloten tussen de 140e en 260e dag dan gemiddeld. Dit moet verklaard worden uit het feit dat een belangrijk deel van deze dieren in de late zomer en eerste herfstmaanden kalven. Hiermee is dit verschijnsel terug te voeren tot de geconstateerde invloed van de overgang stal - weide.

Opvallend is dat tussen bedrijfsniveaus geen verschillen bestaan in het moment van lactatie waarop de vaarzen het bedrijf verlaten (tabel 48).

### 7.3.2 Dagproductie

Er zijn twee categorieën lijsten, afgebroken en volledige. De verhouding tussen de aantallen in deze categorieën is afhankelijk van de lactatielengte die nog volledig wordt genoemd. In dit onderzoek wordt voorbijgegaan aan de vraag waar we deze grens moeten leggen, door de dieren in te delen in klassen naar lactatielengte. De productie van de dieren met een lactatielengte van 301 - 320 dagen is als referentie genomen om na te gaan of er verband bestaat tussen de lengte van lactatie en de hoogte van de dag- en cumulatieve productie.

De k.k.-gemiddelden van de dagproductie voor de lactatielengteklassen 1 - 12 zijn weergegeven in tabel 50. Voor de eerste twee klassen alleen voor 30 en 70 dagen; voor de negende tot de twaalfde klasse voor 30, 70, ..., 230 dagen. Het kleinste significante verschil (LSD) tussen de k.k.-

Tabel 50. Kleinste-kwadraten-gemiddelde van de dagproductie op 6 lactatiedagen voor de lactatielengteklassen 1 t/m 12 (model 9).

| Klasse |                         | Lactatiedag |       |       |       |       |       |
|--------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| nr.    | lengte lactatie (dagen) | 30          | 70    | 110   | 150   | 190   | 230   |
| 1      | 81-100                  | 14,44       | 12,51 |       |       |       |       |
| 2      | 101-120                 | 14,50       | 12,90 |       |       |       |       |
| 3      | 121-140                 | 14,44       | 12,94 | 11,13 |       |       |       |
| 4      | 141-160                 | 14,95       | 13,38 | 11,57 |       |       |       |
| 5      | 161-180                 | 15,01       | 13,52 | 11,97 | 10,55 |       |       |
| 6      | 181-200                 | 15,30       | 13,99 | 12,12 | 10,76 |       |       |
| 7      | 201-220                 | 15,75       | 14,30 | 12,61 | 11,10 | 9,62  |       |
| 8      | 221-240                 | 15,30       | 14,12 | 12,89 | 11,30 | 9,85  |       |
| 9      | 241-260                 | 15,93       | 14,77 | 13,36 | 12,06 | 10,57 | 8,97  |
| 10     | 261-280                 | 16,59       | 15,51 | 13,92 | 12,73 | 11,54 | 9,98  |
| 11     | 281-300                 | 17,28       | 16,20 | 14,70 | 13,42 | 12,21 | 10,76 |
| 12     | 301-320                 | 17,56       | 16,50 | 15,11 | 13,82 | 12,60 | 11,20 |

length of  
no. lactation (days)

Class

Test day

Table 50. Least-squares means of the test-day yield on 6 test days for the classes by length of lactation 1-12 (model 9).

gemiddelden voor de klassen van lactatielengte binnen lactatiedagen is ca. 0,5 kg ( $P < 0,05$ ). De schattingen voor elkaar opvolgende lactatielengteklassen zijn bijna nooit verschillend. Wel valt een stijging van de dagproductie samengaand met het nummer van de lactatielengteklasse af te lezen.

Het verloop van de dagproductie voor de lactatielengteklassen 3, 5, 7, 9, 10, 11 en 12 is weergegeven in figuur 7. Alle klassen van lactatielengte hebben de hoogste dagproductie op 30 dagen. De drie klassen waarbij de lactatie tussen 80 en 140 dagen wordt afgesloten hebben geen verschil in productie op 30 en 70 dagen. De dagproductie is in deze stadia lager dan voor langere lijsten. De productie daalt voor deze drie klassen ook sneller. Met de toename van de lactatie stijgt de aanvangsproductie, waarbij de die-

Fig. 7. Lactatiecurve door de kleinste-kwadraten-gemiddelden voor de klassen van lactatielengte van de dagproducties (model 8).

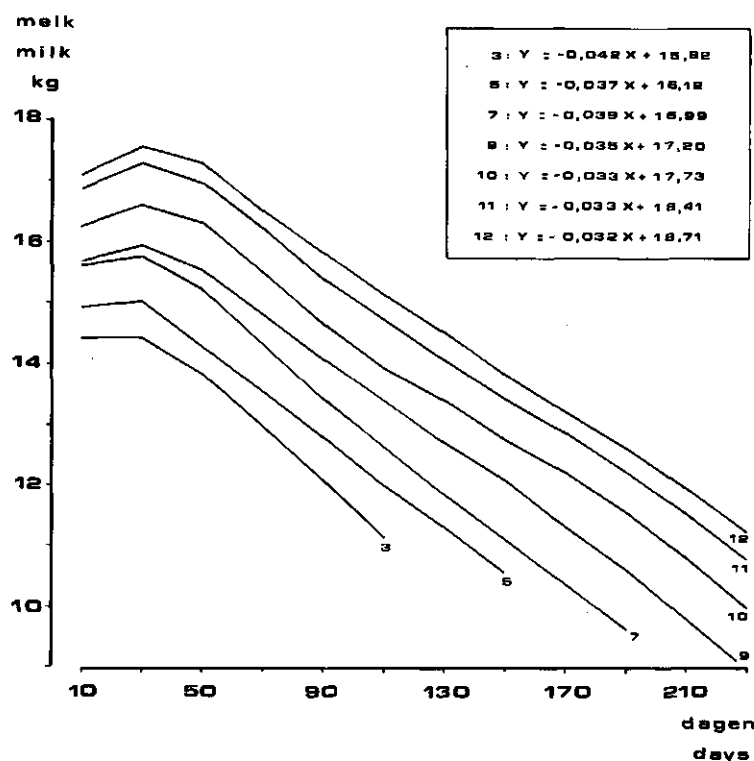


Fig. 7. Course of lactation on the least squares means for classes of length of lactation of the test-day yields (Model 8).

ren met lijsten van 301 tot 320 dagen de hoogste dagproductie hebben. Ook Aulerich & McGilliard (1966) en Baptist (1972) vonden dat de hoogte van de aanvangsproductie toeneemt met het stadium van beëindiging van de lactatie.

Het verloop van de dagproductie wordt weergegeven door de lineaire regressievergelijkingen van de k.k.-gemiddelden (beginnend op 30 dagen) op het aantal dagen van de dagproductie (figuur 7). Daarnaast zijn de verschillen tussen de dagproducties van de lactatielengteklassen 3, 5, 7, 9, 10 en 11 en de dagproducties van de 12e klasse weergegeven in figuur 8. De producties van de dieren waarvan vóór ca. 200 dagen de lactatie beëindigd wordt dalen sneller dan de producties van de dieren die tussen 301 en 320 dagen uit productie genomen worden. Voor de derde klasse is het verschil met klasse 12 op 10 dagen ca. 2,7 kg en op 110 dagen ca. 4,0 kg. Voor de zevende klasse is dat op 10 dagen ca. 1,5 kg en op 190 dagen ca. 3,0 kg.

Lijsten met lengtes van 221 - 240 dagen hebben tot 110 dagen een lagere

Fig. 8. Verschillen tussen kleinste-kwadraten-gemiddelde voor klasse van lactatielengte en Klasse 12 van de dagproducties (model 8).

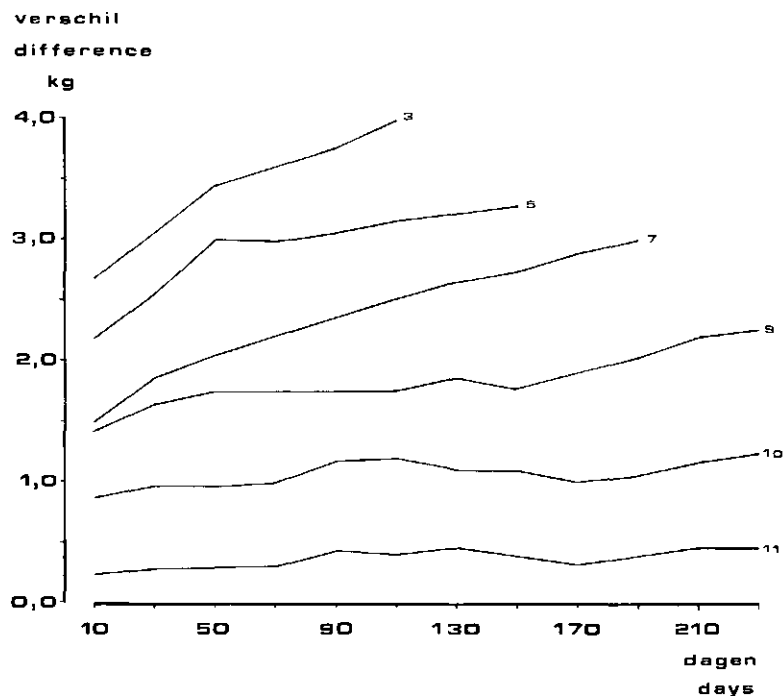


Fig. 8. Differences between least squares mean for class of length of lactation and Class 12 of the test-day yields (Model 8).

produktie dan de lijsten van 201 - 220 dagen, maar dalen daarna minder snel. Lijsten langer dan 240 dagen vertonen minimale verschillen in verloop van de lactatiecurve. Aulerich & McGilliard (1966) en ook Baptist (1972) stelden dat afgebroken lijsten sneller dalen. Voor het hier gebruikte materiaal geldt dit ook, zij het slechts voor die lijsten die voor ca. 220 dagen beëindigd worden.

Het criterium van beëindiging van de lactatie lijkt te zijn dat de dagproduktie niet beneden een zekere hoeveelheid mag komen, waarbij deze hoeveelheid afhankelijk is van het lactatiestadium. In het begin van de lactatie wordt een hoger niveau als grens gehanteerd dan later in lactatie.

De constatering dat in het verloop van de lijsten, afgesloten tussen 220 en 320 dagen geen verschillen aantoonbaar zijn, maakt dat deze lijsten geëxtrapoleerd kunnen worden als waren het lopende lijsten. In de fokwaardeschatting van stieren kunnen ze betrokken worden. Lijsten afgesloten voor de 220e dag laten een snellere daling van de dagproduktie zien. Wanneer in de fokwaardeschatting van stieren ook lopende lijsten betrokken worden, is het niet mogelijk onderscheid te maken tussen lijsten die voor of na de 220e dag beëindigd worden en zullen alle lijsten op dezelfde wijze geëxtrapoleerd moeten worden. Ook dan heeft de methode die gebruik maakt van de regressie van het resterende deel van de lactatie op de laatste proefmelking voordeel boven de andere behandelde methoden. Door deze regressie wordt rekening gehouden met het niveau van de produktie bij het afbreken van de lactatie en daarmee met de snellere daling van de produktie. Extrapolatie middels regressiecoëfficiënten doet de spreiding toenemen met de lengte van de te extrapoleren deellijst. Hierdoor kunnen de geëxtrapoleerde lijsten zonder weging in de fokwaardeschatting van de stieren betrokken worden.

### 7.3.3 *Cumulatieve produktie*

De verschillen in dagproduktie tussen de klassen van lactatielengte zullen resulteren in produktieverschillen over deellijsten. Tabel 51 geeft een indruk over de grootte van de cumulerende verschillen. Weergegeven zijn de verschillen tussen de k.k.-gemiddelden van de 12e klasse van lactatielengte en die van de andere klassen in zes lactatiestadia. Opvallend is dat de drie eerste klassen dezelfde verschillen vertonen met de 12e klasse voor de cumulatieve produkties tot 80 dagen. Binnen de lactatielengteklassen worden de verschillen met klasse 12 groter met het voortschrijden van de lactatie. Ook binnen deellijstlengte nemen de verschillen

Tabel 51. Kleinste-kwadraten-gemiddelde van de cumulatieve produktie voor klasse van lactatielengte, weergegeven als het verschil met het kleinste-kwadraten-gemiddelde van de cumulatieve produktie over dezelfde lactatieperiode voor Klasse 12 (300-320 dagen).

| Klasse<br>nr. lengte lactatie<br>(dagen) | Dagen lactatie |     |     |     |     |     |
|------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                          | 40             | 80  | 120 | 160 | 200 | 240 |
| 1 81-100                                 | 116            | 266 |     |     |     |     |
| 2 101-120                                | 116            | 255 |     |     |     |     |
| 3 121-140                                | 116            | 254 | 409 |     |     |     |
| 4 141-160                                | 99             | 219 | 359 |     |     |     |
| 5 161-180                                | 95             | 213 | 337 | 467 |     |     |
| 6 181-200                                | 83             | 181 | 298 | 420 |     |     |
| 7 201-220                                | 66             | 151 | 249 | 357 | 474 |     |
| 8 221-240                                | 87             | 179 | 272 | 371 | 478 |     |
| 9 241-260                                | 62             | 130 | 200 | 274 | 355 | 439 |
| 10 261-280                               | 37             | 75  | 123 | 169 | 233 | 257 |
| 11 281-300                               | 11             | 22  | 40  | 57  | 73  | 89  |

length of  
no. lactation (days)

Class Time in lactation (day)

Table 51. Least-squares means of cumulative yield, expressed as the difference from the least squares mean for the same lactation period of Class 12 (300-320 days).

continu af met de toename van het nummer van de lactatielengteklasse. Een uitzondering vormt klasse acht; tot 200 dagen is de cumulatieve produktie steeds kleiner dan die voor de zevende klasse. Het verschil tussen de produktie over 240 dagen voor de dieren met lactatielengte van 241 - 260 dagen en de 12e klasse is ca. 440 kg. Voor de lactaties die afgesloten worden tussen 121 en 140 dagen is dat verschil al ca. 410 kg over 120 dagen.

# Samenvatting

Melkcontrolegegevens worden verzameld om te gebruiken als informatie bij het nemen van beslissingen ten behoeve van fokkerij en bedrijfsvoering. Het nemen van deze beslissingen maakt het vergelijken van produktiegegevens van koeien (of groepen koeien) noodzakelijk. Door het bestaan van systematische invloeden op de melkhoeveelheid kan het vergelijken van de actuele produktie niet altijd even zinvol geschieden. Deze studie is ondernomen om na te gaan wat de grootte van de systematische invloeden op de melkhoeveelheid is, en om de mogelijkheden te onderzoeken om deze invloeden uit te schakelen.

*Literatuur* In hoofdstuk 2 is beschreven wat de invloeden zijn op het niveau en het verloop van de produktie gedurende de lactatie. De leeftijd bij en het seizoen van afkalven zijn de belangrijkste oorzaken van verschillen in de melkhoeveelheid. Bedrijfsverschillen verklaren tevens een groot deel van de variantie in de melkhoeveelheid gedurende en over de lactatie. Daarnaast zijn de invloeden op het verloop van de produktie beschreven van de duur van de gustomperiode, van de voorafgaande droogstand en het ras waartoe de dieren behoren.

*Materiaal* In hoofdstuk 3 wordt het materiaal besproken dat ten grondslag ligt aan dit onderzoek. Voor de analyse van de grootte van de invloeden op de produktie (hoofdstuk 4) en het berekenen van correctiefactoren voor de verschillen in melkhoeveelheid als gevolg van de leeftijd bij en het seizoen van afkalven en de factoren ten behoeve van extrapolatie van lopende lijsten (hoofdstuk 5), werden de lactatiegegevens van 4000 FH-koeien gebruikt; aangeduid als materiaal A. Deze dieren waren afkomstig uit de provincie Utrecht met afkalfteriode 1-7-1970 tot 1-7-1971. Om de invloed van het tijdstip van conceptie op de melkhoeveelheid zoveel mogelijk te ontgaan waren alleen lijsten in het materiaal opgenomen met een lengte van 290 tot 320 dagen.

Dagprodukties op 10, 30 ..., 290 dagen werden berekend door lineaire interpolatie tussen de melkhoeveelheden van opeenvolgende proefmelkingen (figuur 2). Uit deze dagprodukties werden cumulatieve produkties berekend op 20, 40, ..., 300 dagen. De 4000 lijsten zijn ingedeeld in 8 leeftijdsklassen (tabel 3), 5 seizoens-

klassen (tabel 4) en 3 klassen naar bedrijfsniveau (tabel 5).

*Invloeden op de melkhoeveelheid* De gemiddelde lactatieproductie van materiaal A is 4808 kg. De dagproductie (tabel 2) heeft zijn maximum tussen 10 en 50 dagen. De variatiecoëfficiënt van de dagproductie stijgt van ca. 23% op 30 dagen langzaam tot ca. 26% op 190 dagen en daarna sneller tot ca. 32% op 270 dagen. De variatiecoëfficiënt van de cumulatieve productie daalt van 23% op 40 dagen tot 21,6% op 280 dagen.

De dag- en cumulatieve producties zijn geanalyseerd volgens de statistische modellen zoals beschreven in 4.2. De additieve effecten zijn geschat door middel van de methode van de kleinste-kwadraten (Harvey, 1960). De grootte van de additieve effecten is weergegeven in de terminologie van Searle (1971). De kwadraatsom voor een effect wordt weergegeven als deel van de totale kwadraatsom na correctie voor het gewogen gemiddelde in betreffend model,  $\mu$ . Deze parameter, de determinatiecoëfficiënt ( $R^2$ ) wordt weergegeven na vermenigvuldiging met 100.

Het effect van de interactie van leeftijd en seizoen op de lactatie- en dagproducties is niet significant.

Maximaal wordt ca. 47% (op 30 dagen) van de totale kwadraatsom van de dagproductie door de leeftijd verklaard (tabel 7). Met de toename van de lactatie wordt het leeftijdseffect op de dagproductie kleiner. Op 270 dagen verklaart deze nog slechts 5%. Op de cumulatieve productie is de leeftijdsinvloed maximaal bij lijsten van 60-80 dagen en daalt daarna langzaam tot ca. 41% op 280 dagen productie.

Het seizoenseffect op de dagproductie (tabel 8) neemt toe met het voortschrijden van de lactatie. Op 270 dagen is dat ca. 8,5%. Op de cumulatieve productie wordt maximaal slechts ca. 1,9% van de kwadraatsom door het seizoen verklaard (op 220 dagen).

Analyse naar de invloed van het bedrijf op dag- en cumulatieve productie is gedaan volgens drie statistische modellen. Het bedrijfseffect is geanalyseerd als hoofdeffect, waarbij de individuele bedrijven de klassen vormden (model 4). In model 3 zijn de verschillen tussen bedrijven gekwantificeerd door de regressie van de afhankelijke variabele op de gemiddelde bedrijfsproductie. Daarnaast zijn de bedrijven ingedeeld in drie klassen naar gemiddelde bedrijfsproductie. Deze drie klassen zijn als hoofdeffect opgenomen in model 7.

Het bedrijfseffect (model 4) heeft op de dagproductie een  $R^2$  van ca. 15% aan het begin van de lactatie; deze  $R^2$  stijgt langzaam met het voortschrijden van de lactatie tot 170 dagen ( $R^2$  ca. 23%) en daarna sneller tot 270 dagen, waarbij de determinatiecoëfficiënt ca. 31% wordt (tabel 9). Het deel van de

totale kwadraatsom van de dagproducties dat verklaard wordt door de regressie op het bedrijfsgemiddelde is ca. 7% op 10 dagen, stijgt tot 110 dagen ( $R^2$  ca. 15%) en daalt daarna (tabel 9).

Het grootste relatieve verschil tussen bedrijfseffect uit model 4 en het effect van de regressie (model 3) wordt gevonden aan het eind van de lactatie (tabel 10). Op 110 dagen vinden we het kleinste verschil.

De afname in kwadraatsom door drie bedrijfsniveaus (model 7) is slechts éénenderde van de afname in model 4 (tabel 12). De stijging aan het eind van de lactatie voor het bedrijfseffect uit model 4 zien we bij model 7 niet. Na een aanvankelijke stijging blijft daarbij het verklaarde deel op hetzelfde niveau.

Bij de cumulatieve produktie stijgt de  $R^2$  voor het bedrijfseffect (model 4) met het voortschrijden van de lactatie; zij het in mindere mate dan bij de dagproductie (tabel 9). De regressie op het bedrijfsgemiddelde verklaart gedurende de lactatie een steeds groter deel (tabellen 9 en 10).

Samen met de analyse van dag- en lactatieproduktie volgens model 4, geeft analyse met behulp van de modellen 1, 5 en 6 informatie over de grootte van het effect van leeftijd, seizoen en bedrijf wanneer één of twee van de effecten niet in de analyse betrokken worden. Het opnemen van een additioneel effect geeft in het algemeen een daling van de  $R^2$  voor betreffend effect.

Bij de dagproductie is de determinatiecoëfficiënt van het leeftijdseffect in het model met alleen  $\mu$ ,  $R^2(a|\mu)$ , maximaal 50% (op 30 dagen) en daalt tot ca. 5% (op 270 dagen). Worden, naast de leeftijd, ook het seizoen en bedrijf in de analyse betrokken, dan is  $R^2$  maximaal 47% (tabel 13). Op de cumulatieve produktie is  $R^2(a|\mu, s, h)$  ca. 3 à 4% lager dan  $R^2(a|\mu)$  (tabel 14). De modellen met alleen leeftijd of seizoen als effecten vormen uitzonderingen.  $R^2(a|\mu, s)$  is op de dagproductie van 70 tot 270 dagen groter dan  $R^2(a|\mu)$ . Hetzelfde is te zien bij de cumulatieve produktie.

De binnen-subklascorrelatiecoëfficiënten tussen de dagproductie en de melkhoeveelheid over de lactatie (tabel 15) hebben de hoogste waarde voor de produkties in de middelste maanden van de lactatie (ca. 0,85). Voor de dagproducties in de beginmaanden van de lactatie zijn deze hoger dan voor die in de eindmaanden.

De waarde van de correlatiecoëfficiënten tussen cumulatieve en lactatieproduktie (tabel 17) stijgt met de lengte van de deellijst. Voor deellijsten met een lengte van 80 dagen is deze correlatiecoëfficiënt lager dan die tussen lactatie- en dagproductie op 70 dagen. De cumulatieve produkties over deellijsten tot 80 dagen hebben het grootste verband met de dagproductie op 30 dagen (tabel 17). De dagproductie op 70 dagen is het sterkst gecorreleerd aan de cumulatieve produkties over 120 en 160 dagen. Cumulatieve produkties over 200

tot en met 280 dagen hebben het grootste verband met de dagproductie op 110 dagen.

*Standaardisatie* In hoofdstuk 5 worden de methoden van standaardisatie van dag- en lactatieproductie beschreven. Voor standaardisatie is het nodig te beschikken over zuivere schattingen van de productie voor de klassen van corrigeerbare invloeden. Uit deze schattingen van de productie kunnen zowel additieve als vermenigvuldigingsfactoren berekend worden, waarmee gestandaardiseerd kan worden. Additieve factoren hebben de eigenschap dat het gemiddelde van de klassen gelijk wordt aan dat van de referentiegroep en de variantie gelijk blijft. Vermenigvuldigingsfactoren geven als klassegemiddelde ook het gemiddelde van de referentiegroep, maar veranderen de oorspronkelijke variantie met een factor gelijk aan het kwadraat van de vermenigvuldigingsfactor.

*Lactatieproductie* Correctiefactoren voor seizoen van en leeftijd bij afkalven zijn berekend uit de kleinste-kwadraten-gemiddelden van de lactatieproductie (model 7). In model 7 is, naast de hoofdeffecten leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau, de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau opgenomen. De k.k.-gemiddelden voor de klassen van de leeftijd en voor de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus staan in tabel 20 en de k.k.-gemiddelden voor de seizoensklassen in tabel 22. Het gewogen gemiddelde is als referentiebasis gebruikt.

Door de interactie tussen leeftijd en bedrijfsniveau kunnen voor het leeftijdseffect geen additieve correctiefactoren gebruikt worden die berekend zijn over bedrijfsniveaus. De resultaten in tabel 30 geven daarentegen aan dat "overall" vermenigvuldigingsfactoren geen systematische verschillen laten bestaan tussen de leeftijdsklassen binnen bedrijfsniveaus in de gestandaardiseerde producties.

De lactatiegegevens van 2000 FH-koeien zijn gestandaardiseerd volgens de methoden  $L_{SmAh}$ ,  $L_{SaAh}$ ,  $L_{SmAo}$  en  $L_{SaAo}$ , zoals beschreven in 5.2.1.1 (voor verklaring, zie de lijst met symbolen). Deze 2000 lactaties waren afkomstig uit de provincie Utrecht, en van dieren van de afkalftermijn 1 juli 1971 tot 1 juli 1972. Ook dit waren lactaties met een lengte van 290-320 dagen (aangeduid als materiaal B). De gemiddelde lactatieproductie was 4980 kg (tabel 19).

De gecorrigeerde lactatieproducties zijn geanalyseerd volgens model 7. In tabel 33 zijn de F-waarden gegeven voor de toets op het effect op de gestandaardiseerde lactatieproducties van respectievelijk leeftijd, seizoen, bedrijfsniveau en leeftijd x bedrijfsniveau. Slechts het effect van het bedrijfsniveau is significant na toepassing van elk van de vier methoden van standaardisatie.

De correctie voor verschillen in lactatieproductie door de leeftijd mag geschieden met vermenigvuldigingsfactoren over bedrijfsniveaus. Seizoensverschillen kunnen gecorrigeerd worden zowel met additieve als vermenigvuldigingsfactoren. Verschillen tussen deze twee vormen van correctie konden niet aangetoond worden.

Bij standaardisatie van lactatieproducties op praktijkschaal kunnen het beste als referentiebasis gekozen worden: die leeftijd waarbij, en dat seizoen waarin, de meeste dieren de lactatie beginnen.

*Dagproductie* Omdat er geen interactie bestaat tussen leeftijd en seizoen bij de dagproductie, kunnen binnen lactatiestadia leeftijd en seizoen onafhankelijk van elkaar worden gecorrigeerd. De k.k.-gemiddelden van de dagproductie (materiaal A) voor de klassen van de leeftijd en van de leeftijd binnen bedrijfsniveaus staan in tabel 23. Voor de seizoensklassen staan ze in tabel 26. Voor de leeftijdsverschillen in de dagproductie wordt gecorrigeerd met vermenigvuldigingsfactoren omdat, evenals bij de lactatieproductie, de verschillen tussen de leeftijdsklassen toenemen met het bedrijfsniveau (tabel 24). Voor het seizoen van afkalven zijn additieve en vermenigvuldigingsfactoren berekend.

Door correctie voor leeftijd en seizoen worden de dagproducties gebracht op het niveau van het gewogen gemiddelde per lactatiestadium, de referentiebasis. Deze gewogen gemiddelden worden gestandaardiseerd met vermenigvuldigingsfactoren. De veronderstelling hierbij is dat de expressie van een betere erfelijke aanleg voor de melkhoeveelheid proportioneel is met het produktieniveau tijdens de lactatie. Figuur 6 laat zien dat de daling van de productie gedurende de lactatie afhankelijk is van het bedrijfsniveau. Op het lage bedrijfsniveau wordt in verhouding tot de productie op 30 dagen minder geproduceerd dan op hogere niveaus (tabel 25). Gebruik van factoren binnen bedrijfsniveaus voor het stadium van de lactatie lijkt daarom de aangewezen weg.

De methoden, waarmee de dagproducties van materiaal B gestandaardiseerd zijn, worden aangeduid als  $D_{SmAo}$ ,  $D_{SaAo}$ ,  $D_{SmAo*}$ ,  $D_{Ao}$  en  $D_{SmAh}$ . Deze methoden zijn in 5.2.1.2 beschreven (voor verklaring, zie de lijst met symbolen). De resultaten van deze standaardisatie staan in de tabellen 36 tot en met 41. De variatiecoëfficiënten (tabel 36) van de gestandaardiseerde producties zijn aan het begin van de lactatie het kleinst en ca. 7 procent-eenheden lager dan die voor de berekende dagproducties binnen bedrijfsniveaus. De variatiecoëfficiënten nemen toe met de lengte van de lactatie. De methoden met additieve correctie voor seizoensverschillen leveren de kleinste stijging van de variatiecoëfficiënt met de lactatielengte. Methode  $D_{Ao}$  geeft de grootste stijging.

De F-waarden (tabel 37) voor de toets op het effect van respectievelijk

leeftijd en seizoen laten zien, dat bij de gestandaardiseerde dagproducties op 70, 150 en 230 dagen deze effecten niet volledig verdwenen zijn. Onvolledig uitgeschakelde leeftijds- en seizoensverschillen in de dagproducties, voor en na de 30e lactatiedag, worden vermenigvuldigd bij correctie voor het lactatiestadium en daardoor proportioneel groter met de factor voor lactatiestadium.

De geringere variatiecoëfficiënt na standaardisatie volgens  $D_{SaAo}$  (tabel 36), de kleinere k.k.-constanten voor de seizoensklassen (tabel 39) en de lagere F-waarde voor de toets op het seizoenseffect (tabel 37) geven aanwijzingen dat voor seizoensverschillen additieve correctiefactoren de voorkeur moeten hebben.

Leeftijdsverschillen in de dagproductie kunnen uitgeschakeld worden met vermenigvuldigingsfactoren over bedrijfsniveaus.

Voor het verschil in lactatiestadium zijn correctiefactoren gebruikt binnen en over bedrijfsniveaus ( $D_{SmAo}^*$ ). De resultaten van de standaardisatie volgens  $D_{SmAo}^*$  worden vergeleken met die van  $D_{SmAo}$ . Op bedrijfsniveau II verschillen de gemiddelde gestandaardiseerde produkties niet (tabel 36). Op het laagste niveau zijn de gemiddelden van  $D_{SmAo}^*$  lager dan die van  $D_{SmAo}$ ; op bedrijfsniveau III hoger. De verschillen stijgen met de lengte van de lactatie.

Standaardisatie volgens  $D_{SmAo}^*$  doet het contrast tussen de bedrijfsniveaus toenemen met de lactatie, terwijl dat voor  $D_{SmAo}$  constant is (tabel 40).

Het verschil in lactatiestadium moet dus uitgeschakeld worden met vermenigvuldigingsfactoren binnen niveau van gemiddelde bedrijfsproductie. Een interactie tussen stadium van de lactatie en hoogte van de gemiddelde bedrijfsproductie wordt hierdoor vermeden.

De gestandaardiseerde produkties van materiaal B zijn geanalyseerd volgens model 8. In dit model zijn de effecten opgenomen van leeftijd, seizoen, bedrijfsniveau en lactatiestadium, samen met de interactie tussen seizoen en lactatiestadium. In tabel 41 zijn de k.k.-constanten weergegeven voor zeven lactatiestadia. Vanaf 70 dagen is er geen verband tussen de hoogte van de gestandaardiseerde produktie en het lactatiestadium. Op 30 dagen zijn de k.k.-constanten lager, dan het gewogen gemiddelde.

*Extrapolatie* In het literatuuroverzicht (2.3.1) zijn enige mogelijke methoden van extrapolatie aangehaald. In hoofdstuk 5 is de nauwkeurigheid van extrapolatie onderzocht van de volgende methoden (zie 5.2.2):

$Y_{11}$ : 300-dagenproduktie geschat door middel van de lineaire regressiecoëfficiënt binnen leeftijd en seizoensklasse van de 300-dagenproduktie op de deellijstproduktie.

$Y_{co}$ : 300-dagenproduktie geschat met behulp van de, binnen leeftijd en seizoensklasse berekende, correlatie en verhouding tussen de 300-dagen- en de deellijstproduktie.

$Y_{lt}$ : 300-dagenproduktie uit de deellijst geëxtrapoleerd middels de, binnen leeftijd en seizoensklasse berekende, lineaire regressie van het resterend deel van de lactatie op de laatste dagproduktie.

De parameters voor de extrapolatie van deellijsten zijn in materiaal A berekend binnen subklassen van leeftijd en seizoen, omdat het verloop van de lactatieproduktie afhankelijk is van de leeftijd bij, en het seizoen van afkalven. Vanwege de beperkte omvang leende het materiaal zich niet tot het berekenen van de parameters binnen subklassen van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau.

De deellijsten van materiaal B zijn geëxtrapoleerd volgens  $Y_{li}$ ,  $Y_{co}$  en  $Y_{lt}$ . De resultaten van deze extrapolatie staan in de tabellen 42 tot en met 45.

De drie extrapolatiemethoden geven gemiddelde geschatte 300-dagenproducties die hoger worden met de lengte van de deellijst waaruit ze geschat zijn (tabel 42). De gemiddelden van de geëxtrapoleerde producties volgens de methoden  $Y_{li}$  en  $Y_{lt}$  stijgen sneller met de toename van de lengte van de deellijst dan de gemiddelden volgens  $Y_{co}$ . Het gemiddelde absolute verschil, de correlatie tussen geschatte en berekende 300-dagenproduktie, en de spreiding in het verschil tussen geschatte en berekende 300-dagenproduktie (tabel 43) geven aan, dat  $Y_{li}$  en  $Y_{co}$  niet verschillen in nauwkeurigheid. Het gemiddelde absolute verschil tussen geschatte en berekende 300-dagenproduktie is voor  $Y_{lt}$  echter kleiner. Ook zijn de correlaties tussen geschatte en berekende producties hoger voor  $Y_{lt}$ .

De k.k.-constanten voor de klassen van de leeftijd van de geëxtrapoleerde deellijsten zijn gelijk aan de k.k.-constanten van de berekende lactatieproducties (tabel 45). De contrasten tussen de seizoensklassen van de geschatte producties zijn groter dan van de berekende producties (tabel 45). Bij toename van de lengte van de deellijst wordt het verschil tussen de contrasten kleiner.

De met behulp van regressiecoëfficiënten geëxtrapoleerde deellijsten hebben een kleinere spreiding dan de berekende 300-dagenproducties. De k.k.-constanten voor de bedrijfsniveaus van geschatte en berekende producties laten zien, dat een deel van het verschil in variantie terug te vinden is in de contrasten tussen de bedrijfsniveaus. Met name  $Y_{co}$  geeft bij korte lijsten kleinere contrasten.  $Y_{lt}$ , waarbij in plaats van de gemiddelde dagproduktie en het gemiddelde resterende deel van de lactatie binnen subklasse van leeftijd en seizoen, de overeenkomende gemiddelden binnen subklasse van leeftijd en bedrijfsniveau gebruikt werden, toont aan dat de verschillen tussen de bedrijfsniveaus in geëxtrapoleerde lijsten even groot kunnen zijn als in de volledige lijsten.

De parameters voor extrapolatie van deellijsten moeten geschat worden binnen subklasse van leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau.

*Afgebroken lijsten* In hoofdstuk 7 wordt nagegaan of er een verband bestaat tussen het moment waarop vaarzenlijsten worden afgesloten, en de indeling in klassen van respectievelijk leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau. Daarnaast wordt nagegaan of het verloop en het niveau van de melkhoeveelheid van afgebroken vaarzenlijsten verschillen van die van volledige lijsten. Ten behoeve van deze berekeningen werden de lactatiegegevens van 13405 vaarzen, afkomstig uit de provincie Friesland, met lactatielengtes tot 320 dagen, gebruikt. Dit materiaal werd verdeeld in 11 klassen van lactatielengte van 30 dagen (tabel 46). In tabel 48 zijn de aantallen per klasse van lactatielengte en klasse van respectievelijk leeftijd, seizoen en bedrijfsniveau weergegeven. Een duidelijke samenhang bestaat tussen het moment van beëindiging van de lactatie en het seizoen van afkalven. Het lactatiestadium dat samenvalt met de overgang stal - weide geeft voor alle seizoensklassen een groter aantal afgesloten lijsten dan gemiddeld.

In Nederland wordt waarde gehecht aan het aantal lijsten afgesloten voor de 260e dag, uitgedrukt als percentage van het totaal aantal begonnen lijsten. Tabel 49 geeft aan dat in de eerste seizoensklasse (kalfmaanden juli, augustus en september) meer lactaties beëindigd worden voor 260 dagen dan gemiddeld over het jaar, en minder in het tweede seizoen (oktober en november). Op 200 dagen is slechts het aantal afgesloten lijsten in de maanden april, mei en juni significant verschillend van het gemiddelde.

De dieren met een leeftijd van 2 j. 5 mnd - 2 j. 9 mnd (tabel 48) hebben meer afgebroken lijsten tussen de 140e en 260e dag dan gemiddeld. Tussen bedrijfsniveaus bestaan geen verschillen in het moment van afsluiten van de vaarzenlijsten (tabel 48).

Voor de analyse naar het verloop van de dagproductie werd van de lactaties met een lengte van 230-259, 260-289 en 290-320 dagen respectievelijk 50, 20 en 10% in de berekening betrokken. Ook lactaties met minder dan 80 dagen werden uitgesloten. De aldus verkregen 3223 lijsten werden ingedeeld in 12 klassen van lactatielengte (tabel 46, geselecteerde fractie).

De dagproducties (geïnterpoleerde waarden tussen proefmelkingen) en de cumulatieve producties zijn geanalyseerd volgens model 9 (7.2).

Alle klassen van lactatielengte hebben de hoogste dagproductie op 30 dagen. De lactaties, afgesloten tussen 80 en 140 dagen zijn niet verschillend in het niveau van de productie op 30 en 70 dagen (tabel 50). Worden lijsten afgesloten na 140 dagen, dan stijgt de productie op 30 dagen met de lengte van de lijst

(tabel 50, figuur 7).

Van lijsten afgesloten voor ca. 200 dagen, daalt de dagproduktie sneller dan bij volledige lijsten. Hoe korter de lijst, hoe groter de daling. Lactaties van ca. 200 dagen en langer vertonen geen verschil in helling van de lactatiecurve. Geconcludeerd is dat afgebroken lijsten in de fokwaardeschatting van stieren opgenomen kunnen worden door deze te extrapoleren volgens de methode  $Y_{1t}$ .

## Summary

Milk records of cows are used to make decisions about breeding and management. Before any decision can be made the milk yield of cows (or groups of cows) have to be compared. However there are systematic influences on milk yield and therefore the actual milk yield is not always sufficient for comparison. We studied the magnitude of systematic influences on milk yield and examined how to correct these influences.

Chapter 2 gives a review of the literature about influences on level of milk production and on curve of lactation. Age and season of calving are the main factor which determine differences in milk yield. Also differences between herds mainly determine the variance in milk yield during and over the lactation. Influences of the length of non-pregnant period, preceding dry-period and breed of the animals were also reviewed.

*Material* Chapter 3 describes the data that were available for this investigation. The milk records of 4000 cows were used to analyse the magnitude of the influences on milk yield (Chapter 4), to calculate the correction factors for differences in milk yield due to age and season of calving and to calculate factors to be used for extrapolation of current lactations (Chapter 5); referred to as Material A. The cows were all from the Province of Utrecht and came into lactation in the period 1-7-1970 until 1-7-1971. To avoid the influence of variation in moment of conception on milk yield as far as possible all milk record data were from cows which had been dried off after 290 to 320 days.

Test-day yields on day 10, 30, ..., 290 after parturition were calculated by linear interpolation of milk yield between two successive tests (Figure 2). From these milk yield data cumulative yields were calculated over periods of 20, 40, ..., 300 days after parturition. The 4000 milk records have been scaled into 8 classes of age (Table 3), 5 classes of season (Table 4) and 3 classes according to herd level (Table 5).

*Influences on milk yield* The mean lactation yields was 4808 kg. The highest test-day yield was reached between 10 and 50 days after calving. The coefficient

of variation (in %) of test-day yields was about 23% at 30 days and increased slowly to about 26% at 190 days and then rose more progressively towards 32% at 270 days. The coefficient of variation of cumulative yield decreased from 23% at 40 days to 21.6% at 280 days. The data on test-day yield and cumulative yield were analysed according to statistical models given in section 4.2. The additive effects were estimated by the method of least squares given by Harvey (1960). The magnitude of the additive effects has been given as described by Searle (1971). The sum of squares of an effect has been mentioned as part of the total sum of squares after correction for the overall mean in the model given. In this thesis this parameter, the coefficient of determination ( $R^2$ ) is multiplied by 100.

From the calculation it can be concluded that the effect of interaction of age and season on lactation yield and test-day yield is not significant.

A maximum of about 47% (at 30 days) of the sum of squares of test-day yield is explained by age (Table 7). The effect of age on test-day yield decreased progressively with days after parturition. At 270 days this effect was only 5%. With cumulative yield the influence of age was a maximum at 60 - 80 days and decreased slowly to about 41% at 280 days after parturition.

The effect of season on test-day yield increased as lactation progressed (Table 8). At 270 days this influence was about 8.5%. At 220 days the small effect of season on cumulative yield was at its maximum i.e. only about 1.9%.

Three statistical models (3, 4 and 7) were used to analyse the influence of herd on test-day yield and cumulative yield. The herd effect was analysed as main effect, with individual herds as classes (Model 4). With Model 3 the difference between herds were calculated quantitatively by regression of the dependent variables on herd mean. The herds were put into one of three classes according to level of herd mean. In Model 7 these three classes were used as main effect.

The herd effect on test-day yield (Model 4) had a  $R^2$  of about 15% at the beginning of lactation and this  $R^2$  increased with progression of lactation until 170 days ( $R^2$  about 23%). After that the  $R^2$  increased faster until 270 days when  $R^2$  was about 31% (Table 9). When regressing test-day yield on herd mean,  $R^2$  was found to be about 7% at 10 days. This  $R^2$  increased to 15% at 110 days and then decreased (see Table 9).

From a comparison of the herd effect in Model 4 and the herd effect from the regression (Model 3), the largest relative difference was at the end of lactation (Table 10) and the smallest difference at 110 days.

Reduction in sum of squares by three herd levels was only about one third

of the reduction in Model 7 (Table 12). There was no noticeable increase at the end of lactation for herd effect in Model 4. After an initial increase the  $R^2$  was about the same during the rest of lactation.

For the effect of herd level on cumulative yield (Model 4)  $R^2$  increase with progression of lactation but to a smaller extent than for the effect on test-day yield (Table 9). Regression on herd mean explains most of the variance of cumulative yield with progression of lactation (Tables 9 and 10).

Together with the results of Model 4, analysis with Models 1, 5 and 6 provided information about the magnitude of the effects of age, season and herd when one or two of the effects are excluded from the model. If one of the effects is excluded,  $R^2$  for the other effects usually increases.

For test-day yield the  $R^2(a|u,s,h)$  was about 3-4 % lower than  $R^2(a|u)$  (Table 14). If only the effects of age and season are tested in the model, the  $R^2$ s are different from those mentioned above. From 70 to 270 days  $R^2(a|u,s)$  was larger than  $R^2(a|u)$  for test-day yield as well as for cumulative yield.

The value of the coefficient of correlation calculated within subclasses between test-day yield and total lactation yield (Table 15) were highest in the middle of lactation ( $r$  is about 0.85) and the values were higher in the first months of lactation than at the end.

The value of the coefficient of correlation between cumulative yield and lactation production increased with length of part lactation (Table 17). For part lactation of 80 days this value was lower than for test-day yield on 70th day. Cumulative yield for 80 days had the highest correlation with test-day yield at 30 days (Table 17) while cumulative yield for 120 and 160 days had the highest relationship with test-day yield at 70 days. Part lactations of 200 up to 280 days (cumulative yield) were mostly related to test-day yield at 110 days.

*Standardization* In Chapter 5 methods to standardize test-day yield and lactation production are described. For standardization unbiased estimations of the milk yield are necessary for the various classes. From these estimations of yield additive and multiplicative factors can be calculated. A characteristic of the additive factors is that the mean for each class will be the same as that for the reference group and the variance of classes will not change. Multiplicative factors, on the other hand, also give the mean of the reference group but change the variance with the square of the multiplicative factor.

*Lactation yield* Correction factors for season and age at calving have been

calculated from least squares means of lactation yields (Model 7). The main effects age, season and herd level, and also the interaction between age and herd level are included in Model 7. Table 20 gives the least squares means for the classes of age and for age classes within herd level and Table 22 gives the least square means for the classes of season. The overall mean is used as base of reference.

Because of the interaction between age and herd level, no additive correction factors calculated over herd levels can be used for the age effect. But the results of Table 30 show that there are no systematic differences of standardized yields between classes of age within herd levels with overall multiplication-factors.

The milk record data of 2000 FH cows were standardized according to the methods ( $L_{SmAh}$ ,  $L_{SaAh}$ ,  $L_{SmAo}$  and  $L_{SaAo}$ ) which have been described in Section 5.2.1.1. (see the list of symbols for explanation). The data were collected in the Province of Utrecht from cows which calved in the period 1-7-1971 until 1-7-1972. The length of the lactation was between 290 and 320 days (referred to as Material B). The mean lactation yield was 4989 kg (Table 19).

The corrected lactation yields were analysed according to Model 7. Table 33 gives the F values about the effects of standardized lactation yields according to age, season, herd level, and age x herd level. With the four methods of standardization only the herd effect is significant. Differences in lactation yield due to age may be corrected by multiplication factors calculated over herd levels. Differences due to season can be levelled out by additive or by multiplicative factors and no significant differences between these two methods could be found. In practice the best way to standardize lactation yields for age and season is to use as a reference that age and season at which most of the animals start lactation.

*Test-day yield* Because there exists no interaction between age and season with respect to test-day yield, the test-day yields within stage of lactation can be corrected independently for age and season. The least squares means of test-day yield (material A) for age classes and for age classes within herd levels are given in Table 23 and these means for classes of season in Table 26. Differences in test-day yield due to age differences were corrected with multiplication factors because the differences between age classes increased with herd level in the same way as lactation yield (Table 24). For season of calving additive and multiplicative factors were calculated.

By correcting for age and season the test-day yields were put at the same

level as the overall mean per stage of lactation (base of reference). These overall means were corrected with multiplicative factors. It was assumed that the expression of a better genetic merit for milk yield is proportional to level of production during lactation. Figure 6 shows that the decrease of production during lactation depends on herd level. At the low herd level the relation of test-day yields to test-day yield at 30 days after calving is less than at the higher herd level (Table 25). The correction factors for stage of lactation should be used within herd level. The methods  $D_{SmAo}$ ,  $D_{SaAo}$ ,  $D_{SmAo}^*$ ,  $D_{SmAh}$  and  $D_{Ao}$  were used for standardizing test-day yields in Material B. These have been described in Section 5.2.1.2. (for explanation of symbols see list). Results of standardization are given in Tables 36-41.

The coefficients of variation (Table 36) of standardized productions were smallest at the beginning of lactation and were about 7 percentage units less than those for calculated test-day yield within herd levels. The coefficient of variation increased with length of lactation. The methods with additive correction for season differences give the smallest increase of coefficient of variation. Method  $D_{Ao}$  gives the largest increase.

The F values in Table 37 show that the effects of age and season on the standardized test-day yield at 70, 150 and 230 days did not disappear completely. Therefore the uncorrected part of test-day yield (for age and season differences) before and after 30 days will be multiplied and therefore the difference will increase proportionally with the factor for stage of lactation.

From the smaller coefficient of variation of  $D_{SaAo}$  (Table 36), the smaller least squares constants for classes of season (Table 39) and the lower F values of the test on effect of season (Table 37), it has been concluded that additive correction factors are to be preferred for season differences.

Age differences in test-day yield can be adjusted by multiplication factors calculated over herd levels. To account for differences in stage of lactation, correction factors within and over herd levels ( $D_{SmAo}^*$ ) have been used. Results of standardization according to  $D_{SmAo}^*$  were compared with those according to  $D_{SmAo}$ . At the medium herd level (II) the mean standardized yields did not differ (Table 36). At the low herd level the means of the test-day yields corrected according to  $D_{SmAo}^*$  were lower than those obtained with  $D_{SmAo}$  and at the highest herd level they were higher. The differences increased with length of lactation.

Standardization according to  $D_{SmAo}^*$  will increase the contrast between herd levels with progression of lactation, but according to  $D_{SmAo}$  the contrast is constant (Table 40).

Thus the difference due to stage of lactation have to be corrected by multiplication factors within level of herd mean. Thus an interaction between stage of lactation and magnitude of herd mean can be avoided. The standardized productions in Material B were analysed according to Model 8. In this model the effects are age, season, herd level and stage of lactation and the interaction of season and stage of lactation. For 7 stages of lactation the least squares constants have been given in Table 41. After 70 days no relationship between standardized production and stage of lactation could be found. At 30 days the least squares constants were lower than in the other stages.

*Extrapolation* In the review of the literature (2.3.1) some possible methods of extrapolation have been discussed and in Chapter 5 the accuracy of the extrapolation according to the following methods were examined (see 5.2.2):

- $Y_{li}$ : Estimation of yield over 300 days (300-day yield) by linear regression coefficient of 300-day yield within class of age and season on part lactation.
- $Y_{co}$ : Estimation of 300-day yield by the ratio of 300-day yield to part lactation yield and the coefficient of correlation within classes of age and season.
- $Y_{lt}$ : Estimation of 300-day yield by extrapolation with the regression coefficient of the yield of the remainder of lactation on last test-day yield calculated within classes of age and season.

The parameters in Material A were calculated within subclasses of age and season because the curve of lactation yield is dependent on age and season at parturition. Material A was not sufficient to compute the parameters within subclasses of age, season and herd level.

For Material B the part lactations were extrapolated according to  $Y_{li}$ ,  $Y_{co}$ , and  $Y_{lt}$  and the results are given in Tables 42-45. With increasing length of part lactation the estimated 300-day yield also increased with all three estimation methods (Table 42). The mean of  $Y_{li}$  and  $Y_{lt}$ , however, increased more than the mean of yields of extrapolated part lactation with  $Y_{co}$ . From the absolute differences between estimated and calculated 300-day yield, from coefficients of correlation and from the standard deviations in Table 43, it was concluded that the accuracy of methods  $Y_{li}$  and  $Y_{co}$  do not differ. Method  $Y_{lt}$ , however, gave smaller differences and higher coefficients of correlation between estimated and calculated 300-day yield. The least squares constants of extrapolated 300-day yields for the classes of age were about the same as those for calculated production at 300 days (Table 45). Again the difference between these contrasts decreased with increasing length of part lactation.

The standard deviations of the estimated 300-day yields were smaller than those of the calculated 300-day yields. Part of the decrease in variance can be found in the contrast between herd levels as shown by the least squares constants for the herd levels from estimated and calculated 300-day yields. Especially  $Y_{co}$  gave a smaller contrast between herd levels with decrease in length of part lactation. But with the method  $Y_{lt}$ , in which the mean test-day yield and remaining yield of the lactation were estimated within subclasses of age and herd level, the differences between herd levels were of the same magnitude as between the 300-day yields.

Therefore the parameters for the extrapolation of part lactation have to be calculated within subclass of age, season and herd level.

*Incomplete records* We examined whether there exists a relation between the time in lactation at which milk records of heifers were stopped and the class of age, season and herd level (Chapter 7).

Also we checked whether the curve and level of milk yield of incomplete milk records of heifers differ from complete milk records of heifers. For these calculations milk records of 13,405 heifers were used. These data were collected in the Province of Friesland for cows with length of lactation up to 320 days. The data were divided up into 11 classes with differences of 30 days between classes (Table 46). Table 48 gives the numbers per class of lactation length and class of age, season and herd level. There is a clear relationship between the end of the recording and the season of calving. The stage of lactation that coincides with the change from inside to outside gives more completed milk records for all season classes than the mean.

In the Netherlands there is particular interest in the number of incomplete milk records (before 260 days) expressed as percentage of total records which have been started. Compared with the mean of the year more lactation records started in the first season class (heifers calved in July, August and September) had been stopped before 260 days and less records than average in the second season class (October and November) (see Table 49). Milk records which had been stopped before 200 days and started in the months April, May and June differed significantly from the mean.

For cows between 2 years and 5 months and 2 years and 9 months (Table 48) there were more incomplete records with length of lactation between 140 and 260 days than the mean. Herd level had no influence on the number of days of the incomplete records (Table 48).

From the incomplete records with a length of 230 - 259, 260 - 289 and

290 - 320 days a percentage of 50, 20, 10, respectively was taken into account for analysing the curve of test-day yield. Incomplete records of less than 80 days were excluded. The remaining 3223 records were put into 12 classes according to length of lactation (Table 46, selected fraction).

Test-day yield (interpolated values between two successive tests) and cumulative yield were analysed according to Model 9 (see 7.2).

The peak in test-day yield was reached at 30 days in all classes. Incomplete records, that ended between 80 and 140 days, did not differ in level of production at 30 days and also at 70 days (Table 50). For lactation records which were stopped after about 140 days, the test-day yield at 30 days increased with length of lactation (Table 50, Figure 7). Incomplete records stopped before 200 days decreased more rapidly in test-day yield than complete records. The decrease in test-day yield was larger when the incomplete records had less days. The slope of the curve of lactation of milk records longer than 200 days did not differ. It has been concluded that incomplete records can be used for estimation of breeding value of sires by extrapolating them according to method  $Y_{lt}$ .

# Literatuurlijst

- Alps, H., G. Averdunk & W. Kling, 1973. Zum Einfluss der Zwischenkalbezeit auf die Zuchtwertschätzung beim Rind. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 50:643-651.
- Appleman, R.D., S.D. Musgrave & R.D. Morrison, 1969. Extending incomplete lactation records of Holstein cows with varying levels of production. J. Dairy Sci. 52:360-368.
- Aulerich, C.C. & L.D. McGilliard, 1966. Characteristics of terminal incomplete lactations. (Abstr.). J. Dairy Sci. 49:748.
- Auran, T., 1973. Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records. I. The effect of age, month of calving, herd and length of first test period. Acta agr. Scand. 23:189-199.
- Auran, T., 1974. Studies on monthly and cumulative monthly milk yield records. II. The effect of calving interval and stage in pregnancy. Acta agr. Scand. 24:339-348.
- Baptist, R., 1972. Die Hochrechnung von Teillaktationen von Färzen. Diss. Kiel.
- Berge, S., 1949. Alder og avdrätt. Norsk Landbruk 15:29-32, 48-50.
- Cannon, C.Y., J.B. Frije Jr. & J.A. Sims, 1942. Predicting 305-day yields from shorttime records. J. Dairy Sci. 25:991-999.
- Carter, H.W., 1968. Percentage of a sire's daughters having a second, fourth, and sixth lactation. J. Dairy Sci. 51:312-313.
- Cundiff, L.V., R.L. Willham & C.A. Pratt, 1967. Additive versus multiplicative correction factors for weaning weight in beef cattle. J. Anim. Sci. 19:983-987.
- Doeksen, J. & D.C. Heijboer, 1952. Het omrekenen van melkvee tot standaardkoeien. Versl. landbouwk. Onderz. 58.7.
- Dommerholt, J., 1972. De produktievererving van stieren. C.M.D. Arnhem - afd. Veeteelt LH Wageningen.
- European Committee on Milk-Butterfat Recording, 1964. Rome, no. 236/64.
- Fimland, E.A., R. Bar-Anan & W.R. Harvey, 1972. Studies on dairy records from Israeli-Friesian cattle. I. Influence of some environmental effects. Acta agr. Scand. 22:34-48.

- Fritz, G.R., L.D. McGilliard & D.E. Madden, 1960. Environmental influences on regression factors for estimating 305-day production from part lactations. *J. Dairy Sci.* 43:1108-1117.
- Gacula, M.C., Jr., S.N. Gaunt & R.A. Damon, Jr., 1968a. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds. I. Effects of herd, year, season, and age of the cow. *J. Dairy Sci.* 51:428-437.
- Gacula, M.C., Jr., S.N. Gaunt & R.A. Damon, Jr., 1968b. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds. II. Some genetic parameters. *J. Dairy Sci.* 51:438-444.
- Gavin, W., 1913. Studies in milk records on the accuracy of estimating a cow's milking ability by her first lactation yield. *J. agr. Sci.* 5:377.
- Gönül, T., M.P.M. Vos & R.D. Politiek, 1966. Genetical and certain environmental influences on the milk yield and fat percentage of Friesian cows in Friesland. *Neth. Milk Dairy J.* 20:272-282.
- Gowen, J.W., 1920. Studies in Milk Secretion. V. On the variations and correlations of milk secretion with age. *Genetics* 5:111-188.
- Gravir, K. & C.G. Hickman, 1966. Importance of lactation number, age and season of calving for dairy cattle breed improvement (Based on Canadian record of performance). Canada Department of Agriculture, Publication No. 1239.
- Gravir, K. & C.G. Hickman, 1967. Control of seasonal effect in the regression of first lactation yield on age of dairy cattle. *Acta agr. Scand.* 17:174-184.
- Harvey, W.R., 1956. Extension of incomplete records to a 10-month basis. Unpublished mimeograph.
- Harvey, W.R., 1959. Problems to consider in determining appropriate extension factors for incomplete records. Unpublished mimeograph.
- Harvey, W.R., 1960. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. U.S.D.A., ARS 20-8, 157 pp.
- Heidhues, T., L.D. Van Vleck & C.R. Henderson, 1961. Actual and expected accuracy of sire proofs under the New York system of sampling bulls. *Z. Tierz. Züchtbiol.* 75:323-330.
- Henderson, C.R., 1949. Estimation of changes in herd environment. *J. Dairy Sci.*, 32:706 (Abstr.).
- Henderson, C.R., 1958. Estimation of environmental trends and biases resulting from errors in age factors and repeatability. *J. Dairy Sci.* 41:747 (Abstr.).
- Henderson, C.R., O. Kempthorne, S.R. Searle & C.M. von Krosigk, 1959. The estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. *Biometrics* 15:192-218.

- Hickman, C.G. & C.R. Henderson, 1955. Components of the relationship between level of production and rate of maturity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 38:883-890.
- Hickman, C.G., 1957. Production studies on experimental farm dairy herds. I. Age correction of 180-day milk yield. *Can. J. Animal Sci.* 37:123-129.
- Hickman, C.G., 1962. Effects of level of herd environment. I. Relationship between yield and age. *J. Dairy Sci.* 45:861-864.
- Hickman, C.G. & K. Gravir, 1968. Yield adjustment for differences in age at calving. *Acta agr. Scand.* 18:199-206.
- Hickman, C.G., A.J. Lee & S.B. Slen, 1971. Influence of body size during lactation on level of milk production. *Can. J. Anim. Sci.* 51:317-325.
- Hickman, C.G., 1973. Herd-level methods for age adjustment of milk yields. *J. Dairy Sci.* 56:947-951.
- Hilbrands, W.J., 1961. De beoordeling van de produktievererving van stieren aan de hand van lopende vaarzenlijsten. Scriptie afdeling Veeteelt. Landbouwhogeschool Wageningen.
- Hövels, J.H., 1973. De invloed van bedrijfsniveau op de standaardkoefactoren. Scriptie afdeling Veeteelt. Landbouwhogeschool Wageningen.
- Jaarverslag K.I., 1971. Centrale Cie. K.I.; Utrecht.
- Janmaat, C.J., 1973. Twee en een half jaar ervaring met de standaardkoe. Bedrijfsontwikkeling 4, 449-451.
- Johansson, I. & A. Hansson, 1940. Causes of variation in milk and butterfat yield of dairy cows. *Kungl. Lantbr. akad. Tidskr.* 79 (6½):1-127.
- Johansson, I., 1961. Genetic aspects of dairy cattle breeding. University of Illinois press. Urbana.
- Kendrick, J.F., 1953. Standardizing Dairy-Herd-Improvement Association records in proving sires. U.S. Dep. Agr., Agr. Res. Serv., BDI-INF. 162.
- Keown, J.F. & L.D. Van Vleck, 1973. Extending lactation records in progress to 305-day equivalent. *J. Dairy Sci.* 56:1070-1079.
- Lamb, R.C. & L.D. McGilliard, 1960. Variables affecting ratio factors for estimating 305-day production from part lactations. *J. Dairy Sci.* 43:519-528.
- Lamb, R.C. & L.D. McGilliard, 1967a. Ratio factors to estimate 305-day production from lactation records in progress. *J. Dairy Sci.* 50:1101-1108.
- Lamb, R.C. & L.D. McGilliard, 1967b. Usefulness of part records to estimate the breeding value of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 50:1458-1467.
- Lampo, Ph., A. Willems & F. Vanschoubroek, 1966. Effect of pregnancy and milk recording district on milk yield and milk composition in the cow. *Neth. Milk Dairy J.* 20:256-271.

- Lee, A.J. & C.G. Hickman, 1970. Effectiveness of an age herd-level adjustment procedure for milk and fat yield. *J. Dairy Sci.* 53:913-922.
- Lush, J.L. & R.R. Shrode, 1950. Changes in milk production with age and milking frequency. *J. Dairy Sci.* 33:338-357.
- Madden, D.E., J.L. Lush & L.D. McGilliard, 1955. Relations between parts of lactations and producing ability of Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 38:1264-1271.
- Madden, D.E., L.D. McGilliard & N.P. Ralston, 1959. Relations between test-day milk production of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 42:319-326.
- Mao, I.L., J.W. Wilton & E.B. Burnside, 1974. Parity in age adjustment for milk and fat yield. *J. Dairy Sci.* 57:100-104.
- McDaniel, B.T., R.H. Miller & E.L. Corley, 1967a. Sources of variation in ratios of total to part yield. *J. Dairy Sci.* 50:1917-1924.
- McDaniel, B.T., R.H. Miller, E.L. Corley & R.D. Plowman, 1967b. DHIA age adjustment factors for standardization to a mature basis. *Dairy Herd Improvement Letter*, ARS-44-188. U.S. Dep. Agr.
- McDaniel, B.T., 1973. Merits and problems of adjusting to other than mature age. *J. Dairy Sci.* 56:959-967.
- Miller, R.H., 1964. Biases in the estimation of the regression of milk production on age. *J. Dairy Sci.* 47:855-860.
- Miller, R.H., W.R. Harvey, K.A. Tabler, B.T. McDaniel & E.L. Corley, 1966. Maximum likelihood estimates of age effects. *J. Dairy Sci.* 49:65-73.
- Miller, P.D. & C.R. Henderson, 1968. Seasonal age correction factors by maximum likelihood. *J. Dairy Sci.* 51:958 (Abstr.).
- Miller, R.H., B.T. McDaniel & R.D. Plowman, 1968a. Effects of errors in the age adjustment of first lactations. *J. Dairy Sci.* 51:378-384.
- Miller, R.H., B.T. McDaniel & R.D. Plowman, 1968b. Comparison of three methods of sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 51:782-791.
- Miller, R.H. & N.W. Hooven, Jr., 1969. Factors affecting whole- and part-lactation milk yield and fat percentage in a herd of Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 52:1588-1600.
- Miller, P.D., W.E. Lenz & C.R. Henderson, 1970a. Joint influence of month and age of calving on milk yield of Holstein cows in the Northeastern United States. *J. Dairy Sci.* 53:351-357.
- Miller, R.H., B.T. McDaniel & F.N. Dickinson, 1970b. Regression of mature equivalent production on age at calving. *J. Dairy Sci.* 53:453-459.

- Miller, R.H., N.W. Hooven, Jr., J.W. Smith, W.R. Harvey & M.E. Creegan, 1972a. Modified regression for estimating total lactation from part-lactation yields. *J. Dairy Sci.* 55:208-213.
- Miller, R.H., R.E. Pearson, M.H. Fohrman & M.E. Creegan, 1972b. Methods of projecting complete lactation production from part-lactation yield. *J. Dairy Sci.* 55:1602-1606.
- Miller, P.D., 1973. A recent study of age adjustment. *J. Dairy Sci.* 56:952-958.
- Pearson, R.E. & A.E. Freeman, 1971. Standardization of part and complete milk and milk fat production records. *J. Dairy Sci.* 55:581-588.
- Pirchner, F., 1960. Anteil von Erbgut und Umwelt an Betriebsunterschieden in Milchleistung. *Z. Tierz. Züchtbiol.* 74:168-180.
- Pirchner, F., 1970. Eignung verschiedener Vergleichsdurchschnitte zur Nachkommenprüfung beim Rind. *Z. Tierz. Züchtbiol.* 87:20-41.
- Powell, R.L., P.W. Spike & C.E. Meadows, 1973. Characteristics of first lactations. *J. Dairy Sci.* 56:812-816.
- Rausch, W.H., E.W. Brum & H.L. Barr, 1968. Relationships between predicted differences and percentage of incomplete records for artificial insemination sires. *J. Dairy Sci.* 51:976 (Abstr.).
- Reece, R.P., 1958. Mammary gland development and function. The endocrinology of reproduction (J.T. Velardo, ed.) pp. 213-240. Oxford University Press, Inc. New York.
- Rittler, A., H. Moser, D. Fewson & F. Werkmeister, 1967. Milchleistungsprüfungen beim Rind als Grundlage für die Zuchtwertschätzung. I. Ausschaltung von Umwelteinflüssen mit Hilfe der "Betriebszahl" und des Erstkalbealters. *Z. Tierz. Züchtbiol.* 84:161-178.
- Rønningen, K. & T. Gjerdem, 1966. Effect of age and season of kidding on milk yields in goat. *Meld. Norges Landbrukshøgskole*, 44. No. 29.
- Sanders, H.G., 1927. The variations in milk yields caused by season of the year, service, age, and dry period, and their elimination. Part I. Season of the year. *J. Agr. Sci.* 17:339-359.
- Sanders, H.G., 1928a. The variations in milk yields caused by season of the year, service, age, and dry period, and their elimination. Part III. Age. *J. Agr. Sci.* 18:46-67.
- Sanders, H.G., 1928b. The variations in milk yields caused by season of the year, service, age, and dry period, and their elimination. Part IV. Dry period, and standardization of yields. *J. Agr. Sci.* 18:209-251.
- Sargent, F.D., K.R. Butcher & J.E. Legates, 1967. Environmental influences on milk constituents. *J. Dairy Sci.* 50:177-184.

- Schaeffer, L.R. & C.R. Henderson, 1972. Effects of days dry and days open on Holstein milk production. *J. Dairy Sci.* 55:107-112.
- Scheer, P.L., 1965. Onvolledige melklijsten en hun betekenis voor de fokwaardebeoordeling van stieren. *De Keurstamboeker* 13:567-568.
- Schlote, W., 1972. Die Aufrechnung und Verwendung unvollständiger Färsenkaltationen für die Zuchtwertschätzung von Bullen. *Z. Tierr. Züchtbiol.* 89:265-279.
- Searle, S.R. & C.R. Henderson, 1959. Establishing age-correction factors related to the level of herd production. *J. Dairy Sci.* 42:824-835.
- Searle, S.R. & C.R. Henderson, 1960. Judging the effectiveness of age-correction factors. *J. Dairy Sci.* 43:966-974.
- Searle, S.R., 1962. Age and herd effects in New Zealand dairy cow records. *J. Dairy Sci.* 45:82-85.
- Searle, S.R., 1971. *Linear Models*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 532 pp.
- Sikkes, S.J., 1975. Een onderzoek naar de invloed van de tussenkalftijd op de melkproduktie per lactatie. Scriptie afdeling Veeteelt. Landbouwhogeschool Wageningen.
- Smith, J.W. & J.E. Legates, 1962. Relation of days open and days dry to lactation milk and fat yields. *J. Dairy Sci.* 45:1192-1198.
- Snedecor, G.W. & W.G. Cochran, 1967. *Statistical methods*. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A., 593 pp.
- Spike, P.W. & A.E. Freeman, 1967. Environmental influences on monthly variation in milk constituents. *J. Dairy Sci.* 50:1897-1904.
- Stichting Centrale Melkcontrole Dienst, 1973. Jaarverslag 1973. 'Veeteelthuis', Arnhem.
- Sybrandy, S.R., 1965. Melkindexen van stieren en aantallen afgebroken melklijsten van hun dochters. *De Keurstamboeker* 13:449.
- Sybrandy, S.R., 1970a. De berekening van de standaardkoe in het kader van de melkproduktiecontrole. *Bedrijfsontwikkeling* 1 (editie Veehouderij): 37-41.
- Sybrandy, S.R., 1970b. De produktie-vererving van stieren. *Bedrijfsontwikkeling* 1 (editie Veehouderij):43-47.
- Syrstad, O., 1960. Avkomsgransking av okser. Ei drøfting av noen methodiske spørsmål. (Summary in English). *Meld. Norges Landbrukshøgskole* 39:1-35.
- Syrstad, O., 1964. Studies on dairy herd records. I. Evaluation of incomplete records. *Acta agr. Scand.* 14:129-149.
- Syrstad, O., 1965. Studies on dairy herd records. II. Effect of age and season of calving. *Acta agr. Scand.* 15:31-64.
- Van Vleck, L.D. & C.R. Henderson, 1961a. Estimates of genetic parameters of some functions of part lactation milk records. *J. Dairy Sci.* 44:1073-1084.

- Van Vleck, L.D. & C.R. Henderson, 1961b. Regression factors for extending part lactation milk records. *J. Dairy Sci.* 44:1085-1092.
- Van Vleck, L.D. & C.R. Henderson, 1961c. Ratio factors for adjusting monthly test-day data for age and season of calving and ratio factors for extending part lactation records. *J. Dairy Sci.* 44:1093-1102.
- Van Vleck, L.D. & C.R. Henderson, 1961d. Regression factors for predicting a succeeding complete lactation milk record from part lactation records. *J. Dairy Sci.* 44:1322-1327.
- Van Vleck, L.D. & C.R. Henderson, 1961e. Extending part lactation milk records by regression ignoring herd effects. *J. Dairy Sci.* 44:1519-1528.
- Van Vleck, L.D., L.H. Wadell & C.R. Henderson, 1961. Components of variance associated with milk and fat records of artificially served Holstein daughters. *J. Anim. Sci.* 20:812-816.
- Van Vleck, L.D., 1962. Effect of incomplete records on sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 45:1511-1515.
- Van Vleck, L.D., 1963. Regression of records on herd mate averages. *J. Dairy Sci.* 46:846-849.
- Wilton, J.W., E.B. Burnside & J.C. Rennie, 1967. The effects of days dry and days open on the milk and butterfat production of Holstein-Friesian cattle. *Can. J. An. Sci.* 47:85-90.
- Wismans, W.M.G., 1973. De rangordebepaling van stieren op grond van nakomelingen-onderzoek. Scriptie afdeling Veeteelt. Landbouwhogeschool Wageningen.
- Witt, M., D. Flock & U.E. Pfeleiderer, 1969. Untersuchungen über den Verlauf von Laktationskurven auf der Grundlage täglicher Milch- und Fettkontrollen. I. Systematische Einflüsse. *Z. Tierz. Züchtbiol.* 86:1-29.
- Wood, P.D.P., 1968. Factors affecting persistency of lactation in cattle. *Nature (Lond.)* 218:894.
- Wood, P.D.P., 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Anim. Prod.* 11:307-316.
- Wood, P.D.P., 1970. The relationship between the month of calving and milk production. *Anim. Prod.* 12:253-259.
- Wood, P.D.P., 1972. A note on seasonal fluctuations in milk production. *Anim. Prod.* 15:89-92.
- Wunder, W.W. & L.D. McGilliard, 1967. Seasons of calving and their interactions with age for lactational milk yield. *J. Dairy Sci.* 50:986-987.
- Ødegård, A.K., 1965. A study of some factors affecting reproductive efficiency in Norwegian red cattle. *Acta agr. Scand.* 15:204-212.

Bijlage 1. Gemiddelde dagproductie naar leeftijdsklasse en seizoen (materiaal A).

| Leef-<br>tijds-<br>klasse <sup>1</sup> | Seizoens-<br>klasse <sup>2</sup> | n   | Lactatiedag |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|----------------------------------|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                        |                                  |     | 30          | 70    | 110   | 150   | 190   | 230   | 270   |
| 1                                      | 1                                | 6   | 14,65       | 13,68 | 12,90 | 13,65 | 12,87 | 12,10 | 10,62 |
|                                        | 2                                | 52  | 16,12       | 15,21 | 14,44 | 13,87 | 12,98 | 11,41 | 9,42  |
|                                        | 3                                | 88  | 16,94       | 16,53 | 15,34 | 14,07 | 12,47 | 10,86 | 8,67  |
|                                        | 4                                | 206 | 16,82       | 16,17 | 14,15 | 12,61 | 10,90 | 8,93  | 7,37  |
|                                        | 5                                | 74  | 16,67       | 15,39 | 13,50 | 11,34 | 9,44  | 8,75  | 7,80  |
| 2                                      | 1                                | 24  | 16,61       | 14,55 | 12,03 | 11,97 | 11,28 | 10,67 | 10,74 |
|                                        | 2                                | 21  | 17,38       | 15,94 | 14,97 | 14,66 | 14,02 | 12,13 | 11,30 |
|                                        | 3                                | 57  | 17,22       | 16,56 | 15,47 | 14,03 | 12,58 | 10,92 | 9,88  |
|                                        | 4                                | 184 | 17,57       | 16,89 | 14,51 | 12,93 | 11,23 | 8,97  | 8,17  |
|                                        | 5                                | 208 | 17,06       | 15,51 | 13,37 | 11,41 | 9,73  | 8,94  | 8,54  |
| 3                                      | 1                                | 34  | 15,93       | 14,50 | 13,39 | 12,31 | 12,14 | 12,05 | 11,01 |
|                                        | 2                                | 53  | 18,64       | 17,37 | 16,15 | 15,24 | 14,59 | 12,40 | 10,56 |
|                                        | 3                                | 57  | 19,82       | 18,59 | 17,15 | 16,05 | 13,89 | 11,74 | 8,64  |
|                                        | 4                                | 62  | 21,18       | 19,99 | 16,92 | 14,83 | 12,32 | 9,43  | 7,22  |
|                                        | 5                                | 24  | 19,21       | 17,16 | 14,61 | 12,33 | 10,70 | 10,27 | 8,85  |
| 4                                      | 1                                | 50  | 21,02       | 17,82 | 14,69 | 13,67 | 13,05 | 12,12 | 10,85 |
|                                        | 2                                | 22  | 21,00       | 19,33 | 17,06 | 15,55 | 14,52 | 12,62 | 9,82  |
|                                        | 3                                | 58  | 22,39       | 20,43 | 18,58 | 16,55 | 14,24 | 12,00 | 8,76  |
|                                        | 4                                | 253 | 22,36       | 20,77 | 17,78 | 15,78 | 13,09 | 10,07 | 7,72  |
|                                        | 5                                | 214 | 22,49       | 19,37 | 16,60 | 13,65 | 11,42 | 10,08 | 8,74  |
| 5                                      | 1                                | 19  | 22,54       | 19,47 | 17,58 | 15,76 | 14,95 | 13,96 | 11,61 |
|                                        | 2                                | 33  | 22,73       | 20,62 | 18,60 | 16,98 | 15,77 | 13,64 | 11,11 |
|                                        | 3                                | 55  | 23,44       | 21,42 | 19,66 | 17,66 | 15,19 | 12,42 | 9,21  |
|                                        | 4                                | 71  | 23,68       | 22,36 | 18,75 | 16,25 | 13,92 | 10,04 | 7,47  |
|                                        | 5                                | 18  | 23,04       | 20,23 | 17,09 | 13,66 | 11,77 | 10,86 | 9,47  |
| 6                                      | 1                                | 43  | 24,22       | 20,08 | 16,81 | 15,68 | 14,87 | 14,15 | 12,19 |
|                                        | 2                                | 43  | 24,95       | 22,50 | 20,40 | 18,81 | 17,60 | 15,10 | 12,16 |
|                                        | 3                                | 83  | 25,07       | 23,42 | 21,10 | 18,52 | 16,34 | 13,34 | 9,68  |
|                                        | 4                                | 260 | 25,36       | 23,72 | 20,24 | 17,83 | 14,84 | 11,30 | 8,53  |
|                                        | 5                                | 196 | 25,16       | 22,01 | 18,98 | 15,82 | 12,97 | 11,14 | 9,28  |
| 7                                      | 1                                | 67  | 24,98       | 21,83 | 18,51 | 16,89 | 15,27 | 13,78 | 11,71 |
|                                        | 2                                | 63  | 25,60       | 22,81 | 20,52 | 18,76 | 17,66 | 15,40 | 11,93 |
|                                        | 3                                | 166 | 26,54       | 24,97 | 22,36 | 20,40 | 17,55 | 14,52 | 10,50 |
|                                        | 4                                | 437 | 26,47       | 25,05 | 21,17 | 18,67 | 15,71 | 12,00 | 8,67  |
|                                        | 5                                | 311 | 26,36       | 23,44 | 20,29 | 16,56 | 13,83 | 11,71 | 9,58  |
| 8                                      | 1                                | 27  | 25,04       | 21,51 | 17,62 | 16,59 | 15,36 | 14,28 | 12,33 |
|                                        | 2                                | 19  | 25,74       | 23,91 | 20,92 | 19,29 | 18,22 | 14,72 | 11,49 |
|                                        | 3                                | 57  | 26,99       | 25,51 | 23,33 | 20,71 | 18,32 | 15,35 | 10,70 |
|                                        | 4                                | 145 | 27,06       | 26,03 | 22,07 | 19,59 | 16,46 | 12,23 | 8,75  |
|                                        | 5                                | 140 | 27,23       | 24,49 | 21,17 | 17,50 | 14,21 | 12,24 | 9,89  |
| Age<br>class <sup>1</sup>              | Season<br>class <sup>2</sup>     |     | Test day    |       |       |       |       |       |       |

1. Zie tabel 3/see Table 3

2. Zie tabel 4/see Table 4

Appendix 1. Average test day yield for classes by age and season (Material A).

Bijlage 2. Verhouding tussen 300-dagen- en deellijstproducties naar leeftijds-  
klasse en seizoen (materiaal A).

| Leeftijds-<br>klasse <sup>1</sup> | Seizoens-<br>klasse <sup>2</sup> | Deellijstlengte (dagen) |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                   |                                  | 40                      | 70   | 120  | 160  | 200  | 240  | 280  |
| 1                                 | 1                                | 6,61                    | 3,39 | 2,32 | 1,75 | 1,41 | 1,20 | 1,06 |
|                                   | 2                                | 6,33                    | 3,17 | 2,16 | 1,66 | 1,36 | 1,17 | 1,04 |
|                                   | 3                                | 6,07                    | 3,03 | 2,06 | 1,59 | 1,32 | 1,15 | 1,04 |
|                                   | 4                                | 5,63                    | 2,81 | 1,94 | 1,53 | 1,29 | 1,14 | 1,04 |
|                                   | 5                                | 5,39                    | 2,75 | 1,92 | 1,53 | 1,30 | 1,15 | 1,04 |
| 2                                 | 1                                | 5,68                    | 2,96 | 2,12 | 1,67 | 1,39 | 1,20 | 1,06 |
|                                   | 2                                | 6,19                    | 3,15 | 2,17 | 1,67 | 1,36 | 1,18 | 1,05 |
|                                   | 3                                | 6,00                    | 3,00 | 2,05 | 1,59 | 1,32 | 1,15 | 1,04 |
|                                   | 4                                | 5,54                    | 2,76 | 1,92 | 1,52 | 1,28 | 1,13 | 1,04 |
|                                   | 5                                | 5,31                    | 2,73 | 1,92 | 1,53 | 1,31 | 1,15 | 1,04 |
| 3                                 | 1                                | 6,17                    | 3,18 | 2,20 | 1,72 | 1,42 | 1,21 | 1,06 |
|                                   | 2                                | 6,04                    | 3,09 | 2,12 | 1,64 | 1,35 | 1,16 | 1,04 |
|                                   | 3                                | 5,73                    | 2,91 | 2,01 | 1,55 | 1,30 | 1,14 | 1,04 |
|                                   | 4                                | 5,21                    | 2,62 | 1,84 | 1,46 | 1,24 | 1,11 | 1,03 |
|                                   | 5                                | 5,24                    | 2,71 | 1,92 | 1,54 | 1,31 | 1,15 | 1,04 |
| 4                                 | 1                                | 5,27                    | 2,79 | 2,01 | 1,16 | 1,35 | 1,17 | 1,05 |
|                                   | 2                                | 5,61                    | 2,88 | 2,01 | 1,58 | 1,31 | 1,15 | 1,04 |
|                                   | 3                                | 5,40                    | 2,78 | 1,93 | 1,51 | 1,28 | 1,13 | 1,03 |
|                                   | 4                                | 5,19                    | 2,63 | 1,85 | 1,46 | 1,24 | 1,11 | 1,03 |
|                                   | 5                                | 4,90                    | 2,58 | 1,83 | 1,48 | 1,27 | 1,14 | 1,04 |
| 5                                 | 1                                | 5,54                    | 2,91 | 2,05 | 1,61 | 1,35 | 1,17 | 1,05 |
|                                   | 2                                | 5,67                    | 2,91 | 2,02 | 1,59 | 1,32 | 1,15 | 1,04 |
|                                   | 3                                | 5,45                    | 2,80 | 1,94 | 1,52 | 1,28 | 1,13 | 1,03 |
|                                   | 4                                | 5,11                    | 2,58 | 1,82 | 1,45 | 1,23 | 1,11 | 1,03 |
|                                   | 5                                | 5,00                    | 2,60 | 1,84 | 1,49 | 1,28 | 1,14 | 1,04 |
| 6                                 | 1                                | 5,17                    | 2,77 | 2,00 | 1,60 | 1,35 | 1,17 | 1,05 |
|                                   | 2                                | 5,65                    | 2,91 | 2,03 | 1,59 | 1,32 | 1,15 | 1,04 |
|                                   | 3                                | 5,49                    | 2,78 | 1,93 | 1,52 | 1,27 | 1,12 | 1,03 |
|                                   | 4                                | 5,17                    | 2,62 | 1,84 | 1,46 | 1,24 | 1,11 | 1,03 |
|                                   | 5                                | 4,93                    | 2,57 | 1,82 | 1,47 | 1,26 | 1,13 | 1,04 |
| 7                                 | 1                                | 5,27                    | 2,76 | 1,97 | 1,56 | 1,32 | 1,16 | 1,04 |
|                                   | 2                                | 5,60                    | 2,88 | 2,02 | 1,58 | 1,32 | 1,15 | 1,04 |
|                                   | 3                                | 5,57                    | 2,81 | 1,95 | 1,52 | 1,28 | 1,13 | 1,03 |
|                                   | 4                                | 5,20                    | 2,62 | 1,84 | 1,46 | 1,24 | 1,11 | 1,03 |
|                                   | 5                                | 4,98                    | 2,58 | 1,82 | 1,46 | 1,26 | 1,13 | 1,03 |
| 8                                 | 1                                | 5,30                    | 2,77 | 2,00 | 1,59 | 1,34 | 1,17 | 1,05 |
|                                   | 2                                | 5,68                    | 2,87 | 2,01 | 1,57 | 1,31 | 1,14 | 1,04 |
|                                   | 3                                | 5,61                    | 2,84 | 1,95 | 1,53 | 1,28 | 1,12 | 1,03 |
|                                   | 4                                | 5,27                    | 2,64 | 1,84 | 1,46 | 1,23 | 1,10 | 1,03 |
|                                   | 5                                | 5,03                    | 2,59 | 1,82 | 1,46 | 1,26 | 1,13 | 1,03 |

Age class<sup>1</sup>      Season class<sup>2</sup>      Part lactation length (days)

1. Zie tabel 3/see Table 3

2. Zie tabel 4/see Table 4

Appendix 2. Ratio between 300-day yield and part lactation yields for classes by  
age and season (Material A).

Bijlage 3. Verhoudingen tussen 300-dagen- en deellijstproduktie per leeftijds-  
klasse binnen bedrijfsniveau (materiaal A).

| Deellijst-<br>lengte<br>(dagen)                                  | Leeftijdsklasse <sup>1</sup> |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                  | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| <i>Bedrijfsniveau I<sup>2</sup>/Herd level I<sup>2</sup></i>     |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| 40                                                               | 5,752                        | 5,581 | 5,495 | 5,134 | 5,190 | 5,124 | 5,117 | 5,284 |
| 80                                                               | 2,942                        | 2,874 | 2,820 | 2,686 | 2,685 | 2,673 | 2,658 | 2,700 |
| 120                                                              | 2,042                        | 2,020 | 1,964 | 1,909 | 1,892 | 1,894 | 1,881 | 1,901 |
| 160                                                              | 1,598                        | 1,592 | 1,549 | 1,517 | 1,509 | 1,503 | 1,496 | 1,505 |
| 200                                                              | 1,335                        | 1,331 | 1,303 | 1,286 | 1,278 | 1,273 | 1,269 | 1,272 |
| 240                                                              | 1,161                        | 1,161 | 1,145 | 1,137 | 1,130 | 1,128 | 1,125 | 1,127 |
| 280                                                              | 1,044                        | 1,045 | 1,040 | 1,038 | 1,037 | 1,035 | 1,033 | 1,034 |
| <i>Bedrijfsniveau II<sup>2</sup>/Herd level II<sup>2</sup></i>   |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| 40                                                               | 5,954                        | 5,825 | 5,615 | 5,324 | 5,277 | 5,351 | 5,407 | 5,406 |
| 80                                                               | 3,007                        | 2,956 | 2,873 | 2,755 | 2,731 | 2,751 | 2,762 | 2,754 |
| 120                                                              | 2,073                        | 2,058 | 2,004 | 1,939 | 1,918 | 1,932 | 1,932 | 1,932 |
| 160                                                              | 1,614                        | 1,608 | 1,571 | 1,536 | 1,517 | 1,527 | 1,527 | 1,519 |
| 200                                                              | 1,345                        | 1,340 | 1,317 | 1,295 | 1,284 | 1,289 | 1,288 | 1,283 |
| 240                                                              | 1,168                        | 1,165 | 1,153 | 1,141 | 1,134 | 1,138 | 1,135 | 1,132 |
| 280                                                              | 1,047                        | 1,046 | 1,043 | 1,039 | 1,036 | 1,038 | 1,037 | 1,035 |
| <i>Bedrijfsniveau III<sup>2</sup>/Herd level III<sup>2</sup></i> |                              |       |       |       |       |       |       |       |
| 40                                                               | 5,866                        | 5,952 | 5,748 | 5,487 | 5,720 | 5,408 | 5,431 | 5,433 |
| 80                                                               | 2,969                        | 2,994 | 2,917 | 2,819 | 2,889 | 2,769 | 2,758 | 2,763 |
| 120                                                              | 2,055                        | 2,070 | 2,025 | 1,965 | 2,005 | 1,939 | 1,926 | 1,924 |
| 160                                                              | 1,610                        | 1,614 | 1,585 | 1,549 | 1,574 | 1,535 | 1,520 | 1,519 |
| 200                                                              | 1,345                        | 1,342 | 1,325 | 1,304 | 1,318 | 1,295 | 1,283 | 1,279 |
| 240                                                              | 1,167                        | 1,167 | 1,157 | 1,145 | 1,151 | 1,141 | 1,133 | 1,130 |
| 280                                                              | 1,047                        | 1,047 | 1,043 | 1,040 | 1,042 | 1,039 | 1,036 | 1,035 |

Part  
lactation  
length  
(days)

Age class<sup>1</sup>

1. Zie tabel 3/see Table 3
2. Zie tabel 5/see Table 5

Appendix 3. Ratio between 300-day yield and part lactation yield for age classes  
within herd level (Material A).

Bijlage 4. Lineaire regressiecoëfficiënten van 300-dagenproductie op deellijst-productie naar leeftijdsklasse en seizoen (materiaal A).

| Leef-<br>tijds-<br>klasse <sup>1</sup> | Seizoens-<br>klasse <sup>2</sup> | n   | Deellijstlengte (dagen) |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|----------------------------------|-----|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                        |                                  |     | 40                      | 80    | 120   | 160   | 200   | 240   | 280   |
| 1                                      | 1                                | 6   | 7,188                   | 3,481 | 2,440 | 1,848 | 1,500 | 1,272 | 1,099 |
|                                        | 2                                | 52  | 4,454                   | 2,831 | 2,021 | 1,566 | 1,306 | 1,306 | 1,148 |
|                                        | 3                                | 88  | 3,586                   | 2,080 | 1,577 | 1,371 | 1,221 | 1,115 | 1,033 |
|                                        | 4                                | 206 | 3,764                   | 2,334 | 1,824 | 1,510 | 1,319 | 1,167 | 1,059 |
|                                        | 5                                | 74  | 4,392                   | 2,559 | 1,904 | 1,523 | 1,283 | 1,150 | 1,054 |
| 2                                      | 1                                | 24  | 2,929                   | 2,210 | 1,713 | 1,584 | 1,423 | 1,251 | 1,102 |
|                                        | 2                                | 21  | 5,285                   | 2,918 | 2,135 | 1,686 | 1,450 | 1,259 | 1,128 |
|                                        | 3                                | 57  | 4,503                   | 2,574 | 1,839 | 1,512 | 1,280 | 1,129 | 1,042 |
|                                        | 4                                | 184 | 4,597                   | 2,636 | 1,974 | 1,577 | 1,340 | 1,175 | 1,063 |
|                                        | 5                                | 208 | 4,250                   | 2,520 | 1,864 | 1,507 | 1,314 | 1,174 | 1,064 |
| 3                                      | 1                                | 34  | 3,950                   | 2,586 | 2,009 | 1,597 | 1,328 | 1,148 | 1,033 |
|                                        | 2                                | 53  | 4,102                   | 2,510 | 1,917 | 1,549 | 1,322 | 1,172 | 1,065 |
|                                        | 3                                | 57  | 4,293                   | 2,281 | 1,610 | 1,319 | 1,167 | 1,077 | 1,007 |
|                                        | 4                                | 62  | 4,023                   | 2,467 | 1,885 | 1,537 | 1,323 | 1,165 | 1,055 |
|                                        | 5                                | 24  | 3,310                   | 2,066 | 1,562 | 1,272 | 1,191 | 1,134 | 1,054 |
| 4                                      | 1                                | 50  | 5,007                   | 2,733 | 2,001 | 1,608 | 1,338 | 1,152 | 1,044 |
|                                        | 2                                | 22  | 3,769                   | 2,258 | 1,653 | 1,449 | 1,309 | 1,193 | 1,075 |
|                                        | 3                                | 58  | 5,454                   | 2,783 | 1,907 | 1,544 | 1,286 | 1,129 | 1,030 |
|                                        | 4                                | 253 | 3,168                   | 2,173 | 1,727 | 1,452 | 1,276 | 1,146 | 1,054 |
|                                        | 5                                | 214 | 3,979                   | 2,459 | 1,826 | 1,492 | 1,307 | 1,173 | 1,069 |
| 5                                      | 1                                | 19  | 3,657                   | 2,657 | 2,000 | 1,579 | 1,291 | 1,146 | 1,074 |
|                                        | 2                                | 33  | 4,487                   | 2,272 | 1,599 | 1,299 | 1,138 | 1,052 | 1,003 |
|                                        | 3                                | 55  | 4,260                   | 2,436 | 1,758 | 1,492 | 1,320 | 1,178 | 1,069 |
|                                        | 4                                | 71  | 4,402                   | 2,643 | 1,960 | 1,549 | 1,319 | 1,156 | 1,047 |
|                                        | 5                                | 18  | 4,021                   | 2,462 | 1,943 | 1,605 | 1,425 | 1,253 | 1,096 |
| 6                                      | 1                                | 43  | 4,805                   | 2,966 | 2,185 | 1,750 | 1,434 | 1,204 | 1,075 |
|                                        | 2                                | 43  | 4,702                   | 2,724 | 1,977 | 1,580 | 1,356 | 1,213 | 1,089 |
|                                        | 3                                | 83  | 4,125                   | 2,184 | 1,643 | 1,412 | 1,250 | 1,126 | 1,031 |
|                                        | 4                                | 260 | 4,019                   | 2,436 | 1,879 | 1,550 | 1,326 | 1,166 | 1,057 |
|                                        | 5                                | 196 | 4,010                   | 2,436 | 1,773 | 1,452 | 1,276 | 1,156 | 1,059 |
| 7                                      | 1                                | 67  | 4,449                   | 2,648 | 1,938 | 1,598 | 1,345 | 1,190 | 1,070 |
|                                        | 2                                | 63  | 5,275                   | 2,835 | 1,977 | 1,578 | 1,310 | 1,165 | 1,068 |
|                                        | 3                                | 166 | 4,397                   | 2,424 | 1,741 | 1,447 | 1,266 | 1,134 | 1,040 |
|                                        | 4                                | 437 | 3,873                   | 2,343 | 1,830 | 1,501 | 1,286 | 1,137 | 1,042 |
|                                        | 5                                | 311 | 4,097                   | 2,480 | 1,806 | 1,467 | 1,276 | 1,149 | 1,051 |
| 8                                      | 1                                | 27  | 3,256                   | 3,256 | 2,334 | 1,763 | 1,385 | 1,170 | 1,041 |
|                                        | 2                                | 19  | 5,875                   | 3,057 | 2,020 | 1,564 | 1,327 | 1,167 | 1,049 |
|                                        | 3                                | 57  | 4,141                   | 2,267 | 1,685 | 1,463 | 1,279 | 1,145 | 1,040 |
|                                        | 4                                | 145 | 3,925                   | 2,343 | 1,780 | 1,473 | 1,277 | 1,128 | 1,041 |
|                                        | 5                                | 140 | 3,925                   | 2,363 | 1,761 | 1,452 | 1,288 | 1,173 | 1,073 |

Age class<sup>1</sup>      Season class<sup>2</sup>      Part lactation length (days)

1. Zie tabel 3/see Table 3

2. Zie tabel 5/see Table 4

Appendix 4. Linear coefficient of regression of 300-day yield on part lactation yield for classes by age and by season (Material A).

Bijlage 5. Correlatiecoëfficiënt tussen deellijst- en 300-dagen produktie naar leeftijdsklasse en seizoen (materiaal A).

| Leeftijds-<br>klasse <sup>1</sup> | Seizoens-<br>klasse <sup>2</sup> | Deellijstlengte (dagen)      |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |                                  | 40                           | 80    | 120   | 160   | 200   | 240   | 280   |
| 1                                 | 1                                | 0,924                        | 0,932 | 0,961 | 0,979 | 0,988 | 0,990 | 0,992 |
|                                   | 2                                | 0,739                        | 0,864 | 0,916 | 0,953 | 0,972 | 0,985 | 0,993 |
|                                   | 3                                | 0,749                        | 0,826 | 0,866 | 0,910 | 0,942 | 0,971 | 0,989 |
|                                   | 4                                | 0,734                        | 0,829 | 0,895 | 0,934 | 0,962 | 0,981 | 0,992 |
|                                   | 5                                | 0,754                        | 0,847 | 0,899 | 0,936 | 0,956 | 0,977 | 0,992 |
| 2                                 | 1                                | 0,435                        | 0,610 | 0,736 | 0,841 | 0,909 | 0,954 | 0,983 |
|                                   | 2                                | 0,836                        | 0,894 | 0,933 | 0,951 | 0,969 | 0,983 | 0,994 |
|                                   | 3                                | 0,789                        | 0,885 | 0,915 | 0,945 | 0,969 | 0,983 | 0,994 |
|                                   | 4                                | 0,818                        | 0,884 | 0,927 | 0,952 | 0,968 | 0,983 | 0,993 |
|                                   | 5                                | 0,731                        | 0,824 | 0,876 | 0,909 | 0,947 | 0,974 | 0,990 |
| 3                                 | 1                                | 0,743                        | 0,848 | 0,926 | 0,956 | 0,972 | 0,983 | 0,991 |
|                                   | 2                                | 0,696                        | 0,793 | 0,868 | 0,910 | 0,945 | 0,973 | 0,988 |
|                                   | 3                                | 0,915                        | 0,926 | 0,933 | 0,946 | 0,962 | 0,980 | 0,993 |
|                                   | 4                                | 0,783                        | 0,877 | 0,922 | 0,946 | 0,969 | 0,985 | 0,995 |
|                                   | 5                                | 0,736                        | 0,776 | 0,801 | 0,838 | 0,900 | 0,957 | 0,987 |
| 4                                 | 1                                | 0,758                        | 0,840 | 0,904 | 0,944 | 0,965 | 0,979 | 0,992 |
|                                   | 2                                | 0,608                        | 0,743 | 0,803 | 0,885 | 0,928 | 0,962 | 0,988 |
|                                   | 3                                | 0,848                        | 0,884 | 0,912 | 0,946 | 0,969 | 0,985 | 0,995 |
|                                   | 4                                | 0,699                        | 0,791 | 0,870 | 0,915 | 0,951 | 0,977 | 0,992 |
|                                   | 5                                | 0,744                        | 0,845 | 0,887 | 0,915 | 0,945 | 0,972 | 0,991 |
| 5                                 | 1                                | 0,653                        | 0,839 | 0,903 | 0,944 | 0,964 | 0,979 | 0,989 |
|                                   | 2                                | 0,862                        | 0,891 | 0,912 | 0,929 | 0,951 | 0,968 | 0,986 |
|                                   | 3                                | 0,772                        | 0,812 | 0,848 | 0,901 | 0,940 | 0,972 | 0,993 |
|                                   | 4                                | 0,775                        | 0,878 | 0,926 | 0,947 | 0,968 | 0,984 | 0,996 |
|                                   | 5                                | 0,821                        | 0,873 | 0,920 | 0,945 | 0,971 | 0,991 | 0,997 |
| 6                                 | 1                                | 0,767                        | 0,843 | 0,908 | 0,938 | 0,958 | 0,973 | 0,989 |
|                                   | 2                                | 0,857                        | 0,900 | 0,928 | 0,955 | 0,968 | 0,981 | 0,991 |
|                                   | 3                                | 0,803                        | 0,847 | 0,884 | 0,928 | 0,957 | 0,978 | 0,992 |
|                                   | 4                                | 0,759                        | 0,844 | 0,905 | 0,942 | 0,967 | 0,984 | 0,994 |
|                                   | 5                                | 0,769                        | 0,869 | 0,903 | 0,925 | 0,953 | 0,979 | 0,992 |
| 7                                 | 1                                | 0,736                        | 0,818 | 0,878 | 0,927 | 0,952 | 0,977 | 0,990 |
|                                   | 2                                | 0,789                        | 0,878 | 0,917 | 0,941 | 0,962 | 0,980 | 0,993 |
|                                   | 3                                | 0,837                        | 0,892 | 0,924 | 0,951 | 0,971 | 0,985 | 0,995 |
|                                   | 4                                | 0,719                        | 0,825 | 0,898 | 0,936 | 0,963 | 0,982 | 0,994 |
|                                   | 5                                | 0,751                        | 0,858 | 0,901 | 0,930 | 0,957 | 0,979 | 0,993 |
| 8                                 | 1                                | 0,749                        | 0,860 | 0,925 | 0,957 | 0,974 | 0,984 | 0,994 |
|                                   | 2                                | 0,886                        | 0,923 | 0,926 | 0,932 | 0,957 | 0,971 | 0,983 |
|                                   | 3                                | 0,795                        | 0,852 | 0,886 | 0,929 | 0,958 | 0,980 | 0,994 |
|                                   | 4                                | 0,740                        | 0,830 | 0,895 | 0,930 | 0,958 | 0,979 | 0,993 |
|                                   | 5                                | 0,744                        | 0,819 | 0,863 | 0,902 | 0,939 | 0,971 | 0,991 |
| Age<br>class <sup>1</sup>         | Season<br>class <sup>2</sup>     | Part lactation length (days) |       |       |       |       |       |       |

1. Zie tabel 3/see Table 3

2. Zie tabel 4/see Table 4

Appendix 5. Coefficient of correlation between 300-days yield and part lactation yield for classes by age and by season (Material A).

Bijlage 6. Lineaire regressiecoëfficiënten van resterend deel van de Lactatie op laatste proefmelking naar leeftijdsklasse en seizoen (materiaal A).

| Leeftijds-<br>klasse <sup>1</sup> | Seizoens-<br>klasse <sup>2</sup> | Deellijstlengte (dagen) |       |       |       |       |      |      |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|                                   |                                  | 40                      | 80    | 120   | 160   | 200   | 240  | 280  |
| 1                                 | 1                                | 208,8                   | 187,7 | 167,0 | 122,2 | 81,5  | 57,1 | 17,0 |
|                                   | 2                                | 148,4                   | 135,5 | 122,7 | 77,7  | 58,4  | 40,8 | 15,8 |
|                                   | 3                                | 113,3                   | 90,8  | 86,8  | 87,8  | 67,9  | 44,0 | 15,8 |
|                                   | 4                                | 117,3                   | 117,8 | 116,8 | 90,8  | 72,5  | 40,7 | 17,4 |
|                                   | 5                                | 140,9                   | 124,5 | 119,9 | 78,6  | 67,2  | 50,3 | 19,6 |
| 2                                 | 1                                | 96,0                    | 101,1 | 99,2  | 113,2 | 101,5 | 59,7 | 18,4 |
|                                   | 2                                | 158,7                   | 119,0 | 122,9 | 99,9  | 87,0  | 44,0 | 19,7 |
|                                   | 3                                | 144,3                   | 129,2 | 103,8 | 94,0  | 65,1  | 47,2 | 16,1 |
|                                   | 4                                | 143,2                   | 130,8 | 125,6 | 100,0 | 74,0  | 41,4 | 18,1 |
|                                   | 5                                | 137,3                   | 118,3 | 108,9 | 85,5  | 75,9  | 51,5 | 19,2 |
| 3                                 | 1                                | 132,3                   | 140,1 | 137,9 | 96,8  | 74,1  | 40,7 | 17,9 |
|                                   | 2                                | 130,4                   | 142,3 | 123,0 | 100,6 | 74,6  | 46,8 | 20,1 |
|                                   | 3                                | 137,1                   | 108,2 | 77,6  | 80,1  | 69,2  | 51,3 | 15,9 |
|                                   | 4                                | 121,7                   | 131,5 | 118,1 | 104,3 | 77,8  | 46,0 | 20,1 |
|                                   | 5                                | 113,0                   | 94,1  | 97,2  | 71,1  | 89,8  | 54,9 | 20,0 |
| 4                                 | 1                                | 164,7                   | 131,5 | 114,8 | 98,3  | 76,4  | 43,1 | 18,6 |
|                                   | 2                                | 117,7                   | 100,5 | 98,0  | 101,7 | 90,0  | 52,2 | 17,0 |
|                                   | 3                                | 173,9                   | 143,9 | 112,1 | 107,0 | 70,6  | 46,0 | 16,0 |
|                                   | 4                                | 99,7                    | 101,6 | 111,5 | 91,7  | 64,8  | 39,4 | 17,1 |
|                                   | 5                                | 120,8                   | 122,8 | 98,4  | 79,0  | 73,2  | 51,4 | 19,0 |
| 5                                 | 1                                | 129,8                   | 127,1 | 122,9 | 78,6  | 57,1  | 41,0 | 23,2 |
|                                   | 2                                | 131,6                   | 109,0 | 89,6  | 67,1  | 59,5  | 44,9 | 17,0 |
|                                   | 3                                | 131,3                   | 101,9 | 87,5  | 97,1  | 78,6  | 47,1 | 17,8 |
|                                   | 4                                | 145,2                   | 136,8 | 123,4 | 88,8  | 71,6  | 45,5 | 18,7 |
|                                   | 5                                | 116,8                   | 128,2 | 133,5 | 98,9  | 94,5  | 53,1 | 18,1 |
| 6                                 | 1                                | 141,5                   | 136,8 | 133,2 | 111,5 | 75,6  | 42,4 | 17,7 |
|                                   | 2                                | 149,9                   | 139,9 | 115,4 | 91,0  | 81,2  | 49,3 | 17,7 |
|                                   | 3                                | 177,8                   | 102,2 | 100,1 | 96,8  | 74,8  | 50,3 | 18,2 |
|                                   | 4                                | 111,1                   | 126,0 | 121,2 | 99,6  | 68,2  | 43,7 | 16,4 |
|                                   | 5                                | 126,7                   | 116,4 | 90,6  | 79,8  | 74,0  | 49,1 | 17,6 |
| 7                                 | 1                                | 138,1                   | 120,0 | 114,0 | 105,5 | 76,1  | 47,2 | 18,6 |
|                                   | 2                                | 156,1                   | 132,6 | 111,4 | 100,1 | 64,0  | 48,2 | 17,3 |
|                                   | 3                                | 139,2                   | 116,3 | 100,1 | 97,9  | 71,1  | 48,2 | 18,3 |
|                                   | 4                                | 112,0                   | 114,9 | 114,9 | 91,7  | 65,3  | 40,4 | 16,9 |
|                                   | 5                                | 128,0                   | 123,4 | 104,2 | 83,1  | 73,2  | 50,3 | 18,0 |
| 8                                 | 1                                | 204,4                   | 159,8 | 115,8 | 111,4 | 68,3  | 47,8 | 19,0 |
|                                   | 2                                | 172,4                   | 150,2 | 111,3 | 87,6  | 76,9  | 44,9 | 17,5 |
|                                   | 3                                | 125,8                   | 104,6 | 94,0  | 105,5 | 73,0  | 51,9 | 17,0 |
|                                   | 4                                | 110,4                   | 113,1 | 90,3  | 91,8  | 60,6  | 38,2 | 17,5 |
|                                   | 5                                | 113,1                   | 100,8 | 91,7  | 77,4  | 75,3  | 51,6 | 18,7 |

Age class<sup>1</sup>      Season class<sup>2</sup>      Part lactation length (days)

1. Zie tabel 3/see Table 3

2. Zie tabel 4/see Table 4

Appendix 6. Linear coefficient of regression of remainder of lactation on last test-day yield by classes of age and season (Material A).