585 Beretning fra
Statens Husdyrbrugsforsøg

L. Gjøl Christensen, B. Vesth
J. Jørgensen og N. Andersen

Selektion for høj og lav smørfedtydelse

Selection for high and low butterfat yield

With English summary and subtitles

I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1985

FORORD

Selektionsforsøg med kvæg må i sagens natur være langvarige, og for at frembringe sikre forsøgsresultater må de tillige omfatte et stort antal forsøgsdyr. Nærværende beretning omfatter resultater fra et selektionsforsøg, i hvilket det i løbet af 11 års stærk selektion er fremavlet to linier af RDM køer med henholdsvis høj og lav kapacitet for mælkeproduktionsegenskaberne. Som omtalt på beretningens side 35 har forsøget - hvoraf væsentlige dele vil fortsætte i de kommende år - haft flere formål: at verificere værdien af det stedfindende avlsarbejde for smørfedtydelse, at undersøge de korrelerede effekter af stærk og énsidig selektion for ydelse, samt at etablere linier der er stærkt afvigende i genetisk kapacitet for smørfedtydelse. Sådanne linier udgør et enestående materiale til dyberegående undersøgelser over mælkesyntesens fysiologi. De forsøgsmæssigt mest værdifulde dyr fra de fremavlede linier er derfor nu samlet på Kalø Gods, hvor de vil blive videreført og videreudviklet. Disse dyr vil i de følgende år blive gjort til genstand for basale fysiologisk/genetiske undersøgelser.

Forsøget har været gennemført parallelt på forsøgsstationerne Bellinge ved Nykøbing F, Østerhåb ved Horsens, Hulsbjerggård på Samsø og på Tyregården ved Tødsø på Mors.
Alle forsøgsværter og ansatte på forsøgsgårdene i forsøgsperioden bedes modtage Afdelingen for Forsøg med Kvæg og Får's hjerteligste tak for fortrinligt samarbejde gennem alle årene. Uden denne positive medvirken kunne forsøget ikke have været gennemført på forsvarlig vis.
Dr. agro. B. B. Andersen og K. Sejrsen Ph. D., takkes for omhyggelig gennemgang af manuskriptet og sidstnævnte desuden for hjælp ved udarbejdelse af beretningens afsnit 5. Lic. agro. J. Pedersen, lic. agro. P. Madsen og J. Jensen takkes for mange værdifulde diskussioner, især vedrørende de anvendte analysemetoder.

Forsøgsanlæg Foulum, marts 1985
A. Neimann-Sørensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

		Side
FORORD		3
INDHOLDSFORTEGNELSE		4
LIST OF CONTENTS		8
SAMMENDRAG		12
SUMMARY		15
1	INDLEDNING	22
2	BAGGRUND OG FORMÅL	25
2.1	Forsøgets baggrund	25
2.1.1	Eksempler fra selektionsforsøg	25
2.1.2	Korrelerede effekter	32
2.1.3	Avlsplaner og R-tal	33
2.1.4	Vekselvirkning mellem arv og miljø	34
2.1.5	Fysiologisk genetik	34
2.2	Forsøgets formål	35
3	MATERIALE OG METODER	36
3.1	Udgangsmaterialet	37
3.1.1	Station 1 (Mors)	37
3.1.2	Station 2 (Østerhåb og Hulsbjerggård)	37
3.1.3	Station 3 og 4 (Bellinge)	38
3.2	Forsøgsplanen	38
3.3	Fodring og management	42
3.3.1	Køerne	42
3.3.2	Kvierne	44

		Side
3.3.3	Kalvene	45
3.4	Registrering og indsamling af data	45
3.5	Datamaterialet	46
3.6	Analysemetoder	49
4	RESULTATER OG DISKUSSION	50
4.1	Ydelsesegenskaberne	50
4.1.1	Materiale og analysemetoder	51
4.1.2	Gentagelseskoefficienter og miljøeffekter	52
4.1.3	Direkte selektionseffekter	56
4.1.4	Vekselvirkning mellem station og hold	61
4.1.5	Variationsbredde og tyreeffekter	63
4.1.6	Indirekte selektionseffekter	66
4.1.7	Laktationskurver og persistens	71
4.1.8	Sammenhæng mellem avlsværdital og ydelse	81
4.1.9	Moder-datter sammenligninger	85
4.2	Kælvnings- og fødselsegenskaberne	89
4.2.1	Materiale og analysemetoder	89
4.2.2	Effekt af station, år, sæson, køn og alder	91
4.2.3	Korrektion af grunddata	95
4.2.4	Sammenhæng mellem egenskaberne	97
4.2.5	Effekt af kalvefædre og morfædre	100
4.2.6	Effekt af holdindelingen	101
4.2.7	Indirekte selektionseffekter	101
4.3	Vægt og tilvækst	105
4.3.1	Materiale og analysemetoder	105
4.3.2	Effekt af holdinddelingen	106
4.3.3	Effekt af station, år, sæson og generation	106
4.3.4	Indirekte selektionseffekter	109
4.3.5	Sammenhæng mellem alder, vægt, tilvækst og smørfedtydelse	111

		Side
4.3.6	Moder-datter sammenligninger	114
4.4	Kropsmål	115
4.4.1	Materiale og analysemetoder	115
4.4.2	Effekt af holdinddelingen	116
4.4.3	Effekt af de miljømæssige faktorer	116
4.4.4	Indirekte selektionseffekter	117
4.4.5	Sammenhæng mellem kropsmål, vægt og smørfedtydelse ..	118
4.4.6	Udvikling fra 1. til 3. laktation	120
4.4.7	Bestemmelse af kødernes vægt ud fra kropsmål	121
4.4.8	Moder-datter sammenligninger	123
4.5	Frugtbarhedsegenskaberne	124
4.5.1	Materiale og analysemetoder	125
4.5.2	Effekt af station, år, sæson, generation og alder ...	126
4.5.3	Indirekte selektionseffekter	128
4.5.4	Sammenhæng mellem frugtbarhed og ydelse	130
4.5.5	Sammenhæng mellem frugtbarhed hos kvier og køer	132
4.6	Malkbarhedsegenskaberne	134
4.6.1	Materiale og analysemetoder	134
4.6.2	Effekt af miljømæssige faktorer	137
4.6.3	Effekt af ydelsesniveauet	139
4.6.4	Sammenhæng mellem målinger i samme laktation	142
4.6.5	Sammenhæng mellem samme egenskab i forskellige laktationer	143
4.6.6	Sammenhæng mellem de enkelte malkbarhedsegenskaber ...	144
4.6.7	Effekt af holdinddelingen	145
4.6.8	Indirekte selektionseffekter	146
4.6.9	Moder-datter sammenligninger	148
4.7	Afgangsprocenter og afgangsårsager	149
4.7.1	Materiale og analysemetoder	150
4.7.2	Effekt af miljømæssige faktorer	151
4.7.3	Afgangsprocenter og afgangsårsager	151
4.7.4	Indirekte selektionseffekter	153

Side

5 FYSIOLOGISKE UNDERSØGELSER 155

6 SAMMENFATTENDE DISKUSSION 159

LITTERATUR 167

LIST OF CONTENTS

		Page
PREFACE		3
DANISH LIST OF CONTENTS		4
ENGLISH LIST OF CONTENTS		8
DANISH SUMMARY		12
ENGLISH SUMMARY		15
1	INTRODUCTION	22
2	BACKGROUND AND OBJECTIVES	25
2.1	The background of the experiment	25
2.1.1	Examples of selections experiments	25
2.1.2	Correlated responces	32
2.1.3	Breeding schemes and R-indexes	33
2.1.4	Geneotype x enviromental interaction	34
2.1.5	Physiologic genetics	34
2.2	The objectives of the experiment	35
3	MATERIAL AND METHODS	36
3.1	The foundation material	37
3.1.1	Station 1 (Mors)	37
3.1.2	Station 2 (Østerhåb og Hulsbjerggård)	37
3.1.3	Station 3 og 4 (Bellinge)	38
3.2	The experimental plan	38
3.3	Feeding and management	42
3.3.1	The cows	42
3.3.2	The heifers	44

		Page
3.3.3	The calves	45
3.4	Recording and collection of data	45
3.5	The data material	46
3.6	Methods of analysis	49
4	RESULTS AND DISCUSSION	50
4.1	The milk production traits	50
4.1.1	Material and methods	51
4.1.2	Coefficients of repeatability and enviromental effects	52
4.1.3	Direct effects of selection	56
4.1.4	Interaction between station and group	61
4.1.5	Variation and sire effects	63
4.1.6	Indirect effects of selection	66
4.1.7	Lactation curves and persistency	71
4.1.8	Correlation between breding values and yield	81
4.1.9	Daughter-dam comparisons	85
4.2	Calving and birth traits	89
4.2.1	Material and methods	89
4.2.2	Effect of station, year, season, sex and age	91
4.2.3	Adjustments of data	95
4.2.4	Correlations between traits	97
4.2.5	Effect of sires of calves and dams	100
4.2.6	Effect of grouping	101
4.2.7	Indirect effects of selection	101
4.3	Body weight and weight gain	105
4.3.1	Material and methods	105
4.3.2	Effect of grouping	106
4.3.3	Effect of station, year, season and generation	106
4.3.4	Indirect effects of selection	109
4.3.5	Correlation between age, weight, daily gain and fat yield	111

		Page
4.3.6	Daughter-dam comparisons	114
4.4	Body measurements	115
4.4.1	Material and methods	115
4.4.2	Effect of grouping	116
4.4.3	Effect of enviromental factors	116
4.4.4	Indirect effects of selection	117
4.4.5	Correlation between body measurements, body weight and fat yield	118
4.4.6	Development from 1st to 3rd lactation	120
4.4.7	Determination of the body weight of the cows based on body measurements	121
4.4.8	Daughter-dam comparisons	123
4.5	Fertility traits	124
4.5.1	Material and methods	125
4.5.2	Effect of station, year, season, generation and age ..	126
4.5.3	Indirect effects of selection	128
4.5.4	Correlation between fertility and yield	130
4.5.5	Correlation between heifer and cow fertility	132
4.6	Milkability traits	134
4.6.1	Material and methods	134
4.6.2	Effect of enviromental factors	137
4.6.3	Effect of the level of production	139
4.6.4	Correlation between measurements within lactation ...	142
4.6.5	Correlation between the same trait in different lactations	143
4.6.6	Correlation between the different milkability traits..	144
4.6.7	Effect of grouping	145
4.6.8	Indirect effects of selection	146
4.6.9	Daughter-dam comparisons	148
4.7	Culling percentages and reasons for culling	149
4.7.1	Material and methods	150
4.7.2	Effekt of enviromental factors	151
4.7.3	Culling rate and reasons	151

Page

4.7.4 Indirect effects of selection 153

5 PHYSIOLOGIC INVESTIGATIONS 155

6 DISCUSSION 159

REFERENCES 167

SAMMENDRAG

I 1972 blev der ved Afdelingen for Forsøg med Kvæg og Får igangsat et stort selektionsforsøg med RDM. Det eneste udvælgelseskriterium var 305 dages smørfedtydelse i 1. laktation. Forsøget blev gennemført på fire forsøgsstationer, der hver især havde plads til ca. 60 køer. Ved forsøgets start blev dyrene indenfor hver station inddelt i tre hold: Hold H (høj ydelse), hold M (middel ydelse) og hold L (lav ydelse). Til køerne på hold H, blev der udelukkende anvendt tyre med meget høje R-tal. Til hold M blev der anvendt tyre med R-tal = 100, og til hold L blev der anvendt tyre med meget lave R-tal. Det gennemsnitlige R-tal var 28.4 enheder højere for tyrene anvendt til hold H end for tyrene anvendt til hold L.

Hovedformålet med forsøget var at undersøge, i hvilken grad stærk selektion for smørfedtydelse vil resultere i, at andre egenskaber ændrer sig i positiv eller negativ retning. Desuden var der ønsker om at fremavle tre linier af køer, der som følge af deres kendte og vidt forskellige genetiske kapacitet for smørfedtproduktion, ville være velegnede som forsøgsdyr med henblik på at klarlægge, hvilke hormonale og andre fysiologiske og biokemiske processer, den stærke selektion for smørfedtydelse har indvirket på.

For 1. laktations 305 dages smørfedtydelse fandtes en genetisk forskel mellem hold H og hold L på mere end 20%. I 2. laktation var forskellen reduceret til ca. 80% af forskellen i 1. laktation, og i 3. laktation var forskellen yderligere reduceret og udgjorde kun 50% af forskellen i 1. laktation. Selektion for smørfedtydelse medførte en næsten lige så stor procentvis ændring i protein- og mælkemængden (86 og 88%), samt en mindre ændring i fedtprocenten (12%). I løbet af de første tre 305 dages laktationsperioder ydede køerne på hold H 2.254 kg mælk, 114 kg smørfedt og 91 kg protein mere end hold L. Analyserne tyder på, at den genetiske forskel mellem hold H og hold L vil stabilisere sig på ca. 30% i de kommende år. I både 1. og 2. laktation havde køerne på hold L højere daglig tilvækst end køerne på hold H, der til gengæld havde 65% større daglig tilvækst end hold

L i 3. laktation. Ved afslutningen af 3. laktation var vægtforskellen med de to hold ikke signifikant forskellig fra 0. Dette indikerer, at køer med anlæg for stor smørfedtproduktion i højere grad end køer med lavere ydelseskapacitet favoriserer dannelsen af mælk, smørfedt og protein frem for dannelsen af kropsvæv i de to første laktationer.

Kvierne på hold H havde gennemgående lettere ved at kælve end kvierne på hold L, hvilket sandsynligvis tildels skyldes, at kalvene på hold H i gennemsnit var 1.7 kg lettere ved fødslen end kalvene på hold L. Både kvier og køer på hold H havde i gennemsnit længere drægtighedsperioder end de tilsvarende dyr på hold L.

Der var næsten ingen forskel mellem holdenes alder og vægt ved første kælvning, men ved slutningen af 2. laktation vejede køerne på hold L 33 kg mere end køerne på hold H. Ved slutningen af 3. laktation (305 dage) var vægtforskellen mellem de to hold reduceret til 8 kg. Bortset fra hoftebredden var der svag tendens til, at hold L havde større kropsmål end hold H.

Der blev ikke fundet signifikante forskelle mellem holdenes frugtbarhedsegenskaber. Der var dog en tendens til, at kvierne på hold H havde bedre frugtbarhed end kvierne på hold L, medens det omvendte var tilfældet hos første kalvs køerne på de to hold.
Der blev fundet positiv sammenhæng mellem dyrenes frugtbarhed som kvier og deres smørfedtproduktion i 1. laktation. Kvier, der var drægtige 50 dage efter første inseminering, gav 14 kg smørfedt mere i 1. laktation end kvier, der ikke var drægtige på dette tidspunkt.

Køerne på hold L havde gennemgående 9 til 12% bedre malkbarhed end køerne på hold H, hvilket indikerer at stærk selektion for smørfedtydelse kan resultere i en genetisk forringelse af malkbarhedsegenskaberne. Der blev ikke fundet signifikante forskelle mellem holdenes afgangsprocenter i opdrætningsperioden eller i første, anden og tredie laktation.

Ved hjælp af moder-datter sammenligninger blev der beregnet heritabiliteter for en række egenskaber. For mælkproduktionsegenskaberne varierede heritabiliteterne fra 0.30 til 0.47, og for kødernes vægt

ved første, anden og tredie kælvning blev heritabiliteten henholdsvis, 0.0, 0.49 og 0.38. For skulderhøjden blev heritabiliteten, 0.60, for brystdybde 0.30, for brystomfang 0.24 og for hoftebredde 0.20.

De højeste heritabiliteter fandtes for malkbarhedsegenskaberne (0.44 til 0.64). Der blev desuden fundet høje gentagelseskoefficienter fra laktation til laktation for disse egenskaber (0.74 til 0.82).

Både tyrekalve og køer fra hold H og hold L har været anvendt som forsøgsdyr i en del fysiologiske undersøgelser. Andre forsøg på dette område er igang for øjeblikket og flere vil følge efter i de kommende år. Det primære formål med disse forsøg er at klarlægge hvilke fysiologiske egenskaber, der adskiller dyr med høj avlsværdi for smørfedtydelse fra dyr med lav avlsværdi. Resultaterne fra de første forsøg på dette område har været lovende.

SUMMARY

Experimental plan

In 1972 a large selection experiment with Red Danish Cattle was initiated in Denmark. The only selection criterion was the 305 days butterfat yield in 1st lactation. Four different stations, each with approximately 60 cows and a corresponding number of young stock were available for the experiment. Within each station the foundation females (generation 0) were divided into three groups of equal phenotypic and genetic quality and of equal size. The groups were randomly designated: group H (high yield), group M (medium yield) and group L (low yield). Each year 3 to 6 bulls were selected among all bulls of the last sample of progeny tested bulls in the whole country. The bulls were selected solely on their estimated breeding value for butterfat production and made out the very highest, the medium and the very lowest ranking bulls in each sample. The females of group H, M and L were served with high, medium and low ranking bulls respectively. Table 3.1 gives a summary of the selected bulls. It is seen that the difference between the estimated breeding values of the high and the low ranking bulls was 28.4%.

In order to replace the genes of the foundation females with genes of the selected bulls as fast as possible within the experimental herds, the generation interval was kept as short as possible. This was done mainly through a high rate of replacement. Thus the cows were replaced as soon as they had finished a 305 days 3rd lactation, and all liveborn female calves were included in the experiment. No culling of females took place except for individuals with very serious problems or with poor fertility.

Objectives

The main objectives of the experiment were:

* To examine the genetic consequences (direct and correlated responses) of strong selection for high and low butterfat yield.

* To produce three groups of cows suitable for experimental purposes in relation to physiological genetics and genotype x environmental interactions.

* To compare the breeding value of the very best cows in group H with that of conventional bull dams.

Milk production traits

The actual response to selection for fat yield in the first and second generation was in close agreement with the expectations (Figure 4.1). The difference between group H and group L amounted to more than 20% in the 1st generation and slightly more in the 2nd generation (Table 4.6 and 4.8).

Two of the bulls used in group L had relatively high yielding daughters (Table 4.12), and one bull used in group M had very low yielding daughters. Approximately 10 percent of the cows in group L gave extremely low fat yield (less than 80 kg) in 1st lactation. 40% of these cows were daughters of one bull (Table 4.11). This may indicate that this bull could carry one or a few major genes with large negative effect on fat yield. Such genes are very difficult to detect on field data because the very low yielding cows are generally culled before having completed 1st lactation. Ignoring the extremely low yielding cows from group L, the distribution of 1st lactation fat yield was very similar for group H and group L (Figure 4.2).
The selection for fat yield resulted in large responses in milk and protein and some response in fat% (Table 4.14).
In second and third lactation the difference in fat yield between group H and group L amounts to approximately 80% and 50% of the difference in first lactation, respectively (Table 4.6 and 4.8). A contributory reason for this equalization in later lactations may be a differential growth pattern. The cows in group H had 65% larger weight gain in third lactation than cows in group L, which in return had grown faster than group H in first and second lactation. At 305 days of third lactation the difference in weight between group H and group L was not significant different from zero. These results indicate that cows with low genetic capacity for fat yield convert more

feed to growth of body tissue than cows with high genetic capacity, especially in 1st and 2nd lactation.
In Average the cows in group H produced 2,254 kg milk, 114 kg fat and 91 kg protein more than group L in the first three lactations (Table 4.15).
There were no significant differences between the shape of the lactation curves for the three groups (Figure 4.5 to 4.9), but due to the lower yield, the cows of group L was dry three weeks longer than the cows of group H (Table 4.16).

Calving performance

An analysis of the calving performance showed that group H cows had easier calvings than group L cows. The main reason could be that the calves from group H were born 1.7 kg lighter than group L calves. In spite of this, the average gestation length in group H was considerably longer than in group L (Table 4.26). One reason for this may be that the cows in group L had larger body weight at calving than cows in group H. It is therefore likely that the difference in birth weight between the two groups is due to better conditions of the calves of group L rather than to larger skeleton measurements. All calving traits were highly significant influenced by both the sire and the maternal grandsire of the calves.

Body weight and weight gain

Both with respect to age and weight at first calving the three groups were very similar. The average age and body weight of all cows at first calving were 842 days and 478 kg respectively. The difference between group H and L for these two traits was 5 days and -2 kg, respectively.
Through first and second lactation the cows from group L had approximately 40 g higher daily gain than the cows from group H. At 305 days of second lactation the average weight of group L was 33 kg higher than that of group H. In third lactation the daily gain was 31 g higher for group H than for group L and the weight difference between the two groups was reduced to 8 kg (Table 4.30 and 4.31).

Correlations between the weights of the cows at different age are given in Table 4.32.
From Table 4.33 it appears that the correlations between birth weight and the same individuals' fat yield in different lactations were small but positive for group H and negative for group L. In first lactation the correlation between weight at calving and fat yield was positive (0.24) but in second lactation no significant correlation between these two traits was found, and in third lactation the correlation was small and negative. Negative correlations were found between fat yield and daily gain during the lactation and body weight at end of lactation.

Body measurements

Differences in body measurements between groups were small (Table 4.36). The correlations between the various body measurements, and between fat yield and body measurements are given in Table 4.37. The correlations between the same body measurements in different lactations are shown in Table 4.38.

Fertility

Generally there was a positive correlation between the fertility of the heifers and the their fat production in first lactation (Table 4.46). Thus the heifers which were pregnant 50 days after first insemination yielded 14 kg fat more than the non-pregnant heifers. This was opposite in first lactation, where the early pregnant cows yielded less than the other cows.
Even non-significant there was a clear tendency that the heifers in group H had better fertility than those in group L but for cows in first lactation the tendency was reverse.

Milkability

The milkability traits were considerably better in the middle part of the lactation than in the first part, and better in second lacta-

tion than in first (Table 4.51). The regressions of average milk flow and effective milking time on the daily milk yield were curvelinear (Figure 4.18 and 4.19). A doubling of the daily milk yield results in a 50% increase in milking time. The repeatability of the milkability measurements in different lactations was high, ranging from 0.74 to 0.82 (Table 4.54). Generally, group L had 9 to 12% better milkability than group H. This indicates that strong selection for fat yield may have a negative effect on the milkability traits (Table 4.57). It is therefore recommended that attention should be paid to milkability in the present breeding schemes for dairy cows.

Mortality and culling

Mortality percentage and disposals in different periods are presented in Table 4.61. The most frequent reasons for mortality in the period from birth to one year of age were enteritis and pneumonia. In the period from one year of age to first calving and in first and second lactation poor fertility and digestive diseases were the major disposal reasons. The reason for poor fertility accounting for most of the cullings was the experimental rules which aimed at low calving age and short calving intervals. In third lactation udder and teat diseases were the most frequent reasons for culling. Generally, the culling rate among cows was higher in group L than in group H, but the differences were small and insignificant (Table 4.63).

Daughter-dam comparisons

Since records of three generations of cows were available it was possible to estimate heritabilities by means of daughter-dam comparisons. The estimate of heritability for first lactation milk production traits was: 0.33 for fat, 0.40 for milk, 0.30 for protein, 0.47 for fat% and 0.40 for protein%. The within group estimates were higher for group H than for group L (Table 4.21). Also, the regressions of the daughters' yield in second and third lactation on the dams' yield in first lactation were relatively high (Table 4.20).

The regressions of the daughters' body weight at first calving on the dams' weight at first calving were close to zero indicating that this trait is mainly determined by feeding and management. In contrast, the heritability estimates for birth weight and for weight at second and third calving were relatively high: 0.42, 0.46 and 0.38, respectively.

As far as the body measurements are concerned the height at withers had the highest heritability (0.60). The corresponding figures for depth of chest, heart girth and width at hips were 0.36, 0.24 and 0.20, respectively.

The daughter-dam heritability estimates for all milkability traits were high, ranging from 0.44 to 0.64. Since these traits were highly correlated, it is recommended to include only one of these traits in the selection index for sires and cows. The trait selected could be either the average flow or the milking time both of which can be measured without use of special equipment.

Physiological investigations

Because of the large genetic difference between group H and group L the individuals from these groups are suitable for different experimental purposes. A few physiological experiments have already been carried out both on male calves and on cows from group H and L. Other experiments in this area are now in progress and others will follow. The primary objective of these experiments is to identify in which physiological trait the two genetic groups differ from each other. Results from the experiments based on individuals from group H and L are summarized in Chapter 5.

Potential bull dams

Recent investigations have shown that the average genetic superiority of bull dams in practice is 15 to 20 kg fat. In the present investigations it was found that the genetic difference between group H and L was at least 25 kg fat. It is therefore assumed that as far as fat production is concerned the genetic value of unselected cows from group H is very equal to the genetic value of conventional bull

dams. In the following generations the genetic value of group H will increase further. It is therefore expected that the best cows from group H are superior to the conventional bull dams with respect to fat yield. Strong selection among group H cows with much weight on secondary traits such as udder, teats and legs could therefore result in a few acceptable bull dams. In that case the bull dams from group H would phenotypically be characterized by lower yield than the conventional bull dams even though they are genetically superior. As far as the secondary traits are concerned, it is more doubtful whether selected cows from group H are able to compete with conventional bull dams, mainly because of limited scope for selection within group H, which is today reduced to approximately 50 cows.

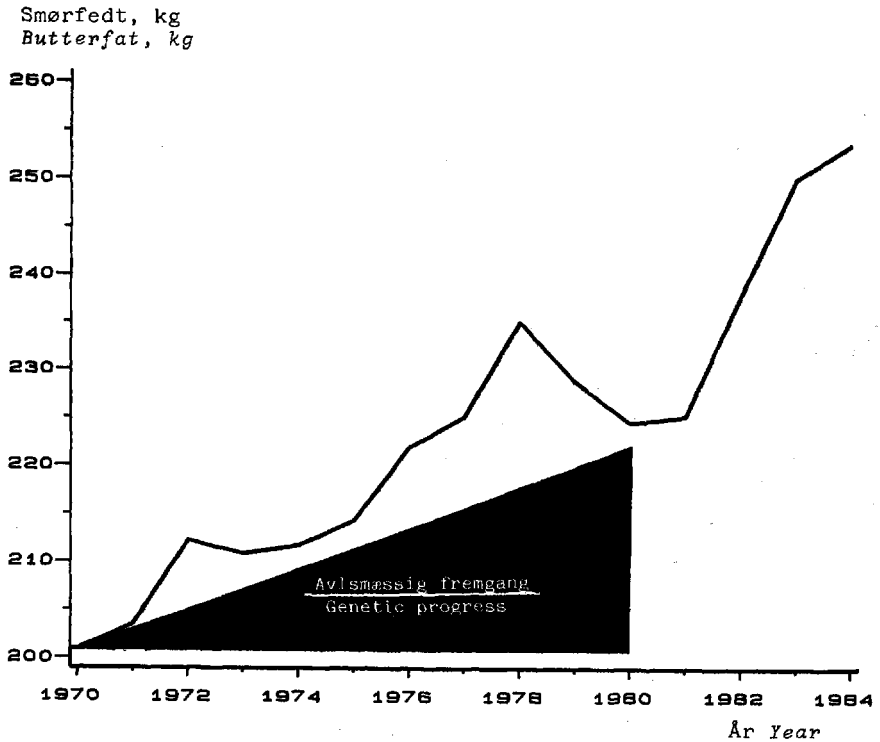
1 INDLEDNING

Næsten overalt i den vestlige del af verden ofres der i dag betydelige summer på avlsarbejde. Således er avlsarbejdet med de fleste kvægracer nu lagt i faste rammer, som tager sigte på at frembringe mere produktive og brugsvenlige dyr.

Herhjemme spillede kvægets eksteriørmæssige egenskaber tidligere en meget dominerende rolle i avlsarbejdet, men efterhånden som ydelseskontrollen fik større tilslutning, blev der dog lagt mere vægt på produktionsegenskaberne. Denne udvikling, blev forstærket ved etableringen af de mange afkomsprøvestationer landet over, begyndende i 1945.
Smørfedtydelsen fik efterhånden førsteprioritet i avlsarbejdet, og de avlsplaner, der blev lanceret i 411. beretning fra Forsøgslaboratoriet (Petersen et al., 1973), tog primært sigte på at belyse de avlsmæssige muligheder for at forbedre denne egenskab.

I figur 1.1 er vist, at der i de seneste år er sket en betydelig stigning i køernes årlige smørfedtydelse. Denne udvikling er ikke specifik for Danmark, men gælder også for mange andre lande. En del af fremgangen skyldes, at der i gennemsnit er sket en gunstig ændring af køernes miljøforhold, men der er ingen tvivl om, at køerne har ændret sig betydeligt i genetisk henseende i denne periode, og at dette har været årsag til en stor del af fremgangen. Således viser en lang række undersøgelser, (se oversigt af Christensen, 1980), at den gennemsnitlige avlsmæssige ydelsesfremgang hos flere racer gennem 70'erne var af en størrelsesorden på ca. 1% pr. år. Denne fremgang er i figuren symboliseret ved det skraverede område. Da genetiske ændringer af en race af flere årsager sker gradvist er ydelsesudviklingens urolige forløb er et udtryk for, at køerne i ydelsesmæssig henseende reagerer hurtigt og mærkbart på ændringer i miljøforholdene. De vigtigste miljøfaktorer i den henseende er kraftfodertildelingen og mængden og kvaliteten af grovfoderet.

Den store årlige avlsmæssige fremgang vil akkumuleres år for år, og der er intet, der tyder på, at den vil blive mindre i de kommende år. Tværtimod er det først i 80'ernes begyndelse, at effekten af de



Figur 1.1 Udviklingen i de kontrollerede køers smørfedtydelse.
The trend of the butterfat yield of the recorded cows.

avlsprogrammer, der blev igangsat i første halvdel af 70'erne, og den massive import af udenlandsk avlsmateriale må forventes at slå igennem for alvor. Der er derfor grund til at være opmærksom på, at kravene til andre egenskaber kan øges i takt med den produktionsmæssige fremgang, og at uheldige genetiske korrelationer, mellem ydelsesegenskaberne på den ene side og andre egenskaber på den anden, kan bevirke, at de sidst anførte egenskaber utilsigtet ændrer sig i negativ retning.

Et af hovedformålene med det selektionsforsøg, som denne beretning omhandler, var netop at søge klarlagt, hvorvidt stærk og énsidig udvælgelse for smørfedtydelse vil medføre, at også andre egenskaber ændrer sig i en sådan grad, at der bør tages hensyn til det i fremtidige avlsprogrammer.

I forsøget er der fremavlet en linie af køer (hold H), der, hvad angår det genetiske potentiale for smørfedtydelse, er mange år forud for racen som helhed. Ved at sammenligne dyr fra denne gruppe med dyr fra de andre grupper vil der fremover være særdeles gode muligheder for at få oplysninger om, hvilke egenskaber man især skal være opmærksom på ved planlægningen af det fremtidige avlsarbejde.

Et andet af forsøgets formål har været at fremavle genetisk forskellige linier, der er velegnede til at indgå i forsøg, der tager sigte på at klarlægge den fysiologiske baggrund for, at nogle køer genetisk er langt bedre udrustet til høj produktion end andre.

I beretningen er gjort rede for resultaterne fra forsøgets 1. fase, hvis hovedformål var at få etableret 3 forskellige genetiske linier. Efter 11 års selektion foreligger der nu produktions- og reproduktionsdata fra hele udgangsmaterialet, fra hovedparten af 1. generation, fra en stor del af 2. generation, samt fra få dyr af 3. generation.

2 BAGGRUND OG FORMÅL

2.1 Forsøgets baggrund

Avlsarbejdets hovedformål er at frembringe nye generationer af dyr, som rent genetisk er bedre end forældrene til at opfylde de krav, der stilles til dem. I hvilken grad denne forædling lykkes, og hvorvidt den på længere sigt har negativ effekt på andre områder, afhænger af en lang række faktorer. Af størst vigtighed er de selektionsmetoder og avlsprogrammer, der anvendes, samt den arvelige variation i de egenskaber, der ønskes ændret. Men desuden er det vigtigt at være opmærksom på eksistensen af genetiske korrelationer mellem disse primære egenskaber og andre egenskaber af betydning for racen.
Hvis heritabiliteterne for egenskaberne kendes, og man desuden har kendskab til deres fænotypiske og genetiske sammenhæng, er det muligt at forudsige, hvorledes egenskaberne vil ændre sig på kort sigt som følge af et givet avlsprogram. Imidlertid er det et problem at få fastlagt størrelsen af de nødvendige parametre med tilstrækkelig præcision. Dette gælder især de genetiske korrelationer, der dels er vanskelige at beregne og dels kan ændre sig efter en enkelt eller få generationers selektion.

En forudsigelse af de direkte og især de indirekte virkninger af en selektion er derfor forbundet med usikkerhed, ikke mindst hvis selektionen er stærk og/eller strækker sig over flere generationer. Af denne grund er det i mange situationer særdeles formålstjenligt at gennemføre selektionsforsøg. Herved bliver det muligt at få et sikrere og mere nuanceret kendskab til hvilke genetiske ændringer der, både på kort og på længere sigt, kan forventes at ske som følge af et givet avlsprogram.

2.1.1 Eksempler på selektionsforsøg

Faglitteraturen inden for den kvantitative genetik er meget rig på resultater fra selektionsforsøg med planter, med laboratoriedyr

(bananfluer, biller, mus, rotter osv.) og med mindre husdyr (fjerkræ, kaniner, svin m.v.) og kødkvæg.
De fleste af disse forsøg har været "to-vejs" forsøg, idet der har været selekteret både i opadgående og i nedadgående retning. Generelt har man opnået effekt af selektionen. I en del af forsøgene er selektionseffekten dog aftaget eller ophørt efter nogle få generationer. Dette forklares ofte ved, at de egenskaber, selektionen har været rettet mod, er styret af forholdsvis få arveanlæg, eller at udgangsmaterialet for selektionsgrupperne har været for lille. I andre forsøg har man fået fortsat effekt af selektionen i 50 generationer eller mere.
I det følgende er anført nogle få eksempler på resultater fra forskellige selektionsforsøg.

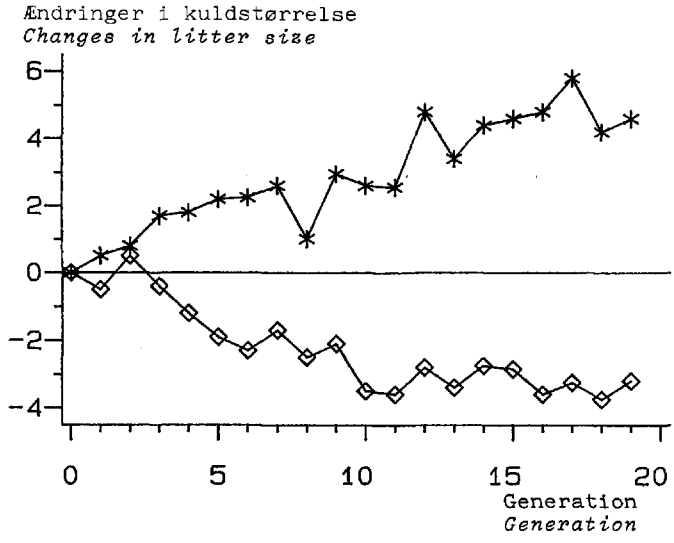
I staten Alberta i Canada blev der i 1958 påbegyndt et selektionsforsøg med canadisk korthornskvæg. Selektionskriteriet var dyrenes vægt ved 12 mdr. og der blev selekteret blandt både han- og hundyr (Andersen, 1973). Der blev kun selekteret i opadgående retning, og resultaterne blev målt som afvigelse fra en uselekteret kontrollinie. I perioden 1958-1970 steg den selekterede linies ét års vægt med 44 kg og dens daglige tilvækst med 112 g i forhold til kontrollinien. Samtidig steg fødselsvægten i den selekterede linie med 3 kg, og også på andre områder blev der konstateret indirekte effekter af den foretagne selektion.

På Norges Landbohøjskole blev der i 1965 startet et selektionsforsøg med svin af norsk landrace (Vangen, 1977). I den ene linie blev der selekteret på grundlag af et selektionsindeks, som honorerede lille spæktykkelse og høj tilvækst, og i den anden linie blev der selekteret for stor spæktykkelse og lav tilvækst. Efter ca. 10 års selektion var der opnået en forskel mellem de to linier på 21 mm spæktykkelse og 60 g daglig tilvækst.
Som det fremgår af figur 2.1, havde de to linier i dette forsøg udviklet sig meget forskelligt med hensyn til andre egenskaber, end dem selektionen var rettet imod.

For egenskaber med lav heritabilitet, f.eks. en frugtbarhedsegenskab som kuldstørrelse, har det også vist sig muligt at frembringe genetiske ændringer gennem selektion. I et hollandsk forsøg (Bakker, et

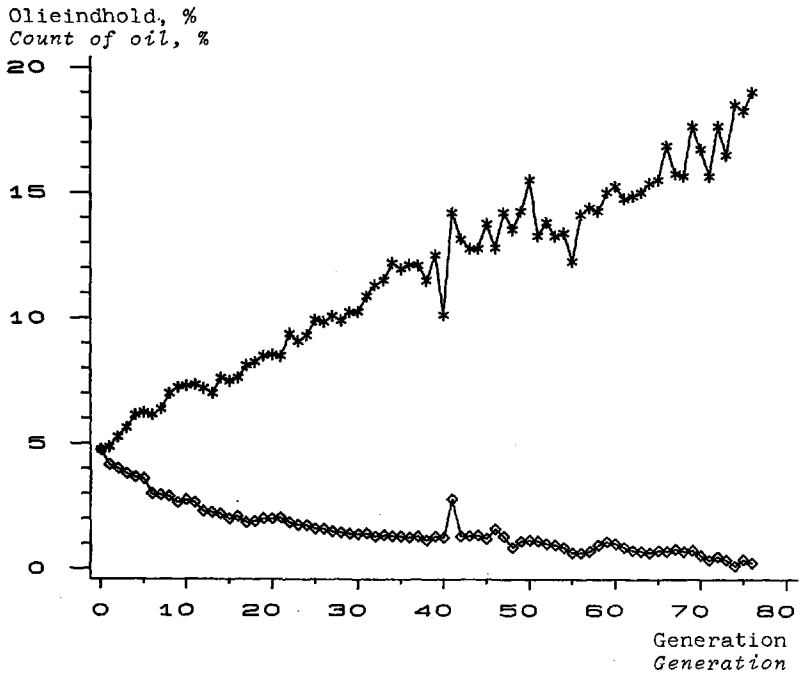
Figur 2.1 Eksempler på levende søer og slagteudskæringer fra de to selektionslinier i det norske selektionsforsøg, jvf. tekst.
Examples of live sows and carcass cuts from the two selected lines in the Norwegian selection experiment.

al., 1978) lykkedes det efter 25 generationers selektion at frembringe en musestamme, som gav en kuldstørrelse på 14.4 unger i gennemsnit mod ca. 8.0 i kontrollinien.
I et tilsvarende norsk forsøg (Joakimsen og Baker, 1977) blev der selekteret både i op- og nedadgående retning. Efter 10 generationers selektion var kuldstørrelsen for hold H næsten tre gange så stor som for hold L, se figur 2.2.



Figur 2.2 Ændringer i kuldstørrelsen hos mus ved 19 generationers selektion i to retninger. (mod. efter Joakimsen og Baker, 1977).
Changes in litter size in mice by 19 generations selection in two directions. (mod. after Joakimsen and Baker, 1977).

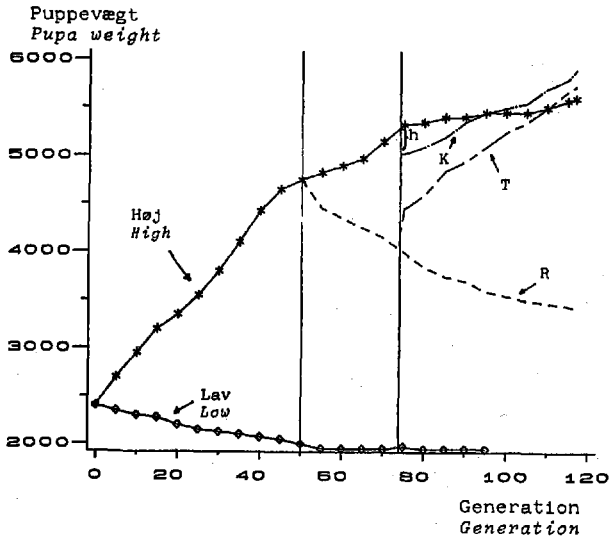
Et meget omtalt selektionsforsøg indenfor planteavlen (Dudley, 1976) blev startet allerede i 1896 i staten Illinois. I forsøget indgik 4 majslinier, hvoraf de to blev selekteret for henholdsvis højt og lavt olieindhold og de to andre for henholdsvis højt og lavt proteinindhold.
Efter 76 generationers selektion havde de to opadgående linier ændret sig med 20 genetiske spredningsenheder, og der var en forskel på 26 og 32 genetiske spredningsenheder mellem hold H og hold L for henholdsvis olie- og proteinindhold. Som det fremgår af figur 2.3, var der for olieliniernes vedkommende sket en firedobling af olieindholdet i den høje gruppe, medens olieindholdet i den lave gruppe var reduceret fra knap 5% og helt ned til 0.3%. Bemærkelsesværdigt er det, at efter 76 generationers selektion er der stadig intet tegn på, at det genetiske loft er nået i den høje linie, medens mulighe-



Figur 2.3 Olieindholdet i to majslinier efter 76 generationers selektion (mod. efter Dudley, 1976).
The content of oil in two lines of corn after 76 generations selection (mod. after Dudley, 1976).

den for yderligere nedgang i den lave linie i sagens natur snart er ved at være udtømt.

Som endnu et eksempel på et interessant forsøg med selektion i mange generationer kan anføres Enfield's (1979) forsøg med selektion for puppevægt hos en bille, Tribolium castaneum. Dette forsøgs hovedresultater er vist i figur 2.4. Som det fremgår, var der stærk og jævn effekt af selektionen i de første 50 generationer, og i de følgende 25 generationer var der stadig en betragtelig effekt, hvorefter der tilsyneladende nås et genetisk loft for den opadgående linie.



Figur 2.4 Effekt af selektion for puppevægt hos billen Tribolium castaneum (mod. efter Enfield, 1979).
Effect of selection for pupa weight of Tribolium casteneum (mod. after Enfield, 1979).

Efter 50 generationers selektion blev der af den opadgående linie dannet en ny linie (R), som ikke blev udsat for yderligere selektion (relaxed selection). Som det ses af figuren, forblev denne linie ikke på det høje niveau, men søgte automatisk tilbage mod gennemsnittet. I generation 74 blev denne linie opdelt i to, hvoraf den ene fortsatte med tilfældig parring, medens der i den anden (T) igen blev foretaget udvælgelse for stor puppevægt. Af figur 2.4 ses, at der straks efter at linie T er dannet, opnås stor effekt af selektionen, og at denne linie tilsyneladende vil nå et genetisk loft på et højere niveau end den oprindelige linie. Den opadgående linie bestod i virkeligheden af to underlinier, selekteret efter fuldstændig samme retningslinier. I generation 74 foretoges en krydsning mellem disse to linier for at danne en ny linie (K). Også i denne linie blev der derefter selekteret for stor puppevægt. Det er bemærkelsesværdigt, at der tilsyneladende var negativ heterosis (h) for puppestørrelsen. Også i denne linie var der stor effekt af selektionen i

de første generationer efter dens dannelse, men efterhånden nås der et genetisk loft, som tilsyneladende ligger lidt højere end for de to andre linier.
Alt i alt lykkedes det at ændre puppestørrelsen i de oprindelige selektionslinier med ca. 30 genetiske spredningsenheder. Til sammenligning kan anføres, at den genetiske spredning for f.eks. mælkeydelse hos SDM, er på ca. 500 kg. En avlsmæssig forbedring på 30 genetiske spredningsenheder for denne egenskab vil derfor svare til en stigning på 15.000 kg mælk pr. laktation.

Desværre er faglitteraturen meget sparsom på resultater fra selektionsforsøg med malkekvæg. De få selektionsforsøg, der har været gennemført, har næsten alle haft vækstevne eller andre kødproduktionsegenskaber som udvælgelseskriterium. Hovedårsagen til, at der ikke er publiceret resultater fra forsøg med selektion for mælkeproduktionsegenskaber hos kvæg, er, at et sådant forsøg kræver meget stor kapacitet og tager meget lang tid at gennemføre på grund af kvægets lange generationsinterval. Et andet problem er, at der på grund af kødernes ringe reproduktionsevne kun kan foretages en beskeden udvælgelse på hundyrsiden. Da der tillige er tale om kønsbegrænsede egenskaber, er udvælgelsesmulighederne blandt tyrene også ringe, idet disse må afkomsundersøges for at få en sikker avlsværdivurdering. Selvom forsøgskapaciteten er på f.eks. 2000 køer, er det svært at opnå en sikker afkomsundersøgelse af tyrene i de forskellige linier. Den genetiske fremgang, der vil kunne opnås i et traditionelt tilrettelagt lukket selektionsforsøg, vil derfor være relativt ringe. Hvis selektionskriteriet eksempelvis er mælke-, smørfedt- eller proteinydelse, vil den avlsmæssige fremgang, der kan opnås, i et sådant forsøg være af samme størrelsesorden, eller måske mindre end den genetiske fremgang, som kan forventes i hele populationen, hvis avlsarbejdet gennemføres i overensstemmelse med moderne avlsprogrammer.

Dette er hovedbaggrunden for, at det danske selektionsforsøg for smørfedtydelse blev et såkaldt åbent forsøg. De tyre, der anvendes, er ikke født i de respektive selektionslinier, men er udvalgt blandt alle afprøvede tyre i hele landet.

På forskellige universitetsgårde i USA (Anonym, 1979) og i Frankrig (Colleau et al., 1982) er der i de senere år igangsat lignende åbne selektionsforsøg. I Norge (Skjervold, 1978) blev der i 1978 igangsat et tilsvarende forsøg, som nu løber parallelt på flere landbrugsskoler. Dette forsøg omfatter henved 500 årskøer.

2.1.2 Korrelerede effekter

Fælles for næsten alle selektionsforsøg er, at der udover ændringer i de egenskaber, der er selekteret direkte for, tillige er fremkommet ændringer i andre egenskaber. I det canadiske forsøg med selektion for stor tilvækst steg fødselsvægten som tidligere anført drastisk, og den stærke selektion for stor spæktykkelse og lav tilvækst hos svin i de norske selektionsforsøg bevirkede, at denne linie tillige blev meget kort og lavbenet, jvf. figur 2.1. Som et andet eksempel kan anføres, at fælles for næsten alle de museforsøg i hvilke der er selekteret for henholdsvis stor og lille kropsstørrelse, er, at de store mus er blevet meget fede som ældre, har løsnet færre æg og har haft en højere frekvens af sterilitet og et meget roligt temperament. I modsætning hertil har de små mus haft et meget hidsigt temperament og har været vilde og meget vanskelige at arbejde med (Roberts, 1977).

Endnu et fællestræk for næsten alle selektionsforsøg på tværs af arter og racer har været, at stærk selektion har ført til dårlige reproduktionsegenskaber, uanset om der er selekteret i op- eller nedadgående retning (Roberts, 1977).

Hovedårsagen til, at selektion for en enkelt egenskab som regel giver "bivirkninger" i andre egenskaber, er, at mange arveanlæg har pleotropisk effekt. Ved pleotropi forstås det forhold, at ét og samme arveanlæg har indflydelse på mere end én egenskab. Dette medfører, at der er genetisk sammenhæng mellem en række egenskaber, og at ændringer af en enkelt egenskab uvægerligt medfører, at også andre egenskaber ændrer sig i positiv eller negativ retning. Ved planlægningen af nærværende forsøg var der, både ved afdelingen og i kvægavlskredse, diskussion om, hvilke konsekvenser en så stærk selektion for smørfedtydelse ville have for andre egenskaber, herunder repro-

duktionsegenskaberne, mælkens sammensætning, laktationskurvens form, vægt, tilvækst, udvikling etc. Et andet spørgsmål, som gav anledning til diskussion, var, hvilke konsekvenser det vil få i det lange løb, hvis tyrene fortsat udvælges alene på grundlag af døtrenes præstationer i 1. laktation. Vil en sådan selektion frembringe køer, der også er overlegne i 2. og senere laktationer, eller vil der fremkomme køer, der først og fremmest udmærker sig ved en god 1. laktation for derefter at være delvist "udbrændte". De relativt høje genetisk korrelationer mellem ydelsen i forskellige laktationer (Maijala & Hanna, 1974) tydede ikke på at dette skulle være tilfældet.

2.1.3 Avlsplaner og R-tal

I slutningen af 60'erne og i begyndelsen af 70'erne var der to forhold, som gav anledning til livlig diskussion og utallige drøftelser blandt kvægavlsinteresserede herhjemme. Det første var tanken om landsdækkende avlsplaner, som professor A. Neimann-Sørensen havde gjort sig til talsmand for i 60'erne. Disse tanker og ideer blev udmøntet og publiceret først i rapporter og artikler (Neimann-Sørensen, 1969, Ovesen, 1970, Petersen et al., 1970, Christensen et al., 1971, Ovesen et al., 1971 og Petersen et al., 1971) og derefter i 411. beretning fra Forsøgslaboratoriet (Petersen et al., 1973), i hvilken der blev foreslået økonomisk optimale avlsplaner for de enkelte racer.
Det andet forhold, som gav anledning til debat, var spørgsmålet om, hvilken værdi de feltmæssige afkomsundersøgelser af tyre "korttidsundersøgelser", der var startet i begyndelsen af 60'erne, kunne tillægges i forhold til stationsprøverne, der var startet i 1945. En række undersøgelser (Christensen, 1969, 1970a, 1970b og 1974) viste, at hvad mælkeproduktionsegenskaberne angik, var de feltmæssige afkomsundersøgelser absolut konkurrencedygtige og havde ydermere den fordel, at de var billigere at gennemføre og at der blandt andet derfor kunne afprøves mange flere tyre end tidligere.

De feltmæssige undersøgelser af tyrenes døtre blev senere udbygget til også at omfatte eksteriør og brugsmæssige egenskaber (døtregruppeundersøgelser). Avlsplanerne fik større og større tilslutning og hermed var afkomsprøvestationernes rolle udspillet.

Der var dog stadig megen skepsis både over for R-tallet og over for de principper, der var skitseret i 4ll. beretning. Det var derfor nærliggende at filosofere over, om man via forsøg under praktiske forhold kunne demonstrere, at anvendelse af tyre, som var stærkt selekteret på grundlag af døtrenes resultater i felten, virkelig ville give gennemslagskraft i de enkelte besætninger. Dette ville i givet fald være et håndgribeligt udtryk for, at nye avlsplaner kunne sikre en stor genetisk fremgang for den eller de egenskaber, der satses på.

2.1.4 Vekselvirkning mellem arv og miljø

Det stadig tilbagevendende spørgsmål om, hvorvidt der er vekselvirkning mellem arv og miljø, optog også sindene på daværende tidspunkt, og spørgsmålet er stadig lige højaktuelt. En gennemgang af tidligere undersøgelser på dette område (Petersen, 1972) havde vist, at rangeringen af forskellige genotyper kun var svagt påvirket af produktionsniveau og andre mere specifikke besætningsmiljøer. Men i en tid, hvor der sker store ændringer i kvægbrugets struktur (stigende besætningsstørrelse, nye staldtyper osv.), er det af stor betydning at kunne fastslå, om de dyr (genotyper), der klarer sig bedst i ét miljø, også vil være overlegne under andre miljøbetingelser. Skal der eksempelvis vælges samme tyre til løsdriftsbesætninger, som til besætninger i bindestalde? Og vil de køer, der klarer sig fortrinligt på højt kraftfoderniveau, også kunne hævde sig, hvis de blev fodret alene med grovfoder? For at besvare disse og lignende spørgsmål kræves specielle forsøg og velegnede forsøgsdyr, hvilket i dette tilfælde vil sige dyr med kendt avlsværdi og med stor avlsmæssig variation.

2.1.5 Fysiologisk genetik

I Norge var man allerede i slutningen af 60'erne begyndt med de såkaldte hormonundersøgelser, der havde til formål at klarlægge, om man ved at måle thyroxinnedbrydningen hos avlstyre kunne få et fingerpeg om, hvorledes tyrenes døtre ville klare sig med hensyn til de vigtigste produktionsegenskaber.
De første positive resultater fra disse undersøgelser blev publiceret af Joakimsen (1970). Forskningen på dette område, der i dag be-

tegnes som den fysiologiske genetik, var i kraftig vækst, og det kunne forudses, at der fremover ville blive brug for specielle forsøgsdyr fra selekterede linier.

2.2 Forsøgets formål

Alle de i foregående afsnit anførte forhold var med i de overvejelser, der dannede baggrund for udformningen og omfanget af det selektionsforsøg, denne beretning omhandler.

Hovedformålet med forsøget kan beskrives i følgende punkter:

* At undersøge, hvor store genetiske forskelle i køernes smørfedtproduktion, der kan opnås, ved konsekvent at anvende velafprøvede og stærkt selekterede tyre.

* At undersøge, hvordan stærk og énsidig selektion for smørfedtydelse påvirker andre egenskaber.

* At fremavle 3 linier af køer, der som følge af deres kendte og vidt forskellige genetiske værdi for smørfedtydelse, vil være velegnede til at indgå i forsøg med henblik på at klarlægge samspil mellem genotype og miljø.

* At fremavle linier med henblik på at klarlægge den hormonale, fysiologiske og biokemiske baggrund for arvelige forskelle i smørfedtydelse. Øget viden på dette område er en nødvendig forudsætning for at kunne finde fysiologiske parametre, der kan give en tilstrækkelig sikker identifikation af genetisk overlegne dyr på et tidligt tidspunkt af dyrenes liv.

* At fremavle en linie af køer (hold H), der med hensyn til anlæg for smørfedtydelse efterhånden vil være på tyremødreniveau i gennemsnit.

3 MATERIALE OG METODER

Fælles for mange af de egenskaber, der har betydning for kvægbruget, er, at de dels har en forholdsvis lav grad af arvbarhed og dels er under påvirkning af en lang række miljømæssige faktorer og derfor udviser stor fænotypisk variation. Af denne grund er det som regel nødvendigt at arbejde med store forsøgshold for at afgøre, om en observeret forskel skyldes forsøgsbehandlingen eller kan tilskrives tilfældighedernes spil. Dette gælder ikke mindst i avlsforsøg, hvor de forskelle, der ønskes afsløret, ofte har stor betydning, selvom de er små i forhold til den variation, der er blandt dyrene.
Af denne grund blev der fra forsøgets start satset på at give det så stor kapacitet, at det ville blive muligt at afsløre både direkte og indirekte selektionseffekter af væsentlig betydning. På grundlag af modelberegninger blev der i det oprindelige forsøgsoplæg planlagt at gennemføre forsøget med mindst 150 årskøer.

I 1972/73 blev der skabt basis for at anvende de tidligere afkomsprøvestationer, på Morsø Tyrestation ved Nykøbing M, på Østerhåb ved Horsens og på Bellinge ved Nykøbing F, som forsøgsstationer. I 1977 blev forsøgsdyrene på Østerhåb overført til Hulsbjerggård på Samsø. Forsøget blev gennemført parallelt i de fire staldanlæg.

I resten af beretningen vil de fire stationer blive benævnt station 1, 2, 3 og 4, hvor:

Station 1 refererer til Morsø Kvægavlsforenings tyregård ved Tødsø på Mors.
Station 2 refererer til Horsensegnens Kvægavlsforenings gård, Østerhåb ved Horsens, senere Kvægavlsforeningen Hærvejs gård, Hulsbjerggård på Samsø.
Station 3 refererer til bindestalden på Bellinge, Nykøbing F, der ejes af Det Classenske Fideicommis, men som i forsøgsperioden har været forpagtet af de Samvirkende Lolland-Falsterske Landboforeninger.
Station 4 refererer til sengestalden på Bellinge.

3.1 Udgangsmaterialet

På alle stationer blev forsøget gennemført med dyr af Rød Dansk Malkerace.
Som det fremgår af de følgende afsnit kom udgangsmaterialet til at bestå af ca. 335 hundyr, plus alle de kviekalve, der blev født i den første del af forsøgsperioden, og hvis fædre derfor ikke var udvalgt i overensstemmelse med forsøgsplanen.

3.1.1 Station 1 (Mors)

På Morsø havde der i en lang årrække været afkomsprøvestation. I stalden er der plads til ca. 60 malkekøer. Forsøget på denne station kom lidt senere i gang end på de øvrige stationer, idet forsøgsplanen først blev godkendt og vedtaget i november måned 1973. Udgangsmaterialet bestod af 19 køer fra de seneste afkomsprøvehold, samt 24 løbekvier der var indkøbt på Mors. I efteråret 1974 og foråret 1975 blev dette materiale suppleret med yderligere 8 løbekvier og 7 kviekalve. Forsøgsinsemineringerne startede i december 1973.

3.1.2 Station 2 (Østerhåb og Hulsbjerggård)

Forud for selektionsforsøget havde Østerhåb fungeret som afkomsprøvestation i perioden 1957/58 til 1971/72. Der var på stationen plads til 3 afkomsprøvehold (60 køer). I sommeren 1972 blev der indkøbt 42 drægtige kvier til forsøget. I 1975/76 blev forsøgsbesætningen suppleret med 20 drægtige kvier, hvoraf en del var indkøbt i private besætninger i Jylland og på Fyn og resten fra Ammitsbøl Skovgård. Af frygt for paratuberkulose og andre smitsomme sygdomme blev alle forsøgsdyrene flyttet til Hulsbjerggård på Samsø i april måned 1977. Den direkte årsag til flytningen var, at en ko, der som kvie havde været på Ammitsbøl Skovgård, men nu var i en fremmed besætning, havde fået konstateret paratuberkulose. I betragtning af, at Østerhåb også fungerer som tyrestation, og at man havde modtaget kvier fra Ammitsbøl Skovgård, besluttede man at flytte køerne for at undgå enhver risiko for at komme i karantæne. Ved flytningen til Hulsbjerggård blev de dyr, som stammede fra Ammitsbøl Skovgård slagtet, og da

staldkapaciteten på Hulsbjerggård var mindre end på Østerhåb, var det nødvendigt at udsætte yderligere 10 køer af forsøget. Disse køer blev først og fremmest udvalgt under hensyntagen til deres værdi i forsøgsmæssig henseende.

3.1.3 Station 3 og 4 (Bellinge)

Efter at der i en årrække havde været afkomsprøver i de gamle staldkomplekser på Bellinge ved Nykøbing F, blev der i 1967 opført en hel ny stald, financieret af Knud Højgård fonden. Det var hensigten at anvende den nye stald til staldtypeundersøgelser, hvorfor den ene halvdel blev opført som en moderne sengestald, og den anden som en traditionel båsestald. I hver af de to stalde er der plads til mellem 50 og 60 køer. I juli måned 1972 blev det besluttet, at hele besætningen på Bellinge skulle indgå i selektionsforsøget. De to staldtyper skulle fortsat køre separate, men med fuldstændig identisk forsøgsplan for begge. Herved kunne staldtypeforsøgene (Nielsen og Jørgensen, 1971) i princippet fortsætte uafhængigt af selektionsforsøget. I båsestalden bestod udgangsmaterialet af 43 køer og 56 kvier og kviekalve, medens der i sengestalden var 40 køer og 47 stk. opdræt. I foråret 1975 blev udgangsmaterialet suppleret med 13 køer og 17 kvier, indkøbt på Bremersvold. Siden februar 1973 er alle insemineringer i de to staldafsnit foretaget med sæd efter udvalgte forsøgstyre.

3.2 Forsøgsplanen

Ved forsøgets start blev udgangsmaterialet opdelt i 3 lige store grupper, som fik betegnelsen hold H (H for højtydende), hold M (M for middelydende) og hold L (L for lavtydende). Denne opdeling blev foretaget efter et begrænset tilfældigt fordelingssystem, der tog sigte på at gøre de 3 grupper så ensartede som muligt på alle områder. Fordelingen foregik ved, at alle dyr indledningsvis blev inddelt i blokke. Hver blok bestod af 3 dyr, som med hensyn til alder, produktion og afstamning var så ens som muligt. Fra hver blok blev der udtaget ét dyr til hver af de 3 linier. Denne fordeling blev afgjort ved hjælp af terningkast. Inddelingen i de 3 grupper blev ud-

ført separat for hver af de 4 forsøgsstalde. Der blev således 4 "kopier" af forsøget, hvilket set fra et forsøgsmæssigt synspunkt er en fordel.

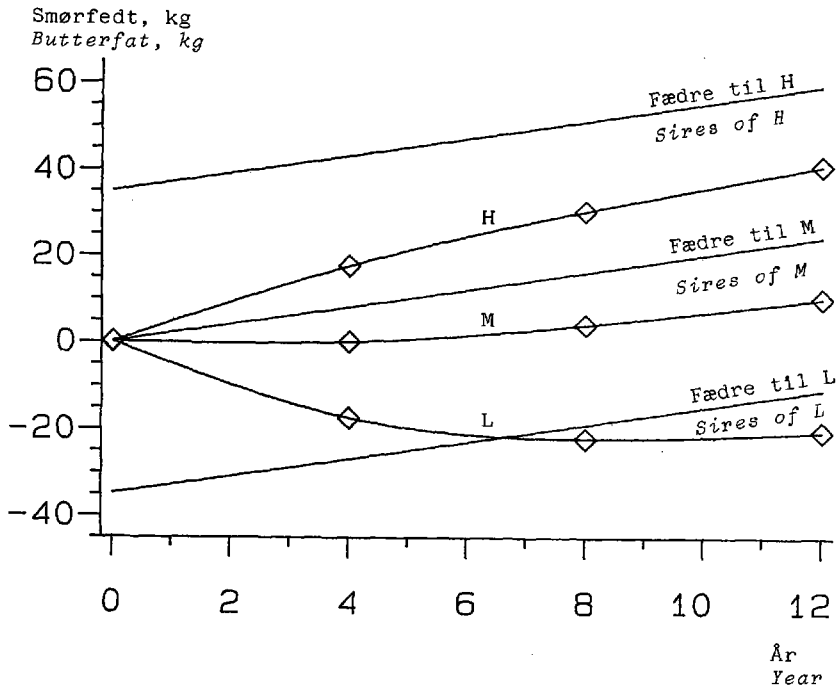
Siden forsøgets start er samtlige køer og kvier på hold H blevet insemineret med sæd fra tyre, som med hensyn til den beregnede avlsværdi for smørfedtydelse har udgjort de bedste, som racen har haft på det pågældende tidspunkt. I hold M blev det tilstræbt at inseminere med gennemsnitstyre, hvad smørfedtydelse angår, og i hold L blev der udelukkende insemineret med sæd fra tyre, som havde meget lave R-tal. I tabel 3.1 er vist hvilke tyre, der har været anvendt i forsøget og deres R-tal. Som det ses har der i gennemsnit været en forskel på 28 R-talsenheder mellem tyre til hold H og hold L. Med få undtagelser blev hver tyr anvendt i en periode på ca. et år. De 3 linier i hver af de 4 forsøgsstalde var lukkede, idet samtlige kalve indgik på samme hold som mødrene. For at få størst mulig selektionseffekt på kortest mulig tid blev der tilstræbt lav kælvningsalder og hurtig udskiftning blandt køerne. Ved at gøre generationsintervallet inden for besætningen så kort som muligt, vil de oprindelige arveanlæg i udgangsmaterialet hurtigt blive udskiftet med arveanlæg fra de udvalgte tyre. Der er ikke foretaget selektion blandt hundyrene, hverken for ydelse eller for andre egenskaber. Kun alvorlige skavanker og sygdomme, samt lange kælvningsintervaller, der hindrede hurtigt generationsskifte, blev accepteret som afgangsårsager. Alle køer har så vidt muligt gennemført 3. laktation, hvorefter de er udgået af forsøget.

I planlægningsfasen blev det beregnet, hvor stor selektionseffekt der måtte forventes ved en sådan strategi. Ved disse modelberegninger blev det antaget, at alle tyre anvendt til hold H havde en ydelsesmæssig avlsværdi på +35 kg smørfedt, at alle tyre anvendt til hold M var gennemsnitstyre, og at tyre anvendt til hold L alle havde en ydelsemæssig avslværdi på -35 kg smørfedt. Der blev endvidere set bort fra eventuelle miljømæssige ændringer i forsøgsstaldene, og selektionseffekten blev målt som afvigelse fra udgangsmaterialets gennemsnit.
Resultaterne fra disse beregninger er anført i figur 3.1. Som det fremgår, blev der allerede i 1. generation forventet en genetisk forskel mellem hold H og hold L på 35 kg smørfedt. I 2. generation

Tabel 3.1 Oversigt over forsøgstyre anvendt i perioden 1972/73 til 1981/82.

Survey of bulls used in the period 1972/73 to 1981/82.

	Stambogs nummer	Navn	R-tal	Antal afkom som far	Antal afkom som morfar
	Herdbook	*Name*	*R-index*	*Number of progeny as sire*	*Number of progeny as maternal grandsire*
	29933	Skærup Unik	119	14	7
	29679	Horsens Ras	123	16	7
	30084	Kolding Klos	124	48	16
	30043	Sydvestf. Felt	109	51	13
	30366	Østj. Banko	115	82	33
Hold H	30547	Hærvej Banko	112	37	15
Group H	30642	Varde Born	110	61	15
	30797	Nordvestf. Elm	120	66	3
	30976	MA Ægir	110	78	
	31177	ØDA Bro	111	77	
	31275	RGK Vital	114	5	
	31352	SYF Konto	112	7	
	31184	SYF Yra	113	7	
	Gns. R-tal	*Av. R-index*	114.8		
	29749	Herning Holm	100	6	1
	29209	Han Herreds Aman	100	28	5
	29928	Hjørring Ring	96	42	14
	30122	Thy Holm	100	40	7
	30265	Kolding Per	100	48	22
Hold M	30261	Sdj. Krog	100	49	8
Group M	30605	Sdj. Dan	100	54	9
	30648	Ulse Ib	98	54	4
	30995	Hærvej Dam	100	42	
	31035	RGK Rand	101	53	
	31242	Jydens Smid	101	8	
	31353	Hærvej Provo	100	2	
	31336	Hærvej Land	100	4	
	Gns. R-tal	*Av. R-index*	99.7		
	30058	Cæsar	89	10	2
	29786	Nil	92	28	7
	29454	Hjørring Kold	88	30	12
	30189	Fåborg Kalif	80	62	15
	30253	Arnth	84	65	17
Hold L	30542	Bornholms Ole	84	61	25
Group L	30388	Skærup Sten	77	63	15
	30732	RGK Ferup	89	11	
	30804	VE Næsbo	88	49	
	30982	Varde Mou	90	63	
	31119	RGK Gorm	89	60	
	31189	RGK Fjor	86	8	
	31294	ØDA Provo	85	10	
	31472	ØDA Nero	89	1	
	Gns. R-tal	*Av. R-index*	86.4		



Figur 3.1 Den forventede forskel mellem de tre liniers smørfedtydelse, forudsat at forskellen mellem deres fædres avlsværdier er konstant og at den genetiske fremgang udgør 2 kg pr. år.

The expected difference between the butterfat yield of the three lines, assuming that the difference between the breeding values of their sires are constant and that the genetic progress is 2 kg per year.

er den forventede forskel øget til 52 kg smørfedt, og i 3. generation er forskellen mellem de to yderpunkter ca. 60 kg smørfedt. Dette svarer til 4 genetiske spredningsenheder. I de følgende generationer forventes kun en lille stigning i differencen mellem de to hold være lille, idet den asymptotisk vil nærme sig differencen mellem de anvendte tyres avlsværdi (70 kg smørfedt).

Ved beregning af resultaterne i figur 3.1 blev det forudsat, at den årlige avlsmæssige fremgang i populationen var 2 kg smørfedt. Som det fremgår, vil hold H's forventede genetiske værdi i forhold til udgangsmaterialet i dette tilfælde være 17.5 kg stigende til 32 kg i 2. generation, og yderligere til 42 kg smørfedt i 3. generation. Hold L's forventede genetiske værdi falder til -17.5 kg smørfedt i 1. generation og yderligere til -22 kg smørfedt i 2. generation for derefter at stige til -21 kg smørfedt i 3. generation.
Fortsættes selektionen efter samme mønster, vil det vise sig, at samtlige holds avlsmæssige værdi efterhånden vil stabilisere sig på et niveau, svarende til den genetiske værdi af de tyre, køerne insemineres med, minus det dobbelte af den genetiske fremgang i et tidsrum der er lig med de pågældende forsøgsholds gennemsnitlige generationsinterval.
Det skal bemærkes, at forskellen mellem de 3 forsøgshold er upåvirket af, om der er genetisk fremgang eller ej. Det må endvidere lægges mærke til, at med den valgte forsøgsplan vil man allerede efter én generations selektion opnå 50% og efter to generationers selektion 75% af den totalt opnåelige selektionseffekt.

3.3 Fodring og management

Som det vil fremgå af følgende summariske beskrivelse var fodringen og pasningen af forsøgsdyrene meget ordinær efter danske forhold, idet der blev anvendt traditionelle fodermidler og fodringsprincipper. Pasningen af forsøgsdyrene var også i tråd med praksis i almindelighed. På hver station blev dyrene behandlet ens, uanset hvilket hold de tilhørte, idet der fra forsøgsledelsens side blev draget omsorg for at dyrene på de tre hold altid var blandet tilfældigt, hvad enten der var tale om opdræt eller køer.

3.3.1 Køerne

På station 1 og 2 var køerne gennem hele forsøgsperioden på græs om sommeren. På station 3 og 4 var køerne på stald hele året, dog ikke goldkøerne, der var på græs i sommerperioden.

På station 1 bestod vinterfoderrationen typisk af 4 FE fodersukkerroer, 3 til 4 FE græsensilage og 1 FE rørmelasse samt halm.

På station 2 blev der ligeledes givet 4 FE fodersukkerroer, men 2 til 3 FE græsensilage og 1 FE halm.

På station 3 og 4 blev der hele året igennem fodret med ca. 3 FE roetopensilage, 2 til 4 FE sukkerroeaffald (roepulp), 1 til 2 FE melasse og 1/2 FE halm. I visse perioder blev sukkerroeaffaldet erstattet af fodersukkerroer. I visse perioder blev der desuden tildelt 1 FE kosetter og op til 1 FE hvedeklid.

Til brug for foderplanlægningen blev der fra samtlige forsøgsgårde jævnligt udtaget foderprøver. De blev indsendt til Kemisk afdeling, hvor de blev analyseret for energi, protein m.v. Gennemsnitsprøver blev tillige analyseret for mineralstofferne Ca, P, Na, Mg, Cu og Mn, og i såvel det indkøbte som det hjemmeavlede foder var indholdet gennem alle årene normalt.
Frem til vinteren 1976/1977 blev der på alle stationer fodret efter de gængse danske fodernormer, idet grovfoderrationen blev afbalanceret med høj- og lavprocentige kraftfoderblandinger og kraftfoderet i øvrigt blev tildelt individuelt efter ydelse. Fra dette tidspunkt gik man på station 3 og 4 over til en strategifodring (Østergaard, 1979) med konstant tildeling af kraftfoder i de første 24 uger efter kælvning svarende til 12. foderklasse. Forinden var den individuelle kraftfodertildeling på stationen ophørt. Kraftfodertildelingen var tidligere foretaget i malkestalden, men blev nu foretaget på foderbordet. Køerne var opdelt i grupper med goldkøerne og lavtydende på den ene side af foderbordet og de højtydende køer på den anden.

Gennem hele forsøgsperioden blev der på alle stationer foretaget ydelseskontrol ca. hver 4. uge (13 gange årligt). Mælkeprøverne blev alle analyseret for indhold af fedt og protein.
Goldning blev foretaget ca. 6 uger før forventet kælvning. For de højestydende køer ophørte kraftfodertildelingen ca. én uge før tvangsgoldningen. I en del tilfælde blev køerne golde af sig selv før det normale goldningstidspunkt.

Insemineringen blev så vidt muligt påbegyndt 6 til 7 uger efter kælvning. I tilfælde af manglende brunst eller andre reproduktionsforstyrrelser blev der rekvireret dyrlægehjælp.

Udsætningen af køer fra forsøget skete efter strenge regler, som har været fulgt nøje på alle stationer. Reglerne foreskrev, at kun alvorlig sygdom, kastning og ufrugtbarhed (kælvningsinterval på over 16 mdr.) blev accepteret som afgangsårsag. Af alvorlige sygdomme, der blev accepteret som gyldig årsag til udsætning, var fordøjelsessygdomme, kronisk mastitis og to-pattethed de hyppigste. Enhver udsætning af køer og ungdyr skete i samråd med forsøgsledelsen.

Alle køer blev vejet umiddelbart efter hver kælvning og igen ca. 305 dage efter kælvning. Desuden bler der efter hver kælvning foretaget målinger af koens brystomfang, skulderhøjde, brystdybde, hoftebredde og omdrejerbredde. Veje- og måletidspunkterne var dog ikke helt sammenfaldende, idet vejningerne blev foretaget af staldpersonalet og målingerne af forsøgsledelsen under de rutinemæssige besøg på stationerne. Ved målingerne blev der tillige givet en vurdering af dyrenes temperament. Målingerne blev i hele forsøgsperioden foretaget af videnskabelig assistent B. Vesth.

Malkbarhed. På alle stationer var der rørmalkningsanlæg og malkemaskinerne var af mærket "Effektiv". Køerne blev malkbarhedsundersøgt to gange i hver laktation. Første gang 2 til 5 måneder efter kælvning og anden gang 4 til 7 måneder efter kælvning. Ved hjælp af et milkometer og et stopur blev mælkemængden bestemt for hvert minut, ligeledes blev den samlede mælkemængde og malkemaskintidens længde registreret. Hver undersøgelse omfattede et døgn med en morgen- og en aftenmalkning og blev gennem hele forsøgsperioden foretaget af forsøgsassistent P. M. Larsen.

3.3.2 Kvierne

På station 1 gik kvierne om vinteren i fællesbokse med tremmer, medens de på de øvrige stationer stod i bindestald. Alle større kvier var på græs sommeren igennem. Vinterfodringen på station 1 og 2 bestod af roer og halm, medens den på station 3 og 4 bestod af lige dele roepulp og roetopensilage samt halm. På alle stationer blev

grovfoderrationerne afbalanceret med hensyn til protein ved tildeling af kraftfoder.

Insemineringerne blev så vidt muligt påbegyndt, når kvierne var 15 til 16 måneder gamle, forudsat normal udvikling. Denne regel blev fulgt i hele perioden bortset fra undtagelser i græsningsperioden.
Med undtagelse af nogle kvier fra udgangsmaterialet blev alle kvierne vejet ved 1. inseminering.

3.3.3 Kalvene

På station 1 og 2 blev kalvene fjernet fra moderen straks efter fødslen og fodret med råmælk de første 2 dage, hvorefter der blev fodret med sødmælkserstatning, hø og kraftfoder. På station 3 og 4 kælvede køerne i kælveboks og kalven blev hos moderen det første døgn efter kælvningen. Herefter blev kalvene taget fra moderen og fik råmælk i yderligere 1 døgn. Kalvene fik derefter sødmælkserstatning og adgang til kraftfoder og frøgræshalm.
På alle stationer gik kalvene i enkeltbokse i deres første leveuger, hvorefter de blev overført til fællesbokse.

Alle kalvene, også de dødfødte, blev vejet umiddelbart efter fødslen.

3.4 Registrering og indsamling af data

På station 1 og 2 var der gennem alle årene ansat en forsøgsassistent, som varetog de daglige registreringer og var ansvarlig for indberetningen af resultaterne til Statens Husdyrbrugsforsøg. På station 1 blev ydelseskontrollen og indberetningen af denne foretaget af Ole Kristiansen, Husdyrbrugskontoret, Nykøbing M, medens den på station 2 blev foretaget af forsøgsassistenten.
På station 3 og 4 blev de daglige registreringer foretaget af den fungerende fodermester og ydelseskontrollen af den stedlige kontrolassistent. Indberetningen af resultaterne til Statens Husdyrbrugsforsøg blev foretaget af kvægbrugsassistent Aa. Andersen, Husdyrbrugskontoret i Ø. Toreby, som gennem jævnlige besøg på Bellinge, udfyldte forsøgsassistentens rolle i nært samarbejde med fodermesteren på Bellinge og forsøgsledelsen i København.

3.5 Datamaterialet

Det samlede datamateriale kan opdeles i fire hovedgrupper, hvoraf den første omfatter udgangsmaterialet (generation 0), der dels omfatter de dyr, der var på stationerne ved forsøgets begyndelse, dels de dyr der senere blev indkøbt til forsøget og endelig de dyr, der blev født i forsøget, men hvis fædre ikke var forsøgstyre.
Den anden gruppe omfatter generation 1, som er dyr efter forsøgstyre og mødre fra generation 0 (udgangsmaterialet).
Den tredie gruppe, generation 2, omfatter dyr efter forsøgstyre og mødre fra 1. generation. På samme måde har den sidste gruppe - generation 3 - 2. generations køer som mødre og forsøgstyre som fædre.

Tabel 3.2 Det årlige antal kælvninger fordelt på henholdsvis generation og station.
The number of calvings per year distributed on generation and station, respectively.

Station *Station*	Kælvningsår *Year of calving* 1972	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	Ialt *Total*
1	-	20	32	34	36	40	44	52	50	59	45	22	434
2	36	26	41	40	48	34	43	33	40	43	38	11	433
3	15	40	51	59	42	53	45	54	37	52	26	-	474
4	20	45	49	54	54	63	54	59	54	50	24	-	526
Generation *Generation*													
0	71	131	173	172	135	99	72	50	12	2	-	-	917
1	-	-	-	15	45	87	101	114	102	98	50	12	624
2	-	-	-	-	-	4	13	33	67	97	69	17	300
3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	7	14	4	26
Ialt *Total*	71	131	173	187	180	190	186	198	181	204	133	33	1867

Tabel 3.3 Fordelingen af antal kælvninger på generation, station og hold.
The distribution of number of calvings on generation, station and group.

Station *Station*	Generation *Generation* 0	1	2	3	Ialt *Total*
1	169	170	85	10	434
2	200	135	89	9	433
3	256	151	60	7	474
4	292	168	66	-	526
Alle *All*	917	624	300	26	1867
Hold *Group*					
H	298	244	118	15	675
M	307	167	79	3	556
L	312	213	103	8	636
Alle *All*	917	624	300	26	1867

I tabel 3.2 er vist omfanget af det totale datamateriale, målt som antal kælvninger ialt. I tabellen er kælvningerne fordelt på de 12 år og indenfor år på henholdsvis generation og station. Som det fremgår har der været en betydelig overlapning mellem generationerne. Det fremgår også af tabellen, at i 10-års perioden fra 1973-1982 har der været en meget jævn fordeling af kælvningerne på de enkelte stationer.

I tabel 3.3 er kælvningerne opdelt pr. generation og indenfor generation på henholdsvis station og forsøgshold. Det bemærkes, at der i udgangsmaterialet stort set var samme antal kælvninger i de tre forsøgshold, hvorefter hold M er blevet mindre i antal end de to andre grupper.

Tabel 3.4 viser antal kælvninger fordelt på hold, generation og laktationsnummer. Det fremgår at der er dobbelt så mange kælvninger i generation 1 som i generation 2, hvilket skyldes at hovedparten af forsøgsdyrene på opgørelsestidspunktet tilhørte generation 2, og at

Tabel 3.4 Antal kælvninger fordelt på hold, generation og laktationsnummer.
Number of calvings distributed on groups, generations and lactation number.

Generation *Generation*	Kælvningsnr. *Calving no.*	Hold *Group* H	M	L	Alle *All*
0	1	101	103	104	308
	2	85	91	92	268
	3	59	60	59	178
	3	53	53	57	163
	Ialt *Total*	298	307	312	917
1	1	86	67	86	239
	2	75	48	65	188
	3	57	36	44	137
	3	26	16	18	60
	Ialt *Total*	244	167	213	624
2	1	59	40	57	156
	2	35	25	30	90
	3	17	12	15	44
	3	7	2	1	10
	Ialt *Total*	118	79	103	300
3	1	12	3	6	21
	2	3	-	1	4
	3	-	-	1	1
	Ialt *Total*	15	3	8	26
Alle *All*		675	556	636	1867

der derfor kan forventes mange flere kælvninger i denne generation fremover. Da der endnu kun er et begrænset antal kælvninger i generation 3 er denne gruppe i analyserne slået sammen med generation 2.

Materialets omfang målt i antal observationer afhænger meget af, hvilken kategori af dyr (kalve, kvier, 1. kalvs køer etc.) og hvilke

egenskaber, der er tale om. Derer derfor givet en nærmere beskrivelse af materialet i de afsnit, hvor de enkelte grupper af egenskaber behandles.

3.6 Analysemetoder

Ved analyserne af datamaterialet er der hovedsageligt gjort brug af "mindste kvadraters metode" gennem anvendelse af det amerikanske programkompleks af statistiske systemer (SAS user's guide, 1982). Men også andre specielt udviklede programmer har været anvendt. En nærmere omtale af analysemetoderne vil blive givet i tilknytning til omtalen af resultaterne.

I beskrivelsen af de enkelte modeller er alle klassevariable skrevet med STORE bogstaver, medens de kontinuerte variable og restvariationen er skrevet med almindelige bogstaver.

Generelt gælder at:

Resultater, signifikante på 5% niveauet er markeret med *
Resultater, signifikante på 1% niveauet er markeret med **
Resultater, signifikante på 0.1% niveauet er markeret med ***

Signifikansniveauet for de enkelte variables effekt på den analyserede egenskab er foretaget ved en F-test. Såfremt effekten ikke er signifikant - dvs. at sandsynligheden for at få større F-værdi på grund af tilfældigheder er større end 5% - er den aktuelle sandsynlighedsprocent anført.

Foruden F-testen, der er et udtryk for om en given variabel, f.eks. station, totalt set har statistisk sikker indflydelse på den analyserede egenskab, er der også anvendt T-tests til parvis sammenligninger. Herved fås et udtryk for om effekten af f. eks. station 1 afviger signifikant fra effekten af én af de øvrige stationer. Da antallet af sådanne sammenligningsmuligheder som regel er meget stort, må resultaterne fra T-tests anvendt på denne måde tolkes med forsigtighed.

4 RESULTATER OG DISKUSSION

Ved analyseringen af de mange data blev egenskaberne opdelt i følgende syv kategorier:

* Ydelsesegenskaber
* Kælvnings- og fødselsegenskaber
* Vægt og tilvækst
* Kropsmål
* Frugtbarhedsegenskaber
* Malkbarhedsegenskaber
* Afgang og afgangsårsager

Materialets omfang, analysemetoder, samt resultater fra analyserne af disse syv kategorier er i det følgende beskrevet i hver sit hovedafsnit.

4.1 Ydelsesegenskaberne

Analyserne af mælkeproduktionsegenskaberne har været koncentreret om:

Smørfedtmængde
Mælkemængde
Proteinmængde
Fedtprocent
Proteinprocent

Primært blev disse egenskaber målt i 305 dages laktationsperioder, men også fuldstændige laktationsperioder blev analyseret sammen med antallet af malkedage og golddage.
Desuden blev laktationskurvens form og forholdet mellem ydelsen i de enkelte laktationer inddraget i undersøgelserne.

4.1.1 Materiale og analysemetoder

I tabel 4.1 er vist omfanget af det samlede materiale og kørnes fordeling på stationer, generationer og hold.
Antaller af laktationer var stort set jævnt fordelt på de fire stationer og hold. Der var dog en tendens til at hold M var svagere repræsenteret end de øvrige hold i generation 1, 2 og 3. Denne forskel var især markant på station 1 og 3.
Da der ialt kun var 12 laktationer i 3. generation, blev denne i de videre analyser slået sammen med 2. generation. Ved analysen af 305 dages ydelserne blev alle laktationer med mindst 305 foderdage medtaget, uanset antallet af malkedage.

Indledende analyser viste, at det var hensigtsmæssigt at anvende følgende tre kælvningssæsoner:

Vinter = december, januar og februar
Sommer = marts til august
Efterår = september, oktober og november

Tabel 4.1 Antal 305 dages laktationer fordelt på station, generation og hold.
Number of 305 days lactation records distributed on station, generation and group.

Generation *Generation*	Hold *Group*	Station *Station* 1	2	3	4	Alle *All*
0	H	45	49	52	75	221
	M	42	57	65	74	238
	L	42	43	80	74	239
1	H	46	47	53	46	192
	M	33	24	26	41	124
	L	52	33	43	39	167
2	H	18	20	19	24	81
	M	8	18	11	14	51
	L	37	18	13	8	76
3	H	3	1	3	0	7
	M	0	1	0	0	1
	L	1	3	0	0	4
Ialt *Total*		327	314	365	395	1401

Med henblik på at klarlægge, hvilke faktorer - station, år, sæson, hold, generation, samt vekselvirkninger mellem disse - der havde signifikant indflydelse på ydelsesegenskaberne, blev der indledningsvis gennemført en række forskellige analyser ved hjælp af "mindste kvadraters metode". På baggrund af resultaterne fra disse analyser blev der opstillet følgende model:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
SÆSON
LAKTATION
GENERATION
HOLD
GENERATION x HOLD
ko (STATION x GENERATION x HOLD)
rest

Selve dataanalysen efter denne model blev foretaget ved hjælp af EDB-program "BLUPSI", udviklet af Jensen (1983). Dette program opstiller ligningerne for modellen og giver såkaldte generaliserede mindste kvadraters resultater af de faste effekter og såkaldte BLUP-værdier (Best Linear Unbiased Prediction) for hver enkelt ko. Desuden giver programmet varianskomponenterne (Restricted Maximum Likelihood estimater) for den tilfældige effekt, hvilket gør det muligt at beregne gentagelseskoefficienter for hver egenskab.

4.1.2 Gentagelseskoefficienter og miljøeffekter

I sammenligning med tidligere undersøgelser (Maijala og Hanna, 1974) fandtes ret høje gentagelseskoefficienter for alle fem egenskaber, nemlig:

Smørfedtmængde	0.45
Mælkemængde	0.46
Fedtprocent	0.52
Proteinmængde	0.47
Proteinprocent	0.48

Tabel 4.2 Mindste kvadraters gennemsnit for 305 dages smørfedtydelse pr. station, år og år indenfor station.
Least squares means for 305 days butterfat yield per station, year and year within station.

År *Year*	Station *Station* 1	2	3	4	Alle *All*
1972	-	239	203	209	217
1973	239	231	218	194	221
1974	168	217	209	199	198
1975	183	240	197	196	204
1976	193	198	220	200	203
1977	192	171	254	225	211
1978	206	225	247	233	228
1979	196	220	240	210	217
1980	203	214	230	202	212
1981	207	224	236	205	218
1982	225	258	266	235	246
Alle *All*	201	222	229	210	216

Analysen viste, at der var stærk signifikant effekt af både station og år, og at der også var signifikant vekselvirkning mellem station og år. Dette fremgår tydeligt af tabel 4.2, i hvilken der er anført et mindste kvadraters gennemsnit for smørfedtydelsen for hvert år indenfor hver station.
Ydelsen har for alle stationer under et været ret konstant gennem årene, bortset fra 1982, hvor der på alle stationer fremkom en betydelig stigning. I forbindelse med flytningen af køerne til Samsø i 1977 skete der på station 2 et fald i ydelsen hos de køer, der kælvede i slutningen af 1976 og begyndelsen af 1977, men allerede året efter var indkøringsproblemerne tilsyneladende overstået. Det bemærkes også, at ydelsen i bindestalden på Bellinge - station 3 - i de 7 sidste år har været betydelig højere (12% i gennemsnit) end ydelsen i sengestalden - station 4.

I tabel 4.3 er anført mindste kvadraters gennemsnit for sæson og laktationsnummer.

Tabel 4.3 Mindste kvadraters gennemsnit for 305 dages ydelserne fordelt på sæson og laktation.
Least squares means for 305 days records distributed on season and lactation.

	Mælk,kg *Milk,kg*	Smørfedt,kg *Butterfat,kg*	Protein,kg *Protein,kg*	Fedt% *Fat%*	Protein% *Protein%*
Sommer *Summer*	4889	210.6	179.7	4.32	3.68
Efterår *Autumn*	5127	220.7	189.0	4.32	3.69
Vinter *Winter*	5027	215.9	185.6	4.27	3.63
1. laktation *1st lactation*	4800	208.3	175.5	4.35	3.68
2. laktation *2nd lactation*	5065	219.5	187.1	4.34	3.69
3. laktation *3rd lactation*	5223	219.5	191.6	4.21	3.62

Som det ses, var ydelsen højest hos efterårskælverne og lavest hos sommerkælverne. Det ses også, at der var forbavsende lille forskel mellem laktationerne. Således var smørfedtydelsen hos 2. kalvs køer nøjagtig lige så høj som ydelsen hos 3. kalvs køer og kun 11 kg højere end ydelsen i 1. laktation. Årsagen til, at forskellen ikke var større, må først og fremmest søges i, at der i forsøget ikke var udsat køer på grund af lav ydelse. I praksis vil udsætningen af køer med lave 1. laktations ydelser bevirke at gennemsnitsydelsen i senere laktationer øges i forhold til gennemsnittet af 1. laktation. Det skal bemærkes, at køer, der kun har en enkelt laktation, ikke i den anvendte analyse bidrager til fastlæggelsen af laktationseffekten. Som tidligere anført, har hold H, M og L været næsten jævnt fordelt på alle miljøklasser. Det samme gælder for de tre generationer. Da de fleste køer desuden har været repræsenteret med laktationer i forskellige år, og der tillige er stor overlapning mellem generationerne, kunne datamaterialet korrigeres for de anførte miljøeffekter uden at påvirke de genetiske effekter væsentligt.

Analysen viste dog, at der var signifikant forskel mellem generationerne, idet ydelsen i generation 0 var 18.8 kg smørfedt højere end ydelsen i generation 1, der igen var 12.4 kg smørfedt højere end i generation 2. Den store forskel tyder på, at udgangsmaterialet avlsmæssigt har været bedre end generation 1 og 2, men kan også skyldes en eventuel generel miljøforringelse i forsøgsperioden. Desuden kan den manglende ydelsesselektion i forsøget have spillet ind. Da den forventede forskel mellem de tre forsøgshold er upåvirket af de generelle generationseffekter, blev effekten af generationsnummer betragtet som en miljøeffekter.

I tabel 4.4 er vist gennemsnit, spredning og variationskoefficient for de fem egenskaber efter korrektion for de anførte miljø- og generationseffekter.

Det bemærkes, at variationskoefficienterne for både mælke- , smørfedt- og proteinmængden er høje, og at fedtprocenten varierer betydeligt mere end proteinprocenten.

Tabel 4.4 Gennemsnit og spredning for de analyserede egenskaber efter korrektion for station x år, sæson, laktation og generation.
Average and standard deviation for each of the traits after correction for station x year, season, lactation and generation.

	Mælk *Milk*	Smørfedt *Butterfat*	Protein *Protein*	Fedt% *Fat%*	Protein% *Protein%*
Antal *Number*	1293	1293	1188	1293	1188
Gennemsnit *Average*	5082	215	184	4.34	3.70
Spredning *Standard deviation*	1176	52	43	0.37	0.20
Variationskoefficient *Coefficient of variation*	23.2	24.0	23.3	8.4	5.5

4.1.3 Direkte selektionseffekter

Indledningsvis blev det undersøgt, om bestræbelserne på at få udgangsmaterialet for hver af de tre linier gjort så ensartet som muligt, med hensyn til smørfedtydelse, var lykkedes.

Ved hjælp af "BLUP-estimaterne" (se afsnit 4.1.1) blev der beregnet en avlsværdi for hver ko i udgangsmaterialet. I tabel 4.5 er vist gennemsnittet af disse avlsværdier for hvert hold indenfor de fire stationer.

Som det fremgår af tabellen, var udgangsmaterialet for hold H på station 1 - og i mindre grad også på station 2 - bedre end udgangsmaterialet for de øvrige hold. Det blev derfor besluttet at korrigere de fem ydelsesegenskaber hos køerne i 1. generation for den gennemsnitlige avlsværdi for den tilsvarende egenskab hos mødrene til de pågældende hold. Korrektionen foregik ved at trække halvdelen af mødrenes gennemsnitlige avlsværdi fra døtrenes korrigerede ydelse for samme egenskab.
Herefter blev det korrigerede datamateriale analyseret med en model, som kun indeholdt effekten af hold indenfor generation. I denne analyse blev hvert laktationsnummer behandlet for sig, og der blev desuden foretaget en samlet analyse af alle laktationer.

Tabel 4.5 Køernes gennemsnitlige avlsværdi for smørfedtydelse (kg) på de tre hold i generation 0.
Average breeding value for butterfat yield (kg) of the cows in each of the three groups in generation zero.

Hold *Group*	Station *Station* 1	2	3	4	Alle *All*
H	225.1	223.4	214.7	214.2	219.9
M	211.6	218.5	216.8	220.4	216.8
L	213.4	216.8	213.8	216.2	215.1

Tabel 4.6 Mindste kvadraters gennemsnit for de selekterede liniers smørfedtydelse (kg) pr. laktation i 1. og 2. generation. *Least squares means for the butterfat yield (kg) of the selected lines in 1st and 2nd generation.*

Generation *Generation*	Hold *Group*	Laktation *Lactation* 1	2	3	Alle *All*
1	H	232.6	239.0	234.1	235.1
	M	210.9	212.0	196.7	208.6
	L	190.1	199.8	221.0	198.6
	H-L	42.5	39.2	13.1	36.5
2	H	231.9	235.2	230.6	232.7
	M	210.7	227.7	208.0	215.4
	L	188.0	213.2	187.3	196.7
	H-L	43.9	22.0	43.3	36.0
1+2	H	232.3	237.9	233.3	234.3
	M	210.8	216.2	199.1	210.7
	L	189.3	204.3	213.3	198.0
	H-L	43.0	33.6	20.0	36.3

Analysen viste, at der som ventet var meget stærk signifikant forskel mellem hold H, M og L. De vigtigste resultater er i form af mindste kvadraters gennemsnit anført i tabel 4.6.

Som det fremgår af tabellen, var der i 1. generation opnået en forskel på 42.5 kg mellem hold H's og hold L's smørfedtydelse i 1. laktation. Denne forskel svarer til 20% af ydelsen hos hold M. Hovedparten af den store ydelsesforskel kan genfindes hos køerne i 2. laktation. I 3. laktation sker der tilsyneladende en kraftig ydelsesstigning hos hold L, således at forskellen mindskes betydeligt, men da en del af køerne endnu ikke havde afsluttet 3. laktation på opgørelsestidspunktet, skal dette resultat tages med forbehold.

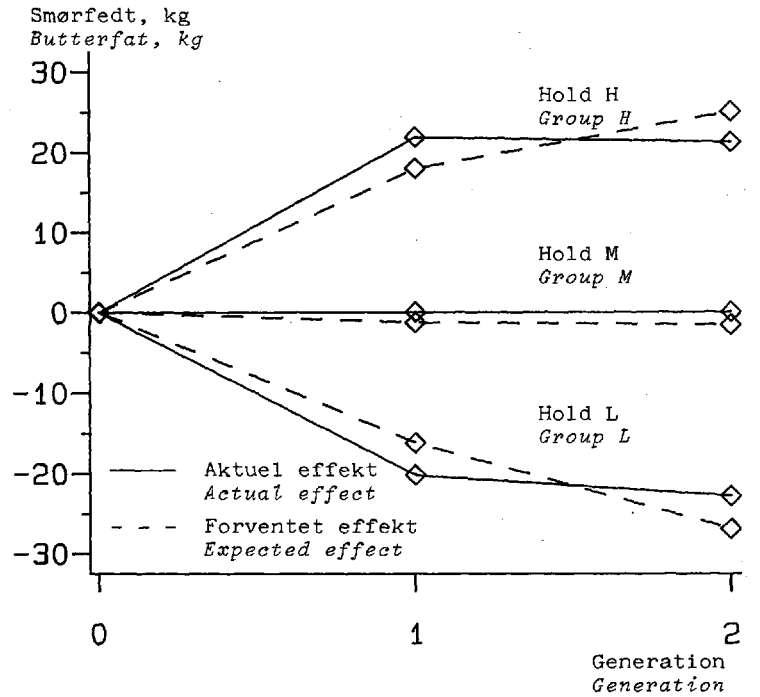
I 2. generation blev forskellen mellem hold H og hold L i 1. laktation 43.9 kg. Som følge af en kraftig ydelsesstigning hos hold L halveredes forskellen i 2. laktation for derefter at stige igen i 3. laktation. Resultaterne fra 2. og 3. laktation er dog ret usikkert bestemt, idet der - især i 3. laktation - kun var få laktationer bag gennemsnittene.

For at undersøge om de fundne resultater var i overensstemmelse med de resultater, der skulle forventes ud fra den selektion og anvendelse af tyre, der har fundet sted, blev der for hver ko beregnet en forventet afstamningsværdi. For 1. generation blev afstamningsværdien beregnet alene ud fra faderens R-tal og for 2. generation ud fra faderens og morfaderens R-tal. De beregnede afstamningsværdier blev herefter analyseret efter en model, der indeholdt effekten af hold indenfor generation.
De herved beregnede mindste kvadraters gennemsnit af køernes afstamningsværdi i hver gruppe er et udtryk for, hvor meget det må forventes, at den pågældende gruppe avlsmæssigt afviger fra det totale gennemsnit med hensyn til smørfedtydelse.

I figur 4.1 er disse forventede selektionseffekter indtegnet sammen med de i forsøget opnåede selektionseffekter, målt som afvigelse fra hold M. Der var god overensstemmelse mellem de forventede og de opnåede resultater. Dog blev der for 1. generations vedkommende opnået større effekt end forventet, både i opad- og i nedadgående retning. I 2. generation blev der derimod opnået mindre selektionseffekter end forventet. Det sidste gjaldt især hold H, hvor effekten i 2. generation var mindre end i 1. generation. Forskellen mellem de forventede og de opnåede selektionseffekter var ikke signifikant fra 0.

Ifølge forsøgsplanen måtte der så vidt muligt kun udsættes køer der havde opnået 305 foderdage i 3. laktation. Som det fremgår af afsnit 4.7.3, skete der alligevel en del afgang i de første 3 laktationer. Det blev derfor undersøgt, om de afgåede køer afveg fra de ikke-afgåede køer i ydelsesmæssig henseende.

I tabel 4.7 er vist de enkelte holds smørfedtydelse, dels for de køer, der afgik inden afslutningen af 2. laktation, og dels for de køer, der ikke afgik. På hold L havde de afgåede køer lavere ydelse end de ikke-afgåede køer. Også på hold H var der i 2. generation stor forskel mellem ydelsen i de to grupper af køer. Selektionseffekten var imidlertid af næsten samme størrelse, uanset om køerne var afgået eller ej. Generelt kan det derfor konkluderes, at udsætningen af køer ikke har påvirket den fundne selektionseffekt væsentligt.



Figur 4.1 Den forventede og den aktuelle selektionseffekt i generation 1 og 2.
Expected and actual selection effect in 1st and 2nd generation.

På opgørelsestidspunktet var der ialt 107 køer, som havde fuldført alle tre 305 dages laktationer. Ydelsesresultaterne for disse køer er anført i tabel 4.8.

Det generelle billede var også ved denne opgørelse, at der blev opnået store selektionseffekter i 1. laktation, og at størstedelen af denne effekt bibeholdtes i 2. laktation, men reduceredes betydeligt i 3. laktation. Reduktionen skyldtes udelukkende, at ydelsen hos hold L steg mere med stigende laktationsnummer end ydelsen hos hold H. Det bemærkes også, at der i denne opgørelse var en betydelig større selektionseffekt i 2. end i 1. generation.

Tabel 4.7 Smørfedtydelsen (kg) i 1. laktation, dels hos køer der er afgået inden afslutningen af 2. laktation (305 dage) og dels for ikke afgåede køer.
The butterfat yield (kg) in 1st lactation for cows that were culled before completion of 2nd lactation (305 days) and for non culled cows.

Generation *Generation*	Hold *Group*	Afgåede køer *Culled cows* Antal *Number*	Smørfedt *Butterfat*	Ikke afgåede køer *Non culled cows* Antal *Number*	Smørfedt *Butterfat*	Forskel *Difference*
	H	16	229.7	64	233.3	3.6
1	M	11	209.8	44	211.2	1.4
	L	15	176.9	63	193.2	16.3
	H-L		52.8		40.1	
	H	13	209.6	40	239.1	29.5
2	M	4	214.6	26	210.0	-4.6
	L	5	166.8	39	190.7	23.9
	H-L		42.8		48.4	
	H	29	219.6	104	236.2	16.6
1+2	M	15	212.2	70	210.6	-1.6
	L	20	171.9	102	192.0	20.1
	H-L		47.7		44.2	

Tabel 4.8 Smørfedtydelse (kg) hos køer, der har afsluttet tre laktationer.
The butterfat yield (kg) of cows with three completed lactations.

Generation *Generation*	Hold *Group*	Antal *Number*	Laktationsnummer *Lactation number* 1	2	3	Ialt *Total*
	H	34	231.7	240.1	234.1	705.9
1	M	22	218.7	204.8	196.7	620.2
	L	27	196.9	207.3	221.0	625.2
	H-L		34.8	32.8	13.1	80.7
	H	10	231.0	233.9	230.6	695.5
2	M	6	232.0	244.1	208.0	684.1
	L	8	182.0	206.5	187.0	575.5
	H-L		49.0	27.4	43.6	120.0
	H	44	231.5	238.7	233.3	703.5
1+2	M	28	221.6	213.4	199.1	634.1
	L	35	193.5	207.1	213.3	613.9
	H-L		38.0	31.6	20.0	89.6

4.1.4 Vekselvirkning mellem station og hold

Hovedresultaterne fra en analyse omfattende alle køer i 1. og 2. generation er vist i tabel 4.9. Det var på forhånd ventet, at der kunne være forskel mellem holdenes reaktion overfor bindestald og løsdriftstald og de deraf følgende forskelle i fodertildelingsprincip, effekter af rangorden m.v. Formodningerne gik i retning af, at kvierne på hold H måske ville klare sig bedre i bindestaldene end i løsdriftstalden (station 4), hvor der ikke var individuel fodertildeling og trængsel omkring foderbordet.
Det fremgår af tabel 4.9, at de anførte formodninger ikke kunne bekræftes. Ganske vist blev der fundet signifikant vekselvirkning mellem hold og station, men denne var først og fremmest fremkaldt af, at hold M klarede sig meget dårligt på station 2 og 3, men særdeles godt på station 4. Hvad hold H og L angår, fandtes i 1. laktation præcis samme selektionseffekt i de to staldtyper på Bellinge (station 3 og 4).

Tabel 4.9 Mindste kvadraters gennemsnit for de selekterede liniers smørfedtydelse (kg) på hver af de fire stationer. Alle køer i 1. og 2. generation.
Least squares means for butterfat yield (kg) of the selected lines at each of the four stations. All cows in 1st and 2nd generation.

Station *Station*	Laktation *Lactation*		Hold *Group* H	M	L	Forskel *Difference* H-L
1	Første	*First*	225	218	196	29
	Senere	*Later*	228	205	216	12
2	Første	*First*	214	182	172	42
	Senere	*Later*	227	227	205	22
3	Første	*First*	244	205	192	52
	Senere	*Later*	244	221	216	28
4	Første	*First*	243	239	192	51
	Senere	*Later*	246	210	176	70

Selektionseffekten var mindst på station 1 og størst på station 3 og 4. På station 1, 2 og 3 (bindestaldene) udgjorde forskellen mellem hold H og hold L i de senere laktationer kun ca. halvdelen af selektionseffekten i 1. laktation. På station 4 steg forskellen derimod fra 51 kg smørfedt i 1. laktation til 70 kg i 2. og 3. laktation. Årsagen til denne store forskel var først og fremmest, at hold L klarede sig særdeles dårligt i 2. og 3. laktation.

Den fundne vekselvirkning mellem hold og station kan være påvirket af både afgang af køer og af det forhold, at en del af køerne endnu ikke havde afsluttet 2. eller 3. laktation på opgørelsestidspunktet. Der blev derfor gennemført en analyse på de ialt 226 køer, som havde fuldført både 1. og 2. laktation. Resultaterne er anført i tabel 4.10.

Tabel 4.10 Mindste kvadraters gennemsnit for de selekterede liniers smørfedtydelse (kg) på hver af de fire stationer. Kun køer, der har fuldført både 1. og 2. laktation, er medtaget.

Least squares means for butterfat yield (kg) of the selected lines at the four stations. Only cows, that have completed both 1st and 2nd lactation are included.

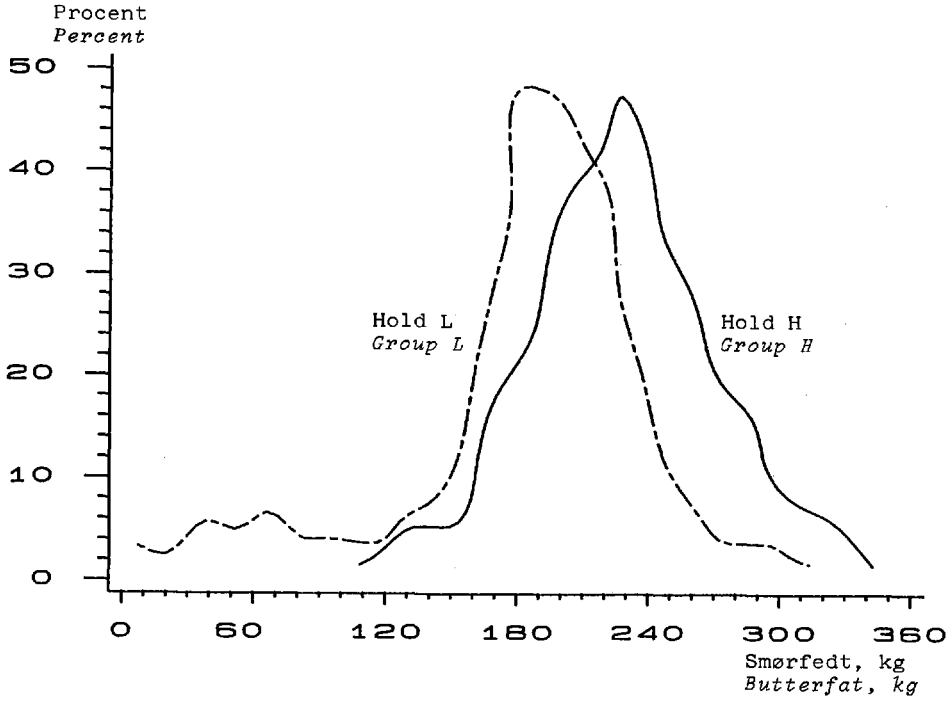
Station *Station*	Laktation *Laktation*		Hold *Group* H	M	L	Forskel *Difference* H-L
	Første	*First*	223	212	202	21
1	Anden	*Second*	230	213	211	19
	Forskel	*Diff.*	-7	-1	-9	
	Første	*First*	219	202	182	37
2	Anden	*Second*	230	224	202	28
	Forskel	*Diff.*	-11	-22	-20	
	Første	*First*	249	217	197	52
3	Anden	*Second*	251	209	217	34
	Forskel	*Diff.*	-2	8	-20	
	Første	*First*	254	232	193	61
4	Anden	*Second*	243	216	175	68
	Forskel	*Diff.*	11	16	18	
Alle *All*	Første	*First*	236	216	194	42
	Anden	*Second*	239	216	201	38
	Forskel	*Diff.*	-3	0	-8	

I denne analyse var vekselvirkningen mellem hold og station ikke signifikansniveauet (P = 0.10 for 1. laktation og P = 0.33 for 2. laktation). Det fremgår, at selektionseffekten var næsten 3 gange så stor på station 4 som på station 1, og at den alt i alt kun faldt med 4 kg fra 1. til 2. laktation. Forskellen mellem 1. og 2. laktation har generelt været større på station 4 end på de øvrige stationer.

En nærmere analyse af dette forhold viste, at station 4 afveg signifikant fra hver af de tre øvrige stationer med hensyn til forskellen mellem køernes ydelse i 1. og 2. laktation. Derimod var der ikke signifikant forskel mellem de tre øvrige stationer indbyrdes.

4.1.5 Variationsbredde og tyreeffekter

Til trods for den lave gennemsnitlige smørfedtydelse, var der på hold L større spredning end på de to andre hold. Variationskoefficienten for den korrigerede smørfedtydelse i 1. laktation var således 21.1%, 21.6% og 29.5% for henholdsvis hold H, M og L. I figur 4.2 er vist fordelingen af køerne på hold H og L med hensyn til korrigeret smørfedtydelse i 1. laktation. Generation 1 og 2 er behandlet under et. Figuren er konstrueret således, at i et vilkårligt punkt på kurven vil ordinaten vise, hvor stor procentdel af køerne, der har haft en ydelse indenfor intervallet - absissens værdi $\pm 1/2$ spredningsenhed. For sammenligningens skyld er der ved konstruktionen regnet med en spredning på 50 kg for begge hold. Det betyder eksempelvis (jvf. figuren), at ydelsen hos næsten 50% af alle køerne på hold L har været i intervallet 180 - 25 = 155, og 180 + 25 = 205 kg smørfedt. Kun ca. 22% af køerne på hold H var placeret i dette interval. Årsagen til den større spredning på hold L, var at der på dette hold var en "hale" med ekstremt lavtydende køer. Det fremgår også, at der over hele variationsbredden er betydelig forskel mellem de to hold. Hvis der ses bort fra ekstremerne på hold L udviser begge hold en tydelig normalfordeling. Sættes grænsen for ekstremt lavtydende køer ved 100 kg smørfedt, svarende til gennemsnittet minus 2.5 spredningsenheder, var der ialt 17 køer, der var under denne grænse i 1. laktation. Disse køer var fordelt med 2 på hold H, 2 på hold M og 13 på hold L. I tabel 4.11 er anført nogle data for disse 17 køer.



Figur 4.2 Fordelingen af hold H's og hold L's korrigerede smørfedtydelse i 1. laktation.
The distribution of the corrected butterfat yield of group H and group L in 1st lactation.

Af tabellen fremgår, at begge køer på hold M tilhørte 2. generation og havde samme far og morfar. Disse to tyre var de eneste på hold M, hvis endelige R-tal viste sig at være under 100, nemlig henholdsvis 98 og 96 (jvf. tabel 3.1). Mødrene til disse to køer lå ydelsesmæssigt over gennemsnittet.

Hele 6 af de lavtydende køer på hold L var efter tyr nr. 43 (Fåborg Kalif), som desuden var morfar til én af køerne i tabellen. Tre af de 6 køer havde normal ydelse i 2. laktation, to afgik efter 1. lak-

Tabel 4.11 Oversigt over de meget lavtydende køer.
Survey of the very low yielding cows.

Hold *Group*	Far *Sire*	Morfar *Sire of dam*	Gen. *Gen.*	Station *Station*	Smørfedt i lakt. *Butterfat in lact.* 1	2	3	Mors 1. lakt. *Dam's 1st lact.*
H	31	-	1	1	84	140	145	222
	21	-	1	4	93	-	-	111
M	82	32	2	2	32	-	-	267
	82	32	2	3	100	-	-	238
L	13	-	1	2	39	35	-	175
	23	-	1	3	35	-	-	204
	43	-	1	1	93	183	140	282
	43	-	1	1	23	-	-	227
	43	-	1	2	4	202	157	251
	43	-	1	3	75	-	-	213
	43	-	1	4	31	78	76	214
	43	23	2	3	5	231	78	189
	63	43	2	3	25	244	-	218
	63	33	2	2	55	-	-	163
	63	23	2	4	61	130	-	225
	73	23	2	4	59	-	-	225
	73	-	1	1	80	203	-	243

tation. Den ene blev taget ud af forsøget, for at gennemgå specielle undersøgelser (se afsnit 5), mens den anden udgik på grund af ufrugtbarhed. Fåborg Kalif havde ialt 17 døtre med en afsluttet 1. laktation i forsøget. Af de 17 lavtydende køer i tabel 4.11 var der ingen, der opnåede en acceptabel ydelseshøjde i 3. laktation.
Mødrene til de lavtydende køer havde - med en enkelt undtagelse - alle normale ydelser i 1. laktation. De lavtydende køer var ligeligt fordelt på de fire stationer.

For at undersøge, hvorledes de enkelte tyre havde klaret sig som fædre i forsøget, blev der foretaget en analyse af døtrenes smørfedtydelse i 1. laktation. For at eliminere effekten af mødrene til døtrene, blev analysen foretaget efter følgende model:

FAR
mor(FAR)
rest

Tabel 4.12 Mindste kvadraters gennemsnit for smørfedtydelsen (kg) i 1. laktation hos de anvendte tyres døtregrupper. Grupper på mindre end 5 døtre er udeladt.
Least squares means of butterfat yield (kg) of the daughter groups in first lactation. Groups with less than 5 daughters are excluded.

Hold H *Group H*			Hold M *Group M*			Hold L *Group L*		
Far *Sire*	Antal *Number*	Smf. *Fat*	Far *Sire*	Antal *Number*	Smf. *Fat*	Far *Sire*	Antal *Number*	Smf. *Fat*
11	8	245	22	7	223	23	9	176
21	7	233	32	16	221	33	15	228
31	18	214	42	9	220	43	17	143
41	18	237	52	23	200	53	19	221
51	33	235	62	10	237	63	26	189
61	16	252	72	11	227	73	23	191
71	19	230	82	7	117	93	5	182
81	8	214						
Gennemsnit *Mean*		232.5			206.4			190.0

Resultaterne, udtrykt som mindste kvadraters gennemsnit for de ialt 22 tyre, som havde mindst 5 døtre med i analysen, er anført i tabel 4.12.

Ydelseshøjden for døtregrupperne på hold H var relativt ensartet. På hold M faldt en enkelt tyr (nr. 82, Ulse Ib) helt igennem, idet gennemsnittet af dens 7 døtres korrigerede smørfedtydelse kun blev 117 kg. To af disse døtre var ekstremt lavtydende (se tabel 4.11), mens en tredie kun nåede 103 kg smørfedt. To tyre på hold L klarede sig over forventning. Den ene (nr. 33, Hjørring Kold) havde 15 døtre, hvis gennemsnitlige ydelse var højere end ydelsen hos de tyre, der var anvendt på hold H (nr. 31) og hold M (nr. 32) i samme periode. Den dårligste tyr på holdet (nr. 43, Fåborg Kalif), nåede kun 143 kg smørfedt i gennemsnit af 17 døtre.

4.1.6 Indirekte selektionseffekter

Efter korrektionen for generations- og miljøeffekterne, samt for effekten af avlsværdien af mødrene til 1. generation, blev de øvrige

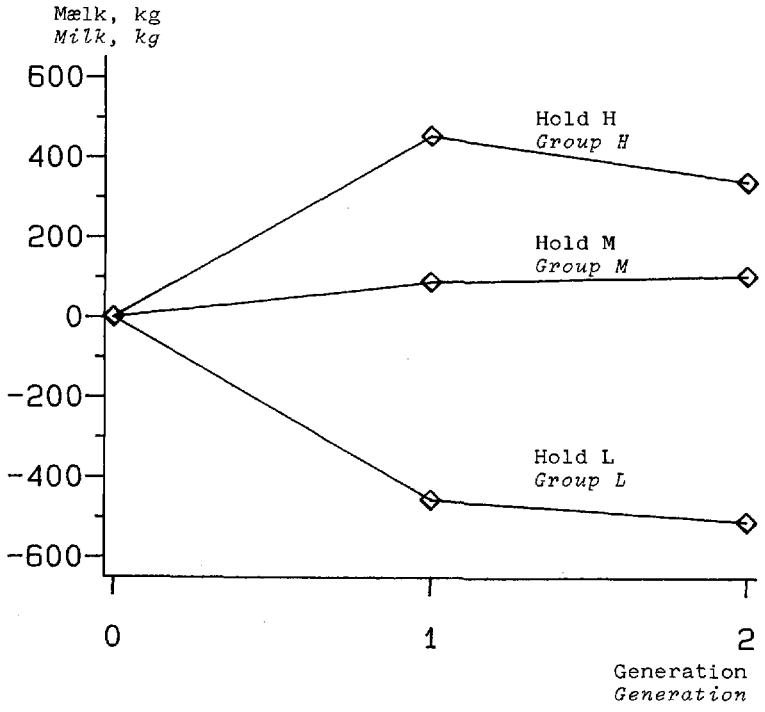
ydelsesegenskaber analyseret efter en model, som indeholdt effekten af hold indenfor generation.

I tabel 4.13 er anført mindste kvadraters gennemsnit for disse egenskaber for hvert hold indenfor de to generationer. I tabellen er alle tre laktationer behandlet under et. For både mælkemængde og proteinmængde var der tale om særdeles store og stærkt signifikante udslag, med en forskel mellem hold H og hold L på 15% i forhold til kontrolholdet.
Hvad fedt- og proteinprocent angår, var der ikke væsentlig forskel mellem hold H og hold L i 1. generation, men i 2. generation var der tendens til, at både fedt- og proteinprocent var højest hos køerne på hold H. Forskellen mellem holdenes fedtprocent var stærkt signifikant ($P < 0.01$), medens den for proteinprocentens vedkommende knap nåede signifikansniveauet ($P = 0.06$).

I figur 4.3 og figur 4.4 er den indirekte selektionseffekt i hver generation indtegnet for henholdsvis mælkemængde og proteinmængde i 1. laktation. Der var for begge egenskaber tale om store og næsten symmetriske effekter, men som for smørfedtydelsen, var der meget lille forskel mellem 1. og 2. generation.

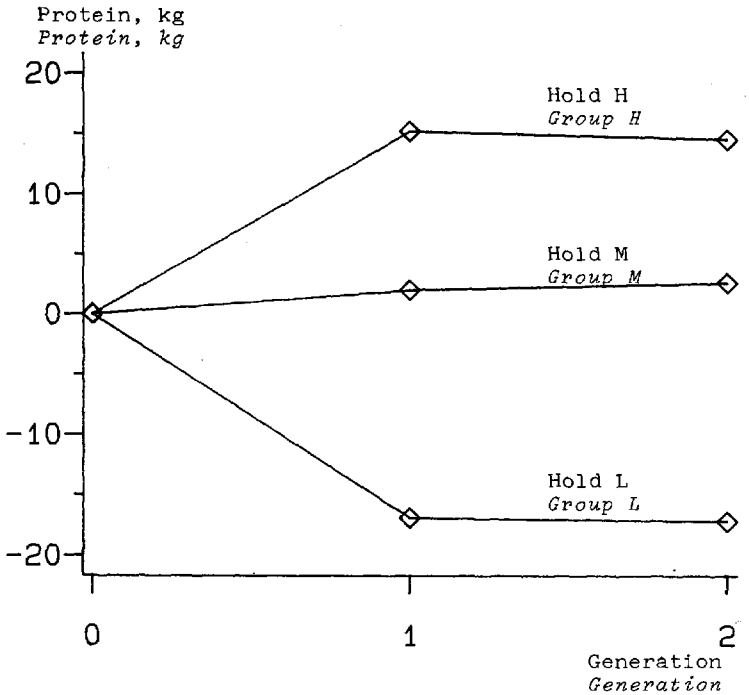
Tabel 4.13 Mindste kvadraters gennemsnit for de selekterede liniers ydelsesegenskaber i 1. og 2. generation. Alle laktationer.
Least squares means for 305 days records of the selected lines in 1st and 2nd generation. All lactations.

Generation *Generation*	Hold *Group*	Mælk, kg *Milk, kg*	Protein,kg *Protein,kg*	Fedt% *Fat%*	Protein% *Protein%*	Protein/Fedt *Protein/Fat*
1	H	5386	198.9	4.38	3.70	0.852
	M	4899	181.8	4.28	3.70	0.869
	L	4611	170.6	4.34	3.70	0.856
	H-L	775	28.3	0.04	0	-0.004
2	H	5284	197.6	4.45	3.75	0.847
	M	5043	183.9	4.28	3.65	0.858
	L	4630	170.6	4.26	3.68	0.868
	H-L	654	27.0	0.19	0.07	-0.021
1+2	H	5352	198.5	4.41	3.72	0.851
	M	4943	182.4	4.28	3.69	0.865
	L	4617	170.6	4.31	3.69	0.860
	H-L	735	27.9	0.10	0.03	-0.009



Figur 4.3 Den indirekte selektionseffekt i mælkemængden i 1. og 2. generation.
The indirect effect of selection in milk production in 1st and 2nd generation.

I tabel 4.14 er der i første kolonne anført forskellen mellem hold H og hold L for alle fem ydelsesegenskaber i 1. laktation. I anden kolonne er vist, hvor meget forskellen udgør i procent af den pågældende egenskabs gennemsnit. Der blev som ventet opnået relativt større direkte end indirekte selektionseffekter. I tabellens tredie kolonne er den procentvise selektionseffekt for smørfedtydelse sat lig med 100 og de tilsvarende effekter for de øvrige egenskaber er sat i forhold dertil. Som det fremgår, har den relative forskel mellem hold H og hold L for mælke- og proteinydelse udgjort henholdsvis 88 og 86 procent af den tilsvarende forskel for smørfedtydelse. Fedtprocenten var kun i mindre grad berørt af den foretagne selektion, mens proteinprocenten var uændret.



Figur 4.4 Den indirekte selektionseffekt i proteinmængden i 1. og 2. generation.
The indirect effect of selection in protein production in 1st and 2nd generation.

Tabel 4.14 Selektionseffekten udtrykt som forskellen mellem hold H og hold L i 1. laktation.
The selection effect expressed as the difference between group H and group L in 1st lactation.

Egenskab	*Trait*	Absolut *Absolute*	I % af gns. *In % of av.*	Relativ *Relative*
Smørfedt	*Butterfat*	43.0	20.4	100
Mælk	*Milk*	885	18.0	88
Protein	*Protein*	31.9	17.6	86
Fedtprocent	*Fat %*	0.10	2.4	12
Proteinprocent	*Protein %*	0	0	0

For de køer, der havde gennemført hele forsøget og dermed afsluttet tre 305 dages laktationer, blev der foretaget en analyse af den totale ydelse fra 1. kælvning til og med tredie laktations 305. dag.

Totalydelsen blev analyseret efter følgende model:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
HOLD
rest

Analysen omfattede kun køer fra 1. og 2. generation. De vigtigste resultater er, i form af mindste kvadraters gennemsnit for hvert af de tre hold, anført i tabel 4.15. De tre hold havde næsten samme antal foderdage, men køerne på hold H havde i gennemsnit ydet 2254 kg mælk, 114 kg smørfedt og 91 kg protein mere end køerne på hold L.

I en tilsvarende analyse blev antallet af golddage mellem 1. og 2. og mellem 2. og 3. laktation analyseret. Resultaterne er anført i tabel 4.16.

Tabel 4.15 Mindste kvadraters gennemsnit for den totale ydelse fra 1. kælvning til og med 305 dage af 3. laktation.
Least squares means of the total yield from 1st calving to 305 days of 3rd lactation.

Hold *Group*	Mælk, kg *Milk, kg*	Smørfedt, kg *Butterfat, kg*	Protein, kg *Protein, kg*	Foderdage *Feeding days*
H	16.955	753.9	620.0	1072
M	15.547	676.8	565.5	1089
L	14.701	640.3	529.4	1085
H-L	2.254	113.6	90.6	- 13

Tabel 4.16 Mindste kvadraters gennemsnit for antallet af golddage mellem 1. og 2. laktation.
Least squares means for the number of days dry between 1st and 2nd lactation.

	Hold *Group*			
	H	M	L	H-L
Antal golddage mellem: *Number of days dry between*				
1. og 2. laktation *1st and 2nd lactation*	40	43	62	-22
2. og 3. laktation *2nd and 3rd lactation*	62	65	84	-22
1. og 3. laktation *1st and 3rd lactation*	101	108	145	-44

Goldperioden efter 1. laktation var i gennemsnit ca. 3 uger kortere end efter 2. laktation. Tillige var køerne på hold L, både efter 1. og 2. laktation, golde 3 uger længere end køerne på hold H. I hele perioden var køerne på hold L golde 44 og 37 dage længere end køerne på henholdsvis hold H og hold M, og disse forskelle var signifikant forskellig fra 0.

4.1.7 Laktationskurver og persistens

For at undersøge om ydelsesforskellen mellem de tre hold var konstant gennem hele laktationsperioden, eller om der var forskelle mellem holdene med hensyn til udholdenhed i ydelse, blev hver laktation opdelt i følgende 10 laktationsafsnit.

Periode	1	0 - 30 dage
-	2	31 - 50 -
-	3	51 - 80 -
-	4	81 - 100 -
-	5	101 - 130 -
-	6	131 - 150 -
-	7	151 - 200 -
-	8	201 - 250 -
-	9	251 - 305 -
-	10	306 - 365 -

Derefter blev den gennemsnitlige dagsydelse i hvert afsnit og separat for hver laktation analyseret efter følgende model:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
SÆSON
GENERATION
HOLD
Rest

Kun køer med 305 foderdage blev inkluderet i undersøgelserne.

For både smørfedt-, mælke- og proteinydelsen var der meget stærk signifikant ($P < 0.001$) forskel mellem holdene i samtlige laktationsafsnit i 1. laktation. Også i 2. laktation var der, med undtagelse af periode 1, stærk signifikant ($P < 0.01$) forskel mellem holdene i hver periode. I 3. laktation var forskellen mellem holdene mindre og kun signifikant ($P < 0.05$) i enkelte afsnit.

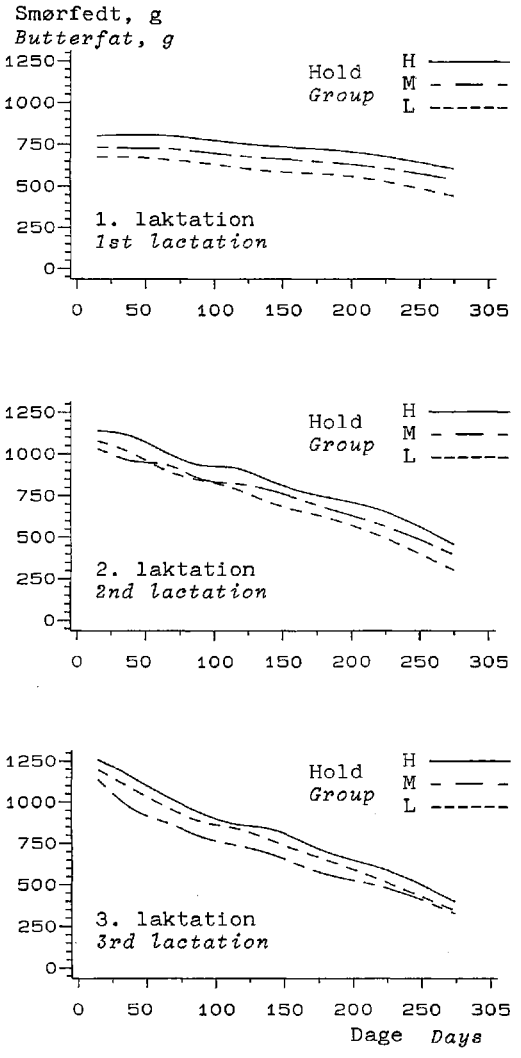
I figur 4.5 er vist laktationskurver for hver af de tre liniers smørfedtydelse i 1., 2. og 3. laktation. Kurverne er konstrueret ved at indtegne hver periodes mindste kvadraters gennemsnit for hold mod det gennemsnitlige laktationsstadium for perioden. Der var i 1. laktation en meget tydelig adskillelse mellem de tre hold i hele laktationen. I 2. laktations første del er hold L kommet på højde med hold M, mens hold H stadig er klart bedst i alle perioder. I 3. laktation har hold L og hold M byttet plads, og hold L har, både hvad angår kurvens form og niveau, nærmet sig stærkt til hold H.

I figur 4.6 og 4.7 er vist de tilsvarende kurver for henholdsvis mælke- og proteinydelse. Som det fremgår, tegner der sig samme billede for disse to egenskaber som for smørfedtydelsen.

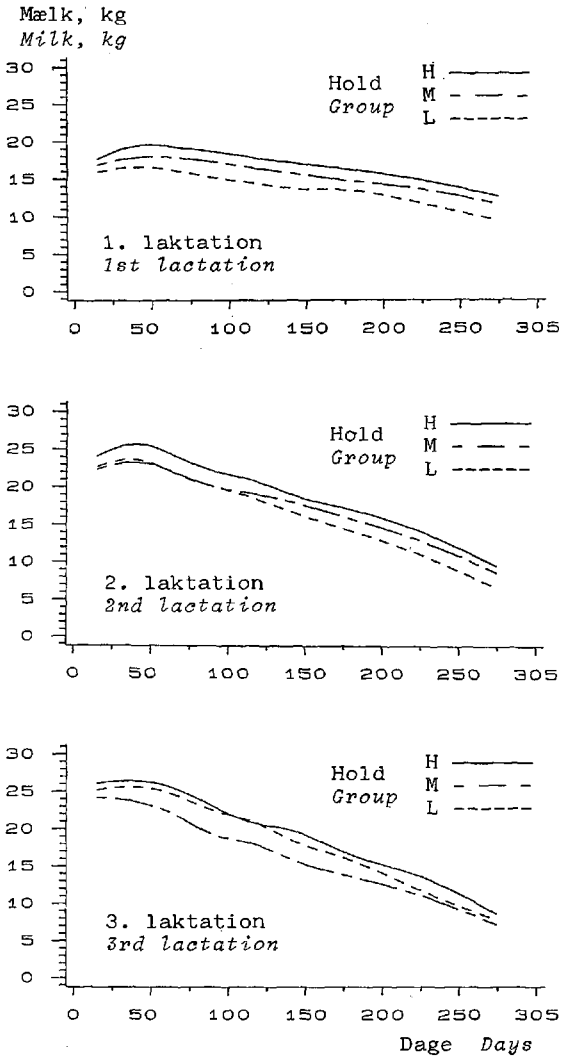
For at undersøge om udsætningen af køer kunne forklare de tre holds udvikling fra 1. til 3. laktation, blev der foretaget en undersøgelse, som kun omfattede de køer, der havde afsluttet alle tre laktationer. Resultaterne for smørfedtydelsen er vist i figur 4.8. Hold M havde næsten samme niveau som hold H i første del af 1. laktation,

men ellers er billedet det samme, som når alle køer medtages. Hold L havde allerede i 2. laktation næsten samme ydelse som hold M, og i 3. laktation havde hold L passeret hold M og havde næsten samme ydelse som hold H.

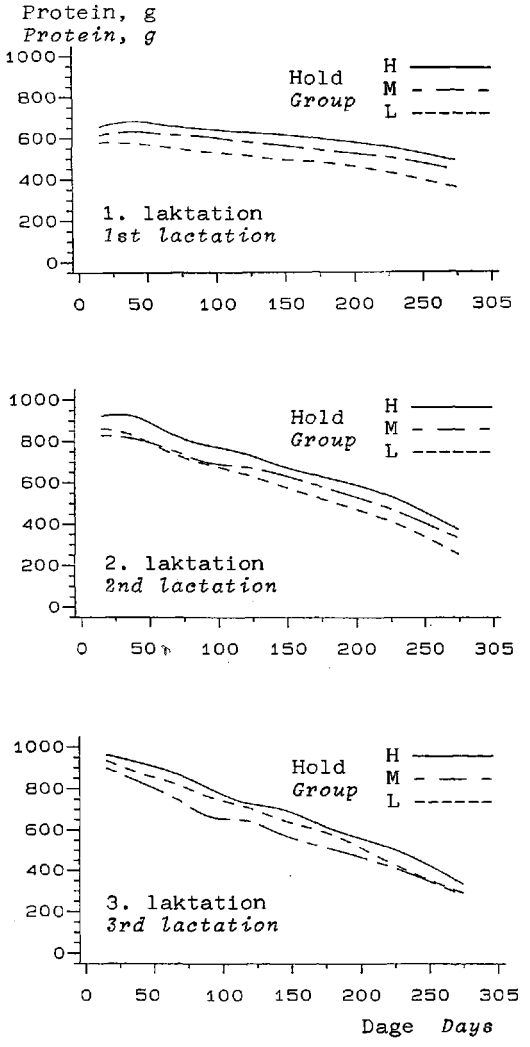
I figur 4.9 er vist laktationskurver for henholdsvis smørfedtydelse, fedtprocent og proteinprocent i hver af de tre laktationer. Kurven for smørfedtydelse i 2. og 3 laktation havde samme form. Fra ca. 200 dage og laktationen ud havde køerne i 1. laktation højere ydelse end de ældre køer. Både fedtprocenten og proteinprocenten faldt stærkt i de første 50 dage, men derefter steg de gennem resten af laktationsperioden. Faldet i de første 50-80 dage blev fundet i alle tre laktationer, medens den efterfølgende stigning især var markant i 1. laktation.



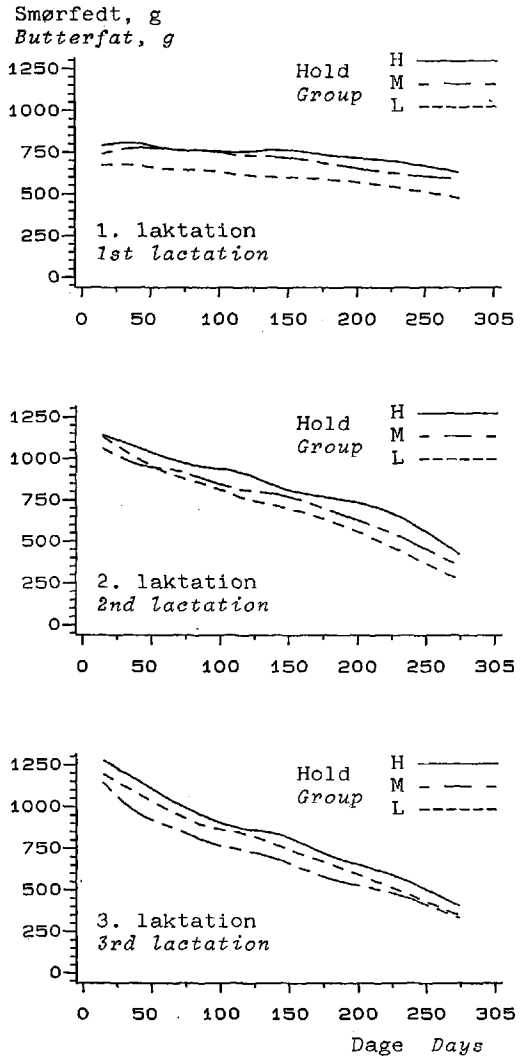
Figur 4.5 Laktationskurver for de tre holds daglige smørfedtydelse i henholdsvis 1., 2. og 3. laktation.
Lactation curves for the daily butterfat yield of the three selected lines in 1st, 2nd and 3rd lactation.



Figur 4.6 Laktationskurver for de tre holds daglige mælkeydelse i henholdsvis 1., 2. og 3. laktation.
Lactation curves for the daily milk yield of the three selected lines in 1st, 2nd and 3rd lactation.



Figur 4.7 Laktationskurver for de tre holds daglige proteinydelse i henholdsvis 1., 2. og 3. laktation.
Lactation curves for the daily protein yield of the three selected lines in 1st, 2nd and 3rd lactation.



Figur 4.8 Laktationskurver for de tre holds daglige smørfedtydelse i henholdsvis 1., 2. og 3. laktation. Kun køer med 3 laktationer er medtaget.
Lactation curves for the daily butterfat yield of the three selected lines in 1st, 2nd and 3rd lactation. Only cows with three lactations included.

Figur 4.9 Laktationskurver for henholdsvis smørfedtydelse, fedtprocent og proteinprocent i 1., 2. og 3. laktation. Alle hold.

Lactation curves for the butterfat yield, the fat percentage and the protein percentage in 1st, 2nd and 3rd lactation, respectively. All groups.

Køernes udholdenhed i ydelse gennem en laktation vil i det følgende blive betegnet som "persistens". God persistens er altså et udtryk for, at koen har en flad laktationskurve.
Med henblik på at få et enkelt mål for køernes persistens blev der for hver laktation beregnet en regression af koens daglige smørfedtydelse i de enkelte laktationsafsnit på den tilhørende afstand fra kælvning målt i dage.
Den fremkomne regressionskoefficient viser, hvor meget den daglige smørfedtydelse falder (evt. stiger) i gennemsnit pr. dag gennem laktationsperioden. Beregningsmæssigt er dette persistensmål (regressionskoefficienten) uafhængig af ydelsesniveauet.
Det beregnede persistensmål blev analyseret efter to forskellige modeller indeholdende følgende effekter:

STATION	STATION
ÅR	ÅR
STATION x ÅR	STATION x ÅR
SÆSON	SÆSON
GENERATION	GENERATION
FAR	HOLD
rest	rest

Analysen, der blev gennemført for hver laktation for sig, viste, at der for 1. laktation var signifikant stations- og årseffekt, samt at der tillige var signifikant vekselvirkning mellem år og station. Også faderen havde signifikant indflydelse på persistensmålet ($P < 0.05$), hvilket indikerer, at dette mål i nogen grad er arveligt betinget.
Derimod havde hverken kælvningssæson eller generationsnummer signifikant indflydelse på persistensmålet.
For 2. og 3. laktation var effekten af koens far ikke signifikant. Derimod var der signifikant sæsoneffekt, idet sommer- og især efterårskælverne havde fladere laktationskurve end vinterkælverne.
Analysen, i hvilken effekten af køernes fædre var udskiftet med en holdeffekt, viste, at der ikke var signifikant forskel mellem de selekterede liniers persistens. Der var dog en tendens til, at hold H og M havde fladere laktationskurve end hold L. I 2. laktation nåede denne forskel næsten signifikansniveauet ($P = 0.06$).

Tabel 4.17 Den gennemsnitlige nedgang i dagsydelsen, gram smørfedt pr. uge, gennem laktationsperioden.
The average decline in the daily yield, g butterfat per week, during the lactation period.

Station *Station*	Laktation *Lactation* 1	2	3
1	6.8	14.7	20.7
2	6.3	17.5	20.5
3	2.9	17.6	18.5
4	3.9	19.1	20.3
Alle *All*	5.0	17.2	20.0

I tabel 4.17 er vist den gennemsnitlige nedgang i den daglige smørfedtydelse pr. uge gennem laktationsperioden. I 1. laktation var der stor forskel mellem stationerne, idet det ugentlige fald i dagsydelsen var dobbelt så stort på station 1 og 2 som på station 3 og 4.
I 2. og 3. laktation var der ikke signifikante forskelle mellem stationerne. Det bemærkes også, at ialt var den ugentlige nedgang i dagsydelsen 3 til 4 gange så stor i 2. og 3. laktation som i 1. laktation.

I tabel 4.18 er vist resultaterne fra en analyse, i hvilken der blev beregnet korrelationer mellem persistensmålene i de enkelte laktationer og mellem persistensmålene og smørfedtydelse. Inden beregningernes gennemførelse blev såvel persistensmålene som smørfedtydelsen korrigeret for effekten af år, station, generation og sæson.
Som det fremgår, varierede korrelationen mellem de tre persistensmål indbyrdes fra 0.30 til 0.42. Det betyder, at en ko der eksempelvis har en flad laktationskurve i en given laktation, også har tendens til at have flad laktationskurve i de øvrige laktationer. Korrelationen mellem persistensmålene var lidt lavere end de tilsvarende korrelationer mellem smørfedtydelsen i de enkelte laktationer, som varierede fra 0.41 til 0.57. Korrelationen mellem persistensmålene på den ene side og smørfedtydelsen på den anden var derimod små, varierende fra 0.01 til 0.22.

Tabel 4.18 Korrelationer mellem persistens og smørfedtydelse. Antal observationer under diagonalen.
The correlations between persistency and butterfat yield. Number of observations under the diagonal.

Egenskab *Trait*		Egenskab *Trait*					
		P_1	P_2	P_3	S_1	S_2	S_3
Persistens: *Persistency:*							
1. laktation *1st lactation*	(P_1)		0.30	0.35	0.13	0.14	0.16
2. laktation *2nd lactation*	(P_2)	305		0.42	0.04	0.22	0.12
3. laktation *3rd lactation*	(P_3)	161	190		0.02	0.01	0.03
Smørfedtydelse: *Butterfat yield:*							
1. laktation *1st lactation*	(S_1)	470	332	206		0.53	0.41
2. laktation *2nd lactation*	(S_2)	315	357	200	364		0.57
3. laktation *3rd lactation*	(S_3)	162	190	220	209		

4.1.8 Sammenhæng mellem avlsværdital og ydelse

Selvom der i forsøget er opnået stor forskel mellem de selekterede liniers smørfedtydelse, er der indenfor holdene så stor avlsmæssig variation, at de bedste køer på hold L i genetisk henseende er bedre end de dårligste på hold H.

Ved anvendelse af dyrene fra forsøget til specielle undersøgelser er det derfor en fordel at have kendskab til de enkelte forsøgsdyrs forventede avlsværdi for smørfedtydelse.
Af denne grund blev der ved hjælp af "Direkte Opdatering" (Christensen, 1980) beregnet et afstamningsindeks og et samlet indeks for

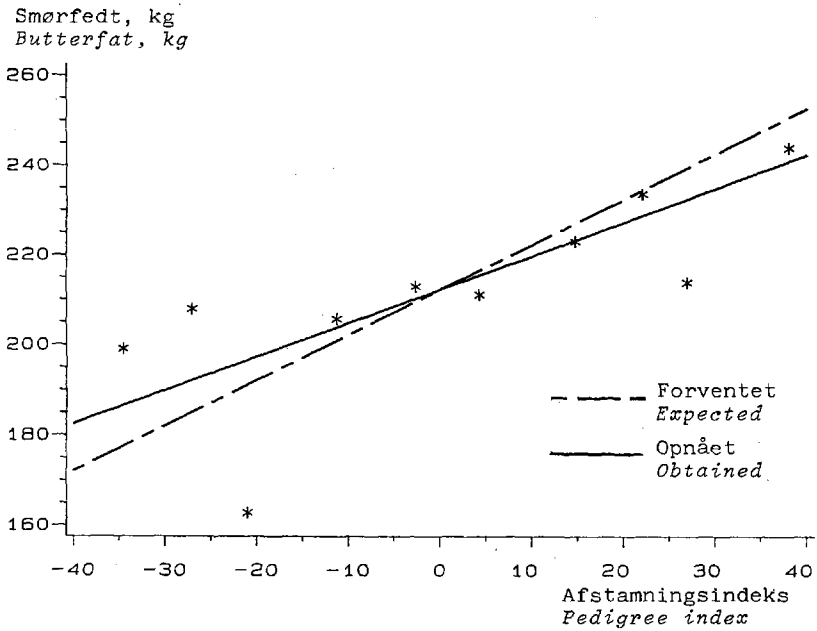
Tabel 4.19 Den beregnede og den forventede sammenhæng mellem køernes afstamningsindeks (I) og samme køers smørfedtydelse i 1. laktation (P).
The estimate and the expected relationship between the cows' pedigree index (I) and their butterfat yield in 1st lactation (P).

Gen. *Gen.*	Korrelation I,P *Correlation I,P.* Aktuel *Actual*	Forventet *Expected*	Regression P/I *Regression P/I* Aktuel *Actual*	Forventet *Expected*
1	0.35	0.30	1.01	1.00
2	0.32	0.32	0.73	1.00
1+2	0.34	0.31	0.90	1.00

smørfedtydelsen for alle dyr. Ved disse beregninger blev der regnet med en heritabilitet på 0.30, 0.20 og 0.25 for henholdsvis 1., 2. og 3. laktation, og en gentagelseskoefficient på 0.45.

For både opdræt og køer, der ikke har afsluttet 1. laktation, er det afstamningsindekset, der er af interesse som indikator for dyrets genetiske ydelseskapacitet. I tabel 4.19 er vist hvilken sammenhæng, der blev fundet mellem dette indeks og den korrigerede smørfedtydelse i 1. laktation.

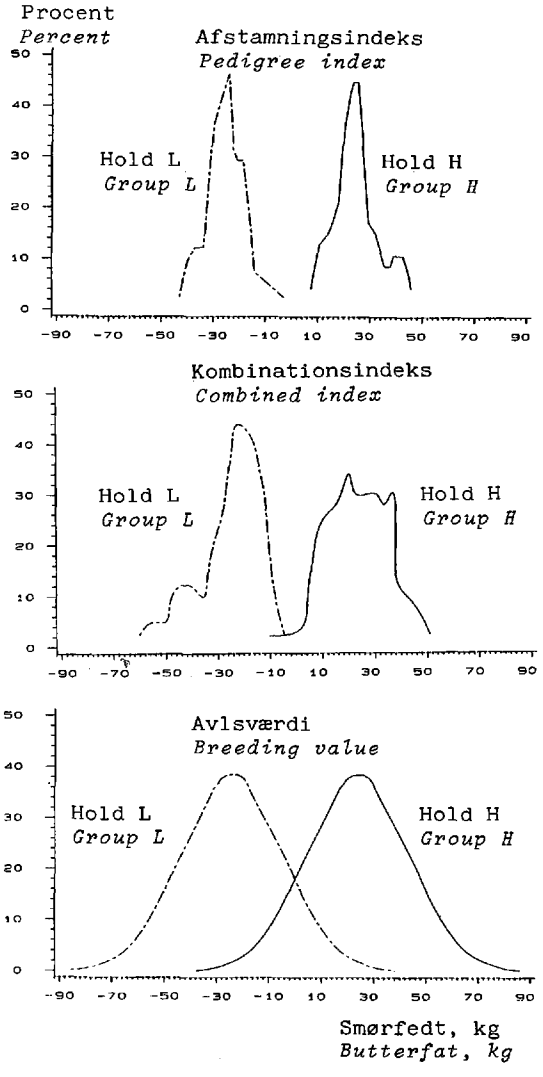
De fundne sammenhænge var i god overensstemmelse med de teoretiske forventninger. Dog var regressionskoefficienten for køer i 2. generation lidt lavere end ventet, hvilket især skyldes relativt høje ydelser for en del af de køer, der havde de laveste afstamningsindekser. Dette er illustreret i figur 4.10, hvor både den forventede og den aktuelle regressionslinie er indtegnet sammen med 10 punkter, der hver især repræsenterer gennemsnittet af lige store grupper køer, rangeret efter afstamningsindekset. Det fremgår, at det især er køerne med de laveste afstamningsindekser, der er årsag til, at den aktuelle regression er en smule lavere end den forventede.



Figur 4.10 Den forventede og den aktuelle regression af køernes smørfedtydelse på afstamningsindekset.
Actual and expected regression of the cows butterfat yield on the pedigree index.

I figur 4.11 er vist fordelingen af henholdsvis afstamnings- og kombinationsindekserne for hold H og hold L. Kun køer for 2. generation med en afsluttet 305 dages laktation er medtaget. Til sammenligning er indtegnet fordelingen af køernes sande avlsmæssige overlegenhed, forudsat normal fordeling med en genetisk spredning på 20 og gennemsnit lig med det tilsvarende holds gennemsnitlige afstamningsindeks, d.v.s. 24.9 for hold H og -25.6 for hold L.

Det fremgår tydeligt, at selv om der at dømme efter afstamningsindekserne og kombinationsindekserne kun er ringe eller slet ingen overlapninger mellem de to holds avlsværdier, må der stadig regnes med, at der stadig er en del overlapning, hvad køernes sande avlsværdier angår.



Figur 4.11 Fordelingen af hold H's og hold L's afstamnings- og kombinationsindeks, samt af de to holds sande avlsmæssige overlegenhed, (se tekst).
The distribution of group H's and L's pedigree index, combined index and of the true breeding value of the two groups.

Ikke desto mindre er den genetiske forskel mellem hold H og hold L i 2. generation så stor, at hvis der f.eks. i forsøgsmæssig øjemed arbejdes med grupper bestående af 4 tilfældigt udtagne køer fra hvert hold, vil der være mere end 99% sandsynlighed for, at den sande avlsværdi for smørfedtydelse af de 4 køer fra hold H vil være større end den tilsvarende avlsværdi af de 4 køer fra hold L.

4.1.9 Moder-datter sammenligninger

Da der i forsøgsmaterialet fandtes oplysninger om første laktation for så at sige alle mødrene til køerne i generation 1 og 2, blev der gennemført analyser til fastlæggelse af sammenhængen mellem mødrenes og døtrenes korrigerede ydelsesegenskaber. For samtlige egenskaber blev regressionen af datterens ydelse i henholdsvis 1., 2. og 3. laktation på moderens ydelse i 1. laktation beregnet. For at fjerne effekten af den foretagne selektion blev analyserne foretaget "indenfor fædre". Herved elimineres tillige de enkelte fædres indflydelse på døtrenes ydelse. Ses der bort fra den maternelle effekt, er regressionen af datterens ydelse i 1. laktation på moderens ydelse i 1. laktation et udtryk for halvdelen af heritabiliteten for den pågældende egenskab. Da den fænotypiske variation for de korrigerede ydelsesegenskaber var af stort set samme størrelse for 1., 2. og 3. laktation, er regressionen af datterens ydelse i 2. eller 3. laktation på moderens ydelse i 1. laktation et udtryk for:

$$1/2\ r_{A_1A_i} h_1 h_i$$

hvor

$r_{A_1A_i}$ = Den genetiske korrelation mellem første og i'te laktation

h_1^2 = Heritabiliteten for 1. laktation

h_i^2 = Heritabiliteten for i'te laktation

Resultaterne fra analysen er sammen med antallet af moder-datterpar anført i tabel 4.20

Tabel 4.20 "Heritabiliteter" beregnet som 2 gange regressionen af døtrenes ydelse i 1., 2. og 3. laktation (b_1, b_2 og b_3) på mødrenes ydelse i 1. laktation.
"Heritabilities" estimated as twice the regression of the daughters' yield in 1st, 2nd and 3rd lactation (b_1, b_2 and b_3) on the yield of the dams in 1st lactation.

Egenskab *Trait*	1. laktation *1st lactation* n	$2b_1$	2. laktation *2nd lactation* n	$2b_2$	3. laktation *3rd lactation* n	$2b_3$
Smørfedt *Butterfat*	307	0.33	207	0.26	101	0.37
Mælk *Milk*	307	0.40	207	0.22	101	0.21
Protein *Protein*	270	0.30	181	0.24	87	0.16
Fedt % *Fat %*	307	0.47	207	0.49	101	0.49
Protein % *Protein %*	270	0.40	181	0.34	101	0.28
Protein/fedt *Protein/fat*	270	0.27	181	0.21	101	0.21

Som det fremgår af tabellen, blev der fundet forholdsvis høje heritabiliteter for alle egenskaber i første laktation, højest for fedtprocenten. Det ses tillige, at der også var god sammenhæng mellem mødrenes 1. laktation og døtrenes 2. og 3. laktation. Middelfejlen på de i tabellen anførte resultater var af størrelsen 0.12, 0.14 og 0.22 for henholdsvis 1., 2. og 3. laktation.
De fundne resultater er i god overensstemmelse med resultater fra tidligere undersøgelser (se f.eks. oversigtsartikel af Maijala & Hanna, (1974)). En analyse, i hvilken moder-datter sammenligningen blev foretaget separat for hver af de selekterede linier, gav de i tabel 4.21 anførte resultater.

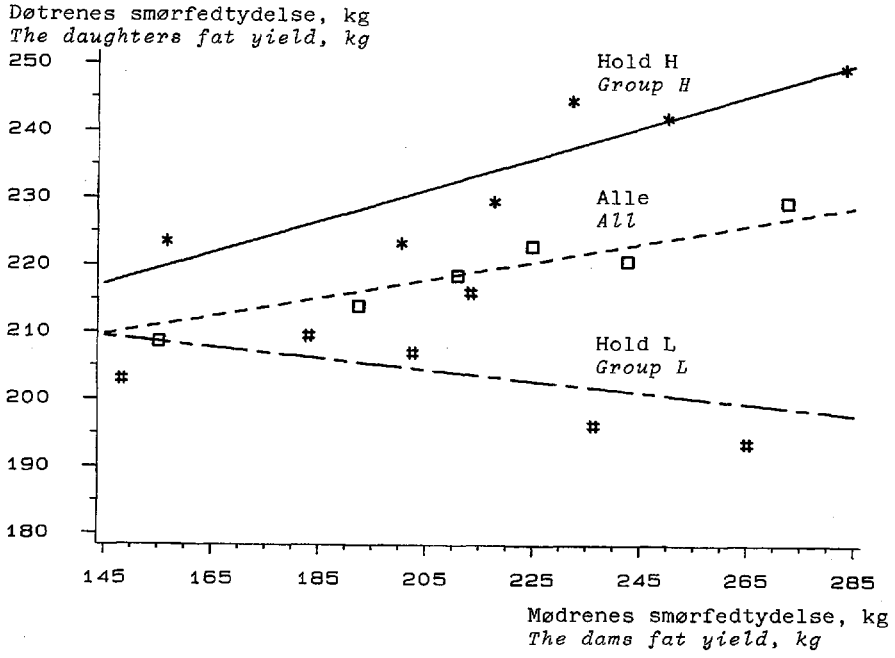
Som det fremgår af tabellen, var regressionen af døtrenes smørfedt-, mælke- og proteinydelse på den tilsvarende ydelse hos mødrene relativ høj og af samme størrelse for hold H og hold M, mens den var lav og ikke signifikant forskellig fra 0 på hold L. Denne markante for-

Tabel 4.21 "Heritabiliteter" beregnet som 2 gange regressionen af døtrenes ydelse i 1. og 2. laktation på mødrenes ydelse i 1. laktation inden for hvert hold.
"Heritabilities" estimated as twice the within line regression of the daughters' yield in 1st and 2nd lactation on the yield of the dams in 1st lactation.

Egenskab *Trait*	1. lakatation, hold: *1st lactation, group:* H	M	L	2. laktation, hold: *2nd lactation, group:* H	M	L
Smørfedt *Butterfat*	0.44	0.43	0.01	0.50	0.69	0.07
Mælk *Milk*	0.48	0.44	0.03	0.37	0.32	0.01
Protein *Protein*	0.40	0.25	0.02	0.41	0.35	0.10
Fedt % *Fat %*	0.63	0.30	0.44	0.48	0.74	0.32
Protein % *Protein %*	0.53	0.13	0.47	0.52	0.10	0.13

skel var tilstede både i 1. og 2. laktation. Det skal dog bemærkes, at middelfejlen på de anførte resultater var høj, idet den varierede fra 0.16 til 0.43, højest for 2. laktation, og især høj for hold M, som havde færre mødre-døtre par end hold H og L.
For at undersøge om årsagen til de lave regressionskoefficienter på hold L kunne tilskrives ekstremt lavtydende mødre og/eller døtre, blev der foretaget en ny analyse, i hvilken alle informationer fra køer med mindre end 100 kg smørfedt blev udeladt. Men dette forstærkede tendenserne, idet regressionskoefficienterne for hold H og Hold M generelt steg, mens de for hold L faldt og blev negative.

I figur 4.12 er indtegnet 3 regressionslinier, som viser regressionen af datterens smørfedtydelse i 1. laktation på moderens smørfedtydelse i 1. laktation, beregnet efter udeladelse af de meget lavtydende mødre og døtre. Linierne repræsenterer dels alle hold (b = 0.14, h^2 = 0.28), dels hold H alene (b = 0.23, h^2 = 0.46) og endelig hold L alene (b = -0.08). For hver regressionslinie er indtegnet 6 punkter. Hvert punkt er beregnet ved at inddele det pågældende



Figur 4.12 Regressionen af døtrenes smørfedtydelse på mødrenes smørfedtydelse. Kun 1. laktationer.
The regression of the daughters' butterfat yield on the butterfat yield of the dams. 1st lactations only.

datamateriale i 6 lige store grupper efter mødrenes smørfedtydelse og beregne den gennemsnitlige ydelse af både mødre og døtre i hver af disse grupper.
Som det fremgår af figuren, er årsagen til den negative sammenhæng mellem mødre og døtre på hold L, at den bedste trediedel af mødrene til dette hold har givet døtre med meget lavere ydelse end forventet.

Regressionerne af døtrenes persistensmål på mødrenes persistens i 1. laktation var små og ikke signifikant forskellige fra 0. Dette indikerer en forholdsvis lav heritabilitet for denne egenskab.

4.2 Kælvnings- og fødselsegenskaberne

Ved behandlingen af denne gruppe af egenskaber har analyserne koncentreret sig om:

1. Kælvningsforløbet
2. Kalvenes livskraft
3. Drægtighedsperiodens længde
4. Kalvenes fødselsvægt
5. Kalvenes relative fødselsvægt (kalvens vægt i procent af moderens vægt ved kælvning)

4.2.1 Materiale og analysemetoder

Alle kælvninger er så vidt muligt overvåget og fødselsforløbet bedømt efter følgende skala:

0 = Ukendt
1 = Normalt
2 = Lidt besværlig
3 = Meget besværlig
4 = Kirurgisk indgreb (kejsersnit/partering)

Tabel 4.22 Antal kælvninger fordelt efter fødselsforløb.
Number of calvings distributed on calving difficulty.

Fødselsforløb *Ease of calving*	Kviekælvninger *Heifer calvings* Antal *Number*	%	Kokælvninger *Cow calvings* Antal *Number*	%
Ukendt *Unknown*	17	3	32	3
Normalt *Normal*	505	78	937	91
Besværlig *Difficult*	66	10	36	4
Meget besværlig *Very difficult*	48	8	18	2
Kirurgisk indgreb *Surgical operation*	9	1	2	0
Ialt *Total*	645	100	1025	100

Som det fremgår af tabel 4.22, indgik der ialt 645 kviekælvninger og 1025 kokælvninger i analyserne.

Kalvens livskraft blev registreret som:

1 = Levende mindst én time efter fødsel
2 = Født levende, men død indenfor én time
3 = Død under fødsel
4 = Død før fødsel

Fordelingen af kalvenes livskraft er vist i tabel 4.23.

Indledende undersøgelser viste, at gradueringen af de besværlige fødsler og opdelingen af kalve efter dødstidspunkt havde meget ringe indflydelse på resultaterne. I de endelige analyser er der derfor kun skelnet mellem normale og vanskelige kælvninger, samt mellem levende og døde kalve, idet de tre sidste kategorier i begge tilfælde er slået sammen til én.

For at undgå, at eventuelle fejlregistreringer skulle påvirke resultaterne i væsentlig grad, blev alle drægtighedsperioder, som afveg med mere end 3 spredningsenheder fra gennemsnittet, undersøgt for eventuelle fejl i inseminerings- og kælvningsdatoer. Syv drægtighedsperioder, der afveg mere end 4 spredningsenheder fra gennemsnit-

Tabel 4.23 Antal kælvninger fordelt på kalvens livskraft.
Number of calvings distributed on the viability of the calf.

Livskraft *Viability*	Kviekælvninger *Heifer calvings*		Kokælvninger *Cow calvings*	
	Antal *Number*	%	Antal *Number*	%
Levende min. 1 time *Alive min. 1 hour*	533	82	975	95
Død inden 1 time *Dead within an hour*	10	2	5	0
Død under fødslen *Dead during the birth*	85	13	36	4
Død inden fødsel *Dead before the birth*	17	3	9	1
Ialt *Total*	645	100	1025	100

tet, blev slettet sammen med de tilsvarende registreringer af de tre andre egenskaber. Herved kom drægtighedsperioden til at variere fra 261 til 300 dage. De tilsvarende fødselsvægte varierede fra 20 til 63 kg.

Da kælvningsbesvær og kalvedødelighed erfaringsmæssigt er et større problem hos kvier end hos køer, er første og øvrige kælvninger analyseret hver for sig.

Med henblik på at klarlægge, i hvilken grad de miljømæssige faktorer øver indflydelse på de fem anførte egenskaber, blev disse i første omgang analyseret efter følgende modeller.

For kvier	For køer
STATION	STATION
ÅR	ÅR
SÆSON	SÆSON
KALVENS KØN	KALVENS KØN
VEKSELVIRKNINGER	VEKSELVIRKNINGER
kælvningsalder	LAKTATIONSNUMMER
kælvningsalder x kælvningsalder	rest
rest	

Der blev anvendt følgende to sæsoner:

Vinter = måned 1-3 og 10-12
Sommer = måned 4-9

4.2.2 Effekt af station, år, sæson, køn og alder

Hverken hos kvierne eller køerne var de fem egenskaber signifikant påvirket af vekselvirkningen mellem hovedeffekterne. Kun kalvens vægt var signifikant påvirket af kvadratet på kælvningsalderen.

Som det fremgår af tabel 4.24, var kælvningsforløbet hos kvierne meget signifikant påvirket af både station og år. Eksempelvis blev 32% af kælvningerne på station 1 erklæret for vanskelige mod kun 13% på station 4. Tilsvarende blev forskellen mellem det bedste og det dår-

Tabel 4.24 Procent sandsynlighed for at der ingen effekt var af de variable, der indgik i modellen. Øverste linie gælder kvier underste køer.
Percent probability of no effect of the different variates in the model. The upper line refers to heifers, the lower line to the cows.

Variable i modellen *Variates in the model*	Fødsels-forløb *Ease of calving*	Kalvens livskraft *Viability of calf*	Drægtighedsperiodens længde *Gestation length*	Fødsels-vægt *Birth weight*	Relativ fødselsvægt *Relative birth weight*
Station	***	81	74	***	18
Station	25	24	33	***	***
År	***	9	26	14	***
Year	10	67	***	11	***
Sæson	69	14	*	44	33
Season	63	89	38	**	74
Kalvens køn	**	**	***	***	***
Sex of calf	38	70	***	***	***
Kælvningsalder	*	*	***	**	***
Age at calving	-	-	-	-	-
Laktationsnr.	-	-	-	-	-
Parity	8	28	62	**	***

ligste år 46 procentenheder. Fødselsforløbet var vanskeligere for tyrekalve end for kviekalve, idet der var en forskel mellem de to køn på 10 procentenheder. Også kviens alder ved kælvning påvirkede fødselsforløbet signifikant, idet der var tendens til lettere kælvninger med stigende alder - 1.0 $\pm$0.3 procentenhed pr. måned. Hos køerne var frekvensen af kælvningsbesvær betydeligt lavere end hos kvierne og som det fremgår af tabel 4.24, havde ingen af de analyserede faktorer signifikant indflydelse på denne egenskab.

Med hensyn til kalvedødeligheden var der kun meget små stationsforskelle. År- og sæsoneffekterne var størst hos kvierne, men nåede ikke signifikansniveauet. Hos køerne var der heller ikke signifikant effekt af køn og laktationsnummer. Hos kvierne derimod, døde der 8.7 procentenheder flere tyrekalve end kviekalve, nemlig 21.9% tyrekalve mod kun 13.2% kviekalve.

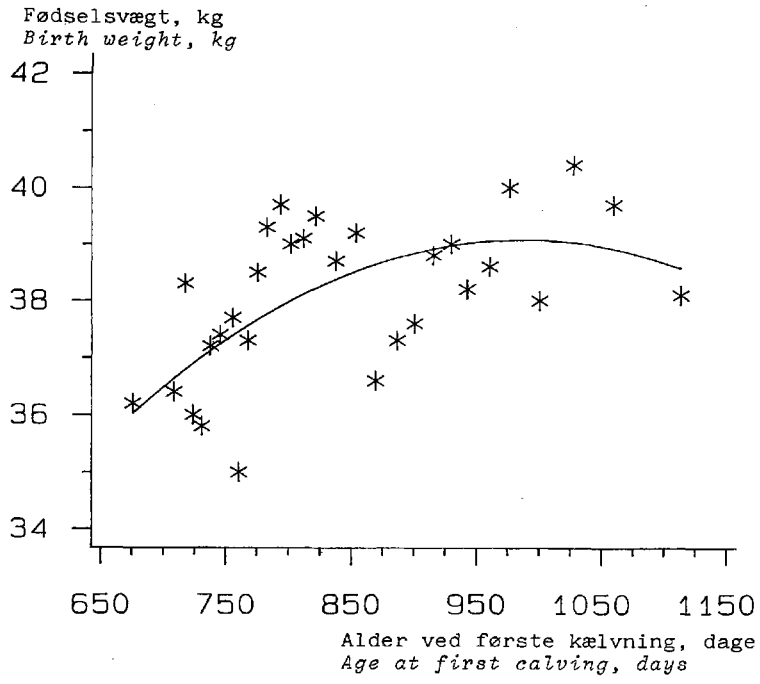
Også kælvningsalderen havde signifikant indflydelse på kalvens livskraft, idet kalvedødeligheden faldt med 0.8 procentenheder pr. måneds stigning i alderen ved første kælvning.

Hos kvierne var drægtighedsperiodens længde ikke signifikant påvirket af station og år, men derimod af sæson, idet vinterkælverne var drægtige i 1.0 dag længere end sommerkælverne. Hos køerne var der heller ikke stationseffekt, men derimod signifikant årseffekt. For begge grupper var der stor effekt af kalvens køn, idet tyrekalvene blev født efter 1.3 dage længere drægtighed end kviekalvene hos kvierne og 1.6 dage hos køerne. Størst effekt havde alder ved første kælvning, idet kviernes drægtighedsperiode forøgedes med 0.23 dage pr. måneds stigning i kælvningsalderen. Hos køerne havde laktationsnummeret ikke signifikant indflydelse på denne egenskab.

Hos både kvier og køer var kalvenes fødselsvægt signifikant påvirket af station, idet kalvene på station 1 i gennemsnit vejede 2 til 3 kg mere end kalvene på de øvrige stationer.
Der var ikke signifikant effekt af år, men vinterfødte kalve var tungere end kalve født om sommeren. Denne forskel var størst hos køerne, 0.8 kg.
Tyrekalve født af kvier og køer vejede henholdsvis 2.3 kg og 2.8 kg mere end kviekalve.

For kviernes vedkommende var der signifikant effekt af både kælvningsalderen og af kælvningsalder x kælvningsalder. Dette indikerer, som vist i figur 4.13, at der var en kurvelineær sammenhæng. Ved konstruktion af denne figur blev kvierne indelt i 30 lige store klasser efter alder ved kælvning. Hver stjerne i figuren angiver gennemsnitsobservationerne i den pågældende klasse. Desuden er den kurvelineære regressionslinie indtegnet. Som det fremgår af figuren, steg kalvenes fødselsvægt stærkt med stigende kælvningsalder hos kvier, der var mindre end 800 dage (26 mdr.) ved kælvning. For ældre kvier er fødselsvægten uafhængig af alderen. Hos køerne var der signifikant effekt af laktationsnummer, idet kalve født ved 2. kælvning var 0.6 kg lettere end kalve født ved senere kælvninger.

Kalvenes relative fødselsvægt var stærkt signifikant påvirket af år og for køernes vedkommende også station. Også kalvenes køn havde



Figur 4.13 Sammenhæng mellem køernes alder ved første kælvning og kalvenes fødselsvægt.
The relationship between the age of the cows at first calving and the birth weight of the calves.

stærk signifikant indflydelse på denne egenskab, idet tyrekalvenes relative fødselsvægt var 0.6 procentenheder, svarende til 7.4%, højere end kviekalvenes hos både kvie- og kokælvningerne. Der kunne ikke påvises signifikante sæsoneffekter, men hos kvierne faldt kalvenes relative fødselsvægt med 1.1 $\pm$0.2% pr. måneds stigning i kælvningsalderen. Dette fald fortsatte til køerne var udvokset, idet kalvenes relative fødselsvægt var 5.6% lavere for 3. kalvs og ældre køer end for 2. kalvs køer.

4.2.3 Korrektion af grunddata

Idet de tre selektionslinier i hele forsøgsperioden har været næsten helt ligeligt fordelt på de i modellerne anførte effekter kunne disse elimineres uden fare for at påvirke eventuelle genetiske forskelle mellem holdene. Inden hovedanalyserne blev foretaget, blev kviematerialet derfor korrigeret til følgende niveauer:

STATION: Station 3's niveau
ÅR : År 1977's niveau
SÆSON : Vinter niveau
KØN : Tyrekalvenes niveau
Alder : Gennemsnit = 845 dage (27.7 mdr.)

Denne korrektion bevirker, at de fem egenskaber kan betragtes som om alle registreringer var foretaget på tyrekalve, født af kvier med kælvningsalder lig 845 dage, i vinteren 1977/78 på station 3. Kalvenes fødselsvægt blev desuden korrigeret for kælvningsalder x kælvningsalder.

Hos køerne blev materialet korrigeret til:

STATION: Station 3's niveau
ÅR : År 1977's niveau
SÆSON : Vinter niveau
KØN : Tyrekalvenes niveau
LAKTATIONSNUMMER: 3. laktations niveau

I tabel 4.25 er givet en oversigt over materialets omfang samt gennemsnit og spredning for de fem egenskaber, dels på det ukorrigerede og dels på det korrigerede datamateriale.

Det bemærkes, at bortset fra dødfødsler hos køerne, er alle gennemsnit blevet højere efter korrektionerne er foretaget. Dette skyldes hovedsageligt, at der er korrigeret til tyrekalvenes niveau. Når procent dødfødsler hos køerne faldt efter korrektionen skyldes det, at der er korrigeret til 3. kalvs køers niveau. 2. kalvs køerne, der havde ret høj frekvens af dødfødsler, er derfor korrigeret nedefter for denne egenskab. Det fremgår også, at de observerede spredninger

Tabel 4.25 Antal observationer, samt gennemsnit og spredninger beregnet på ukorrigerede og korrigerede data fra henholdsvis kvie- og kokælvninger.
Number of observations, averages and standard deviation estimated on uncorrected and corrected data from heifer and cow calvings, respectively.

Egenskab *Trait*	Kategori *Category*	Antal *Number*	Ukorrigeret *Uncorrected* Gns. *Mean*	Ukorrigeret *Uncorrected* Spred. *S. D.*	Korrigeret *Corrected* Gns. *Mean*	Korrigeret *Corrected* Spred. *S. D.*
Kælvningsbesvær, % *Calving difficulties, %*	Kvier *Heifers*	624	19.7	40.3	20.6	37.4
	Køer *Cows*	993	5.6	23.3	6.5	23.0
Dødfødsler, % *Still birth, %*	Kvier *Heifers*	641	17.5	38.5	22.9	37.5
	Køer *Cows*	1025	4.9	21.7	2.5	21.6
Drægtighedsperiode, dage *Gestation length, days*	Kvier *Heifers*	641	279.9	4.9	280.4	4.7
	Køer *Cows*	1025	280.7	5.3	281.7	5.1
Fødselsvægt, kg *Birth weight, kg*	Kvier *Heifers*	641	38.1	4.7	40.1	4.3
	Køer *Cows*	1025	41.8	5.0	43.6	4.5
Kalvenes relative vægt, % *Relative weight of calf, %*	Kvier *Heifers*	636	8.1	1.3	8.4	1.1
	Køer *Cows*	1004	6.9	1.1	6.8	0.9

kun påvirkes lidt af korrektionerne. Dette skyldes, at de faktorer, der er korrigeret for, har beskrevet en forholdsvis beskeden del af egenskabernes totale variation, nemlig:

	Kvier	Køer
For fødselsforløb	14%	3%
For kalvedødelighed	5%	1%
For drægtighedsperiodens længde	8%	7%
For fødselsvægt	15%	19%
For den relative fødselsvægt	21%	23%

Det bemærkes, at for fødselsforløb og kalvedødelighed er variationen reduceret betydeligt mere hos kvierne end hos køerne, hvilket skyldes, at både kviernes alder ved kælvning og kalvens køn har stor indflydelse på disse to egenskaber ved kviekælvninger.

4.2.4 Sammenhæng mellem egenskaberne

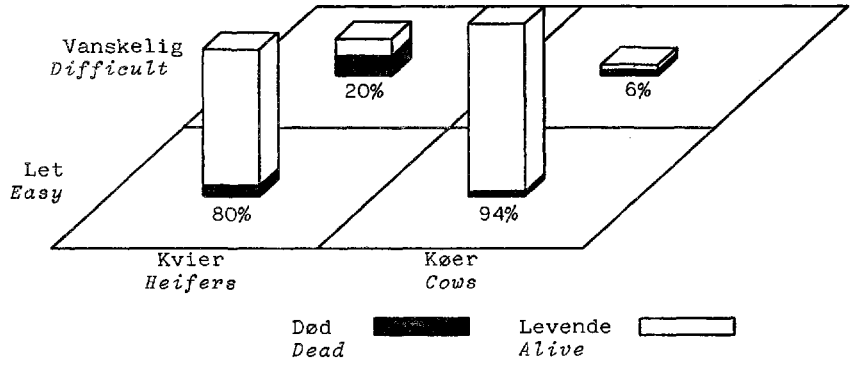
For at undersøge den indbyrdes sammenhæng mellem de fem egenskaber blev der gennemført en række undersøgelser på det korrigerede materiale.

Som det fremgår af figur 4.14, var der især hos kvierne en meget stærk sammenhæng mellem kælvningsforløbet og kalvedødeligheden.

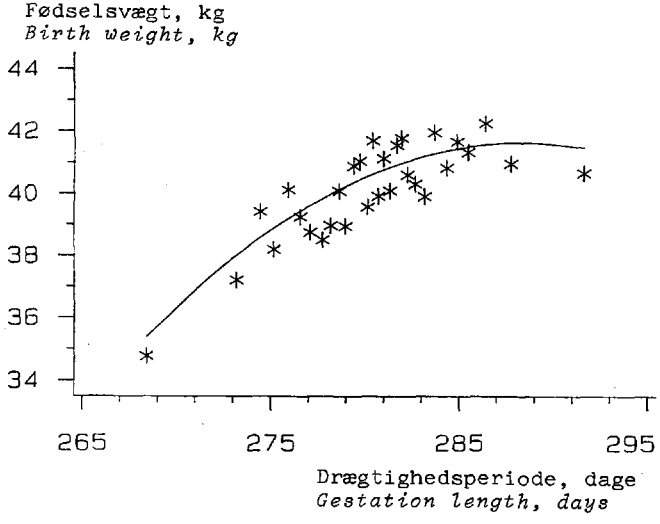
Korrelationen mellem drægtighedsperiodens længde og kalvens fødselsvægt blev 0.28 ved kviekælvninger og 0.34 ved kokælvninger. En simpel regressionsanalyse viste, at fødselsvægten steg med 0.26 $\pm$0.04 kg hos kvierne og 0.30 $\pm$0.03 kg hos køerne, hver gang drægtighedsperiodens længde øgedes én dag. Indførelsen af et kvadratisk led i modellen gav - især hos kvierne - stærk signifikant effekt som udtryk for, at sammenhængen mellem disse to egenskaber har et kurvelineært forløb. Dette er illustreret i figur 4.15, hvor kurven er indtegnet sammen med de aktuelle gennemsnitsresultater fra 30 lige store grupper inddelt efter drægtighedsperiodens længde.

Drægtighedsperioden alene havde ingen signifikant indflydelse hverken på fødselsforløbet eller kalvedødeligheden, men ved konstant fødselsvægt faldt kalvedødeligheden ved kviekælvninger med 0.7 $\pm$0.3 procentenheder, hver gang drægtighedsperioden steg med en dag.

Fødselsforløbet hos kvierne var stærkt påvirket af kalvens vægt, idet procent vanskelige kælvninger steg med 1.2 $\pm$0.3 procentenheder pr. kg stigning i fødselsvægten. Alene havde fødselsvægten ikke signifikant indflydelse på kalvedødeligheden, men ved konstant drægtighedsperiode steg kalvedødeligheden ved kviekælvningerne med 0.8 $\pm$0.4 procentenheder pr. kg stigning i fødselsvægten.



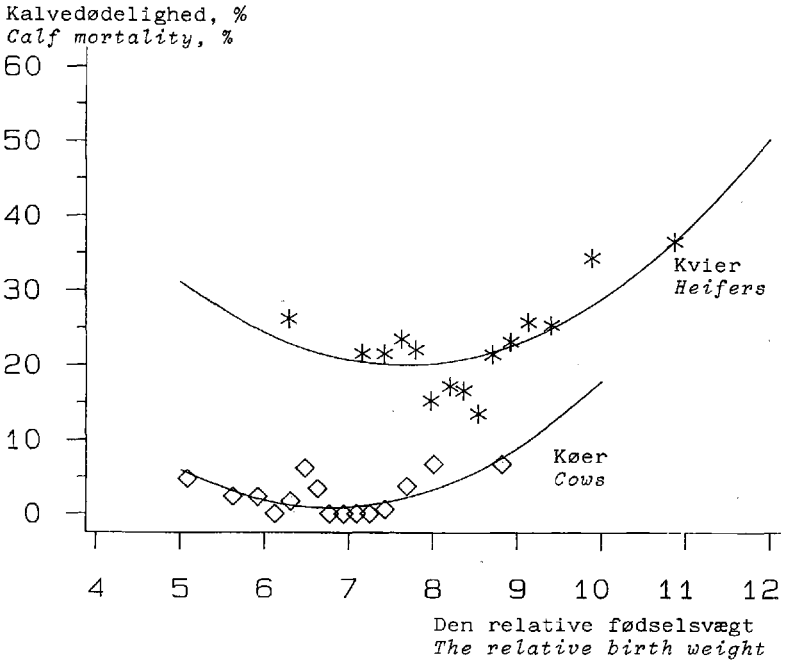
Figur 4.14 **Sammenhæng mellem fødselsforløb og kalvedødelighed hos henholdsvis kvier og køer.**
Relationship between ease of calving and calf mortality for heifers and cows, respectively.



Figur 4.15 **Sammenhæng mellem drægtighedsperiodens længde og kalvenes fødselsvægt.**
Relationship between gestation length and birth weight of the calves.

For kviekælvningernes vedkommende kan det derfor konkluderes, at ved konstant fødselsvægt vil kalvenes livskraft stige med stigende længde af drægtighedsperioden.
Ved konstant længde af drægtighedsperiode vil kalvenes overlevelsesevne falde med stigende fødselsvægt, givetvis som følge af større kælvningsbesvær.

Kælvningsforløbet var meget stærkt afhængigt af kalvenes relative fødselsvægt både ved kvie- og kokælvninger. Således steg procent vanskelige kælvninger hos kvierne med 5.0 $\pm$1.3% pr. procentenheds stigning i kalvenes relative fødselsvægt. Det tilsvarende tal for kokælvninger var 2.2 $\pm$0.8%.



Figur 4.16 Sammenhæng mellem kalvenes relative fødselvægt og kalvedødelighed hos henholdsvis kvier og køer.
Relationship between relative birth weight and calf mortality for heifers and cows, respectively.

Kalvedødeligheden var også stærkt afhængig af kalvenes relative fødselsvægt, og som det fremgår af figur 4.16, havde denne sammenhæng et kurvelineært forløb, idet kalvedødeligheden var mindst, når den relative fødselsvægt var omkring gennemsnittet.

For både mindre og større værdier steg dødeligheden drastisk. I første tilfælde sandsynligvis som følge af svagere kalve og i sidste som følge af vanskelige kælvninger. Af figuren fremgår tillige, at selv ved konstant relativ fødselsvægt er kalvedødeligheden betydelig større ved kviekælvninger end ved kokælvninger.

4.2.5 Effekt af kalvefædre og morfædre

Eventuelle forskelle mellem de selekterede liniers kælvnings- og fødselsegenskaber vil være sammensat dels af en effekt, der skyldes selektion af kalvefædre, dels en effekt, der skyldes selektion af morfædre og endelig af en effekt, der skyldes vekselvirkning mellem disse.
For at undersøge om hver af disse tre hovedeffekter havde signifikant indflydelse på de analyserede egenskaber i de tre selektionslinier under et, blev de indledningsvis analyseret ved hjælp af følgende modeller.:

LAKTATIONSNUMMER	LAKTATIONSNUMMER	LAKTATIONSNUMMER
KALVEFAR	MORFAR	KALVEFAR x MORFAR
rest	rest	rest

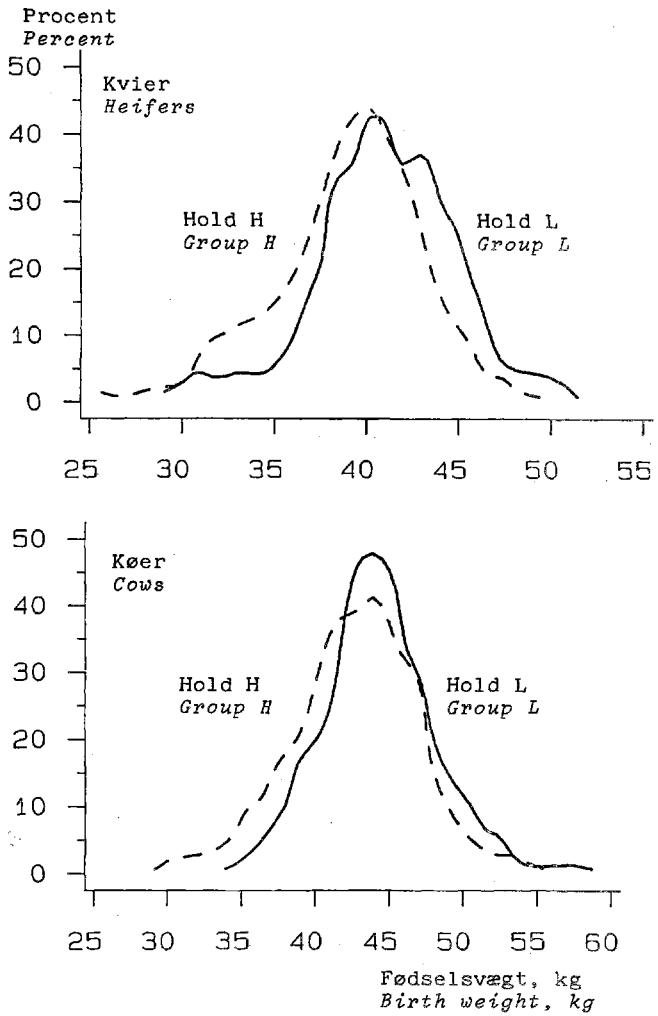
Da hver forsøgstyr var repræsenteret ved både kvie- og kokælvninger både som kalvefædre og som morfædre blev alle kælvninger analyseret under et. Dette er årsagen til at laktationsnummer er medtaget i modellen. Som det fremgår af følgende oversigt var der signifikant effekt af alle tre variable på samtlige egenskaber.

	Signifikansniveau for effekt af:		
Egenskab	Kalvefar (KF)	Morfar (MF)	KF x MF
Fødselsforløb	**	*	**
Livskraft	*	***	***
Drægtighedsperiodens længde	***	***	***
Fødselsvægt	***	***	***
Relativ fødselsvægt	***	***	***

For fødselsvægtens vedkommende var der endnu større signifikant forskel mellem holdene. Til trods for den kortere drægtighedsperiode blev kalvene på hold L således født 2.0 kg tungere ved kviekælvningerne og 1.5 kg tungere ved kokælvningerne, end kalvene på hold H. For denne egenskab placerede hold M sig intermediært, og i den samlede analyse var hold L kalvene signifikant tungere end kalvene på hold M, der igen var signifikant tungere end kalvene på hold H.

Hos både kvierne og køerne adskilte de tre selektionslinier sig fra hinanden i hele variationsområdet. Af figur 4.17 fremgår, at fødselsvægten hos både kvier og køer var tydeligt normalfordelt for både hold H og hold L, og det fremgår tydeligt, at kurven for hold L's fødselsvægte er forskudt til højre i forhold til hold H's.

Resultaterne tyder derfor på, at stærk selektion for smørfedtydelse vil resultere i lavere fødselsvægt og mindre kælvningsbesvær og snarere længere end kortere drægtighedsperiode. Omvendt vil selektion for lav smørfedtydelse både give tungere kalve og kortere drægtighedsperioder.



Figur 4.17 Fordelingen af korrigerede fødselsvægte hos hold H og hold L kalve, født af henholdsvis kvier og køer. *The distribution of the adjusted birth weights of group H and group L calves born by heifers and cows, respectively.*

Tabel 4.26 Mindste kvadraters gennemsnit for de selekterede liniers fødsels- og kælvningsegenskaber.
Least squares means for the calving performance of the selected lines.

Egenskab *Trait*	Kategori *Category*	Hold H *Group H*	Hold M *Group M*	Hold L *Hold L*	H-L *H-L*
Kælvningsbesvær, % *Calving difficulties, %*	Kvier *Heifers*	15	20	25	-10*
	Køer *Cows*	6	9	9	-3
	Alle *All*	11	13	17	-6*
Dødfødsler, % *Still birth, %*	Kvier *Heifers*	20	24	26	-6
	Køer *Cows*	2	3	3	-1
	Alle *All*	11	13	14	-3
Drægtighedsperiode, dage *Gestation length, days*	Kvier *Heifers*	281.0	280.8	279.6	1.4*
	Køer *Cows*	281.8	282.4	280.8	1.0*
	Alle *All*	281.3	281.6	280.2	1.1**
Fødselsvægt, kg *Birth weight, kg*	Kvier *Heifers*	39.1	40.2	41.1	-2.0***
	Køer *Cows*	42.7	43.4	44.2	-1.5**
	Alle *All*	40.9	41.8	42.6	-1.7***
Kalvenes relative vægt, % *Relative weight of calf, %*	Kvier *Heifers*	8.27	8.46	8.63	-0.36**
	Køer *Cows*	6.78	6.94	6.84	-0.16
	Alle *All*	7.53	7.70	7.73	-0.20*

Hvad kalvenes livskraft angår, kunne der ikke påvises signifikante forskelle mellem holdene.

Derimod var der i alle tre analyser signifikant forskel mellem de tre holds drægtighedsperioder, idet køerne på hold H var drægtige ca. én dag længere end køerne på hold L, medens den på hold M var af stort set samme længde som på hold H.

4.2.6 Effekt af holdinddelingen

For at undersøge om der ved holdinddelingen var opstået skævheder blev udgangsmaterialet analyseret efter følgende model:

HOLD
LAKTATIONSNUMMER
KALVEFAR
rest

Årsagen til at kalvefædrene indgår i modellen er, at disse udgør selekterede grupper, hvis effekt skal fjernes før udgangsgrupperne kan sammenlignes. Analyserne viste, at der ikke var statistisk sikre forskelle mellem hold H, M og L med hensyn til de fem kælvnings- og fødselsegenskaber, hvilket kan tages som et udtryk for, at holdinddelingen har været i orden og at det følgeligt var unødvendigt at foretage korrektion for denne.

4.2.7 Indirekte selektionseffekter

Det primære formål med analysen af kælvnings- og fødselsegenskaberne var at klarlægge, om den stærke selektion for smørfedtydelse havde påvirket disse egenskaber. Efter korrektionerne var foretaget blev alle fem egenskaber derfor analyseret ved hjælp af følgende model:

HOLD
rest

Desuden blev der gennemført en samlet analyse af hele materialet efter modellen:

HOLD
LAKTATIONSNUMMER
rest

De vigtigste resultater fra disse analyser er anført i tabel 4.26. Som det fremgår, var fødselsforløbet i hold H signifikant lettere end i hold L, både ved kviekælvningerne og for det samlede materiale.

4.3 Vægt og tilvækst

Som anført i afsnit 3.3.1, blev alle forsøgsdyrene vejet ved fødslen, ved 1. inseminering, umiddelbart efter hver kælvning og ca. 305 dage efter hver kælvning. I dette afsnit er gjort rede for, hvorledes forskellige genetiske og miljømæssige faktorer har påvirket alder og vægt på hvert af de anførte tidspunkter samt tilvæksten i forskellige tidsperioder. Desuden er det undersøgt hvilken sammenhæng, der er mellem dyrenes vægt på forskellige udviklingstrin, samt mellem køernes vægt, tilvækst og smørfedtydelse i de enkelte laktationsperioder. Endelig er der foretaget moder-datter sammenligninger for en del af egenskaberne.

4.3.1 Materiale og analysemetoder

I tabel 4.27 er givet en oversigt over datamaterialets omfang.

Tabel 4.27 Antal dyr vejet på de forskellige alderstrin.
Number of individuals weighed at different age.

Egenskab *Trait*	Generation 0	1	2	3	*Generation* Alle *All*
Vægt ved: *Weight at:*					
1. inseminering *1st insemination*	70	242	222	73	607
1. kælvning *1st calving*	282	237	154	21	694
305 dage, 1. laktation *305 days, 1st lactation*	259	207	111	10	587
2. kælvning *2nd calving*	251	187	87	4	529
305 dage, 2. laktation *305 days, 2nd lactation*	196	150	55	1	402
3. kælvning *3rd calving*	179	135	44	1	359
305 dage, 3. laktation *305 days, 3rd lactation*	139	78	20	-	237

På grundlag af indledende undersøgelser blev alle egenskaberne analyseret ved hjælp af en model indeholdende følgende faktorer:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
SÆSON
GENERATION
HOLD
rest

Analyserne blev gennemført dels for udgangsmaterialet alene, dels for 1. og senere generationer alene og dels for hele materialet under et.
For fødselsvægt samt alder og vægt ved 1. inseminering refererer sæsonen til fødselstidspunktet. For alle øvrige egenskaber refererer sæsonen til tidspunktet for den pågældende laktations begyndelse. I begge tilfælde er der tale om en vintersæson omfattende månederne november til marts og en sommersæson omfattende april til oktober.

4.3.2 Effekt af holdinddelingen

Formålet med at analysere udgangsmaterialet alene var at undersøge, om der ved holdinddelingen utilsigtet var blevet forskel mellem de tre hold. Undersøgelserne viste, at dette ikke var tilfældet, idet der ikke for nogen af egenskaberne kunne konstateres statistisk sikker forskel mellem holdene i udgangsmaterialet.

4.3.3 Effekt af station, år, sæson og generation

Det primære formål med analyserne var at undersøge, om den foretagne selektion indirekte havde forårsaget en forskel mellem de tre selekterede linier. Før denne forskel kan fastlægges, må påvirkningen af de miljømæssige faktorer elimineres.
For at få så sikkert et udtryk som muligt for disse faktorers betydning, blev analyserne i første omgang gennemført på det totale datamateriale. I denne analyse er holdeffekterne ikke et reelt udtryk

Tabel 4.28 Procent sandsynlighed for at de variable, der indgår i modellen, ikke har effekt på den pågældende egenskab.
Percent probability of no effect of the different variates in the model on the trait in question.

Egenskab *Trait*	Station *Station*	År *Year*	Station x År *Station x Year*	Sæson *Season*	Generation *Generation*
Vægt ved: *Weight at:*					
fødsel, kviekalve *birth, female calves*	***	*	*	15	***
1. inseminering *1st insemination*	***	***	***	24	*
1. kælvning *1st calving*	**	08	34	**	*
2. kælvning *2nd calving*	***	36	06	*	**
3. kælvning *3rd calving*	***	12	*	***	*
Alder ved: *Age at:*					
1. inseminering *1st insemination*	***	*	*	69	*
1. kælvning *1st calving*	***	***	69	***	36
Daglig tilvækst: *Daily gain*					
fra fødsel til 1. ins. *from birth to 1st ins.*	**	***	*	35	36
i 1. laktation *in 1st lactation*	**	**	14	56	59
i 2. laktation *in 2nd lactation*	54	12	*	06	87
i 3. laktation *in 3rd lactation*	*	21	12	54	35

for selektionseffekten, idet der ikke forventes holdeffekt i udgangsmaterialet. Den efterfølgende analyse, hvor udgangsmaterialet var udeladt, viste imidlertid, at resultaterne for de miljømæssige faktorers betydning var næsten identiske for de to datamaterialer.

I tabel 4.28 er vist i hvilken grad, at de forskellige faktorer har påvirket de enkelte egenskaber. Resultaterne refererer til analysen af det datamateriale, som ikke inkluderer udgangsmaterialet
Som det fremgår, var der for næsten alle egenskaberne stærk signifikant effekt af station. Køerne på station 3 og 4 var således betydelig ældre og tungere end køerne på station 1 og 2 både ved 1. inseminering og ved 1. kælvning, se tabel 4.29.

For flere af egenskaberne var der også signifikant effekt af år. Der var dog ikke tale om en generel tidsmæssig ændring af egenskaberne, men derimod en tendens til vekselvirkning mellem station og år.
For 1. kalvs køerne var sommerkælverne ca én måned ældre, og 16 kg tungere end vinterkælverne. Ved de senere kælvninger var det derimod vinterkælverne, der var tungest.
Generelt var dyrene i 1. generation tungere end dyrene i 2. generation, men da der i sagens natur kun i nogen grad er overlapning mellem disse to generationer, kan de fundne forskelle skyldes miljømæssige ændringer gennem årene.

Tabel 4.29 Mindste kvadraters gennemsnit for dyrenes alder og vægt for hver station.
Least squares means for the age and weight of the individuals at each station.

Egenskab *Trait*	Station 1	2	*Station* 3	4
Alder ved 1. inseminering, dage *Age at 1st insemination, days*	481	509	574	567
Vægt ved 1. inseminering, kg *Weight at 1st insemination, kg*	336	330	368	369
Alder ved 1. kælvning, dage *Age at 1st calving, days*	793	817	878	891
Vægt ved 1. kælvning, kg *Weight at 1st calving, kg*	456	450	477	465
Vægt ved 2. kælvning, kg *Weight at 2nd calving, kg*	542	520	559	551
Vægt ved 3. kælvning, kg *Weight at 3rd calving, kg*	604	566	614	606

4.3.4 Indirekte selektionseffekter

Skønt der ved forsøgets planlægning var forudsat tidlig inseminering af kvierne og dermed lav kælvningsalder (24 mdr.), blev dette formål ikke helt nået, idet den gennemsnitlige alder ved 1. inseminering og ved 1. kælvning blev henholdsvis 533 og 842 dage svarende til henholdsvis 17.6 og 27.6 mdr. Der var kun meget små og ikke signifikante forskelle mellem holdene for disse tre egenskaber.
Således blev mindste kvadraters gennemsnit for alder ved 1. kælvning henholdsvis 843, 845 og 838 dage for henholdsvis hold H, M og L.

I tabel 4.30 er vist mindste kvadraters gennemsnit for de tre holds vægt på forskellige tidspunkter.

Tabel 4.30 Mindste kvadraters gennemsnit af de tre holds vægt på de forskellige vejetidspunkter.
Least squares means for the weight of the three groups at different age.

Egenskab *Trait*	Hold *Group* H	M	L	Forskel H-L *Difference H-L*
Vægt ved: *Weight at:*				
fødsel, kviekalve *birth, female calves*	38.1	39.3	39.8	-1.7***
1. inseminering *1st insemination*	350	352	350	0
1. kælvning *1st calving*	476	481	478	- 2
305 dage, 1. laktation *305 days, 1st lactation*	573	571	590	-17*
2. kælvning *2nd calving*	568	572	591	-23**
305 dage, 2. laktation *305 days, 2nd lactation*	633	634	666	-33**
3. kælvning *3rd calving*	623	614	647	-24**
305 dage, 3. laktation *305 days, 3rd lactation*	675	661	683	- 8

Som det fremgår af tabellen, var der stort set ingen forskel mellem de tre hold med hensyn til vægten ved 1. inseminering og ved 1. kælvning. Men ved slutningen af 1. laktation var hold L blevet signifikant tungere end hold M og hold H. Denne forskel øgedes indtil 3. kælvning, hvorefter hold M og især hold H voksede betydelig stærkere end hold L. Ved slutningen af 3. laktation var der ikke længere signifikant forskel mellem de tre hold.
Tallene i tabel 4.30 er baseret på alle de køer, der var vejet på det pågældende tidspunkt. En tilsvarende analyse baseret alene på de køer, der havde gennemført alle tre laktationer, gav tilsvarende resultater og viste tillige, at de køer, der havde haft alle tre laktationer, var lettere end de, der var afgået eller ikke havde nået 3 laktationer på opgørelsestidspunktet.

I tabel 4.31 er vist køernes daglige tilvækst i forskellige perioder.

Som det fremgår af tabellen, havde hold H betydelig lavere tilvækst end hold L i både 1. og 2. laktation. Dette indikerer, at hold H ikke har kunnet optage eller ikke er blevet tildelt tilstrækkeligt energi til både at vokse, klare den større produktion og samtidig holde sig i samme huld som hold L.

Tabel 4.31 Mindste kvadraters gennemsnit for de tre holds daglige tilvækst (gram) i forskellige perioder.
Least squares means for the daily gain (gram) of the three groups in different periods.

Egenskab *Trait*	Hold *Group* H	M	L	Forskel H-L *Difference H-L*
Daglig tilvækst fra: *Daily gain from:*				
fødsel til 1. inseminering *birth to 1st insemination*	590	596	595	- 5
1. kælvning til 305 dage, 1. lakt. *1st calving to 305 days, 1st lact.*	324	320	365	-41*
2. kælvning til 305 dage, 2. lakt. *2nd calving to 305 days, 2nd lact.*	200	211	236	-36*
3. kælvning til 305 dage, 3. lakt. *3rd calving to 305 days, 3rd lact.*	204	159	123	81*

I tredie laktation, ophørte væksten stort set hos hold L, medens hold H stadig havde samme tilvækst som i anden laktation.

4.3.5 Sammenhæng mellem alder, vægt, tilvækst og smørfedtydelse

I tabel 4.32 er vist korrelationerne mellem køernes vægt ved de forskellige vejetidspunkter. Før beregningerne blev gennemført, blev vægten korrigeret for effekten af station, år, sæson, generation og vekselvirkning mellem station og år.

Tabel 4.32 Korrelationer mellem køernes vægt ved de forskellige vejetidspunkter (Antal observartioner under diagonalen).
Correlations between the weight of the cows at different age (Number of observations under the diagonal).

Egenskab *Trait*		Egenskab *Trait* 1	2	3	4	5	6	7	8
Vægt ved: *Weight at:*									
1 *1*	fødsel, kviekalve *birth, female calves*		0.21	0.19	0.24	0.18	0.06	0.12	0.13
2 *2*	1. inseminering *1st insemination*	569		0.44	0.32	0.37	0.10	0.15	0.19
3 *3*	1. kælvning *1st calving*	400	397		0.53	0.51	0.28	0.18	0.16
4 *4*	1. laktation, 305 dage *1st lactation, 305 days*	315	313	326		0.61	0.50	0.42	0.51
5 *5*	2. kælvning *2nd calving*	268	267	276	266		0.54	0.44	0.40
6 *6*	2. laktation, 305 dage *2nd lactation, 305 days*	197	199	205	199	206		0.60	0.47
7 *7*	3. kælvning *3rd calving*	171	172	179	171	180	172		0.60
8 *8*	3. laktation, 305 dage *3rd lactation, 305 days*	89	93	97	94	98	95	98	

Som det fremgår af tabellen, blev der kun fundet ringe sammenhæng mellem dyrenes vægt på de tidligere stadier og samme dyr vægt i 3. laktation. Eksemplevis blev korrelatationerne mellem køernes vægt ved 1. og ved 3. kælvning kun 0.18.
Det bemærkes også, at korrelationen mellem køernes vægt ved kælvning og samme køers vægt 305 dage senere kun var af størrelsordenen 0.53 til 0.60.

Efter korrektion for både de miljømæssige effekter og holdeffekterne blev korrelationen mellem køernes smørfedtydelse, i 1. laktation på den ene side og henholdsvis vægt og alder på den anden, henholdsvis 0.24 og 0.17. De tilsvarende regressionskoefficienter blev 0.25/kg og 0.10/dag. Det betyder, at hver gang køerne var 10 kg tungere ved 1. kælvning steg deres smørfedtydelse med 2.5 kg, og for hver måned køerne var ældre ved kælvning steg ydelsen med 3.0 kg smørfedt. Korrelationen mellem vægten og alderen ved 1. kælvning var 0.58. En partiel korrelationsanalyse viste, at alderens indflydelse på ydelsen først og fremmest skyldes, at højere kælvningsalder er ensbetydende med højere vægt ved kælvning. Således blev korrelationen mellem kælvningsalderen og smørfedtydelsen ved konstant vægt ved kælvning kun 0.06.

I tabel 4.33 er vist korrelationerne mellem de enkelte holds korrigerede smørfedtydelser i hver laktation og de samme køers:

A: Korrigerede fødselsvægte.
B: Korrigerede vægte ved den pågældende laktations begyndelse.
C: Korrigerede vægte ved 305 dage af den pågældende laktation.
D. Korrigerede tilvækster i den pågældende laktation.

Desuden er anført den samlede korrelation beregnet indenfor hold. Som det fremgår af tabellen, var der totalt set en svag negativ korrelation mellem køernes fødselsvægt og smørfedtydelse. Men sammenhængen mellem disse to egenskaber havde forskellige fortegn for hold H og hold L, idet der hos hold H var tale om positive, medens der hos hold L var tale om negative korrelationer.

Tabel 4.33 Korrelationer mellem de tre holds 305 dages smørfedtydelse og

A: Fødselsvægt,

B: Vægt ved laktationens begyndelse,

C: Vægt ved 305 dage i laktationen,

D: Tilvækst i laktationen.

Correlations between the 305 days butterfat yield of the three groups and

A: Birth weight,

B: Weight at the beginning of the lactation,

C: Weight at 305 days of the lactation,

D: Gain in the lactation.

	Laktation *Lactation*	Hold *Group* H	M	L	Alle vægtet indenfor hold *All, pooled within groups*
A	1	0.14	-0.16	-0.14	-0.04
	2	0.13	0.01	-0.17	-0.10
	3	0.06	0.12	-0.25	-0.08
B	1	0.27	0.26	0.20	0.24
	2	-0.02	-0.09	0.08	0.01
	3	-0.06	0.00	-0.07	-0.05
C	1	-0.05	-0.06	-0.02	-0.04
	2	-0.24	-0.02	-0.09	-0.14
	3	-0.31	-0.34	-0.30	-0.31
D	1	-0.33	-0.44	-0.20	-0.29
	2	-0.25	-0.08	-0.21	-0.17
	3	-0.30	-0.21	-0.33	-0.29

Af tabel 4.33 fremgår, at der var en klar positiv sammenhæng mellem køernes vægt ved 1. kælvning (B) og ydelsen i 1. laktation. I 2. laktation var der derimod ingen sammenhæng mellem disse to egenskaber, og i 3. laktation var der tale om en svag negativ korrelation. Dette betyder, at høj vægt ved 1. laktations begyndelse havde gunstig indflydelse på ydelsen i denne laktation, medens ydelseshøjden i 2. og 3. laktation stort set var uafhængig af køernes vægt ved de pågældende laktationers begyndelse.

Af tabel 4.33 C fremgår, at der gennemgående er tale om negative korrelationer mellem køernes smørfedtydelser og deres vægt ved slutningen af hver laktation, og at disse korrelationer er desto mere negative jo senere laktationer, der er tale om.
Når korrelationen mellem køernes vægt ved 1. kælvning og smørfedtydelsen i 1. laktation er positiv, medens der er negativ korrelation mellem smørfedtydelsen og vægten ved 305 dage af 1. laktation, er det et udtryk for, at de højstydende køer bruger en større del af deres energioptagelse til mælkeproduktion, og at der derfor bliver mindre igen til vækstforøgelse, end hos de lavere ydende køer.
Dette kommer også til udtryk i tabel 4.33 D, hvor korrelationerne mellem køernes tilvækst i de enkelte laktationer (kælvning til 305 dage) på den ene side og smørfedtydelsen på den anden er anført. Som det ses, er der for alle hold gennemgående tale om negative korrelationer, hvilket viser, at høj ydelse i laktationsperioden medfører lavere tilvækst og omvendt.

4.3.6 Moder-datter sammenligninger

For at få et udtryk for arvens betydning for køernes vægt på forskellige udviklingstrin, blev der på de korrigerede vejedata beregnet regressioner af døtrenes vægt på et givet tidspunkt og mødrenes vægt på samme udviklingstrin.
Analysen viste, at døtrenes vægt ved 1. inseminering og ved 1. kælvning var uafhængige af mødrenes vægt på samme udviklingstrin. En korrektion for alder gav dog svagt positive regressionskoefficienter, men de var ikke signifikant forskellige fra 0. Derimod var der stærkt signifikant effekt af fødselsvægt og mødrenes vægt ved 2. og 3. kælvning, idet regressionskoefficienterne blev henholdsvis 0.21 ± 0.07, 0.23 ± 0.06 og 0.19 ± 0.08. Dette svarer til, at heritabiliteten for fødselsvægt er 0.42, og for køernes vægt ved 2. og 3. kælvning er den henholdsvis 0.46 og 0.38.

4.4 Kropsmål

Som omtalt i afsnit 3.3.1 blev der foretaget en række kropsmål i hver laktation. Analyserne har koncentreret sig om følgende 5 kropsmål:

1. Brystomfang
2. Skulderhøjde
3. Brystdybde
4. Hoftebredde
5. Omdrejerbredde

I dette afsnit er gjort rede for miljøets og selektionens indflydelse på disse egenskaber, samt for egenskabernes indbyrdes sammenhæng og sammenhæng med vægt og smørfedtydelse. Desuden er køernes udvikling i kropsmål fra 1. til 3. laktation omtalt, og der er foretaget moder-datter sammenligninger.

4.4.1 Materiale og analysemetoder

I tabel 4.34 er givet en oversigt over det samlede materiales omfang. Analysen blev foretaget for hver laktation for sig efter følgende model:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
SÆSON
GENERATION
alder (kun 1. laktations køer)
HOLD
rest

For at undersøge, om der ved inddelingen af holdene var opstået forskelle, blev analyserne først gennemført på udgangsmaterialet alene. Derefter blev det samlede datamateriale, inclusive udgangsmaterialet, analyseret, for derved at få en så sikker fastlæggelse af de miljømæssige faktorer som muligt. Endelig blev samtlige data korrigeret for de miljømæssige faktorer og generationseffekten.

Tabel 4.34 Antal køer med registreret kropsmål fordelt på generation, hold og laktationsnummer.
Number of cows with registered body measurements distributed on generation, group and parity.

Hold *Group*	Laktation *Lactation*	Generation 0	1	2	3	Alle *All*
	1	94	81	63	18	256
H	2	73	69	32	3	177
	3	50	49	14	0	113
	1	96	60	37	7	200
M	2	77	51	20	0	148
	3	54	35	9	0	98
	1	95	80	62	8	245
L	2	78	64	31	1	174
	3	48	39	17	1	105
	1	285	221	162	33	701
Alle *All*	2	228	184	83	4	499
	3	152	123	40	1	316
Ialt *Total*		665	528	285	38	1516

4.4.2 Effekt af holdinddelingen

Analyserne af udgangsmaterialet viste, at der ikke var signifikant effekt af hold for nogen af kropsmålene. Dette betyder, at holdinddelingen, med hensyn til køernes kropsmål, har været foretaget korrekt.

4.4.3 Effekt af de miljømæssige faktorer

I tabel 4.35 er vist signifikansniveauet for de enkelte faktorers påvirkning af kropsmålene.

Som det fremgår af tabellen, var der meget stærk signifikant effekt af station, hvilket skyldtes at køerne på station 3 og 4 var kraftigere bygget end køerne på de to andre stationer. For 1. kalvs køerne var der tillige stærkt signifikant effekt af generation, idet køerne i udgangsmaterialet var betydelig større ved 1. kælvning end køerne i de øvrige generationer. Også sæsonen havde betydning for 1.

Tabel 4.35 Procent sandsynlighed for at der ingen effekt er af de variable, der indgår i modellen.
Percent probability of no effect of the different variates in the model.

Egenskab *Trait*	Laktation *Lactation*	Station *Station*	År *Year*	Station x år *Station x year*	Sæson *Season*	Generation *Generation*
Brystomfang *Heart girth*	1	***	69	*	*	***
	2	***	05	11	69	20
	3	***	75	60	24	06
Skulderhøjde *Height of withers*	1	34	53	79	**	***
	2	13	87	12	56	07
	3	76	07	17	23	*
Brystdybde *Dept of chest*	1	***	**	65	**	***
	2	***	**	*	70	06
	3	18	14	11	22	05
Hoftebredde *Width at hips*	1	***	48	05	*	***
	2	***	**	***	93	70
	3	***	74	**	84	14
Omlejerbredde *Width at thurls*	1	***	*	18	08	***
	2	***	***	13	45	91
	3	***	46	19	83	85

kalvs køernes kropsmål, idet sommerkælverne generelt var lidt større end vinterkælverne.
Køernes alder ved 1. kælvning havde trestjernet signifikant effekt på samtlige kropsmål i 1. laktation. Således steg brystomfanget med 1.1 cm pr. måned, medens de øvrige mål steg med 0.3 - 0.4 cm pr. måned.

4.4.4 Indirekte selektionseffekter

I tabel 4.36 er anført hovedresultaterne fra de tre selekterede linier.

Som det fremgår, var der i 1. laktation ingen eller kun ringe forskel mellem de tre hold. Der var dog den undtagelse, at hoftebredden hos køerne på hold H var signifikant større end det tilsvarende mål på hold L. Denne forskel var helt forsvundet i 2. laktation, hvor der til gengæld var stærk signifikant holdeffekt på både brystomfang, skulderhøjde og brystdybde, idet hold L med hensyn til disse

Tabel 4.36 Mindste kvadraters gennemsnit af de tre holds kropsmål i de enkelte laktationer.
Least squares means for the body measurements of the three groups in each lactation.

Egenskab *Trait*	Laktation *Lactation*	Hold *Group* H	M	L	Forskel H-L *Difference H-L*
Brystomfang *Heart girth*	1	183.7	184.6	185.3	-1.6***
	2	191.0	193.5	195.1	-4.1
	3	196.1	197.2	197.8	-1.7
Skulderhøjde *Hight of withers*	1	128.2	127.9	128.7	-0.5**
	2	130.3	130.9	131.8	-1.5
	3	132.2	131.6	132.1	0.1
Brystdybde *Dept of chest*	1	68.3	68.6	68.6	-0.3***
	2	70.6	71.1	71.9	-1.3
	3	72.2	72.7	72.4	-0.2
Hoftebredde *Width at hips*	1	52.5	52.3	51.6	0.9**
	2	55.7	55.4	55.6	0.1
	3	57.4	57.3	56.6	0.8
Omdrejerbredde *Width at thurls*	1	48.6	48.8	48.4	0.2
	2	50.4	50.9	50.8	-0.4
	3	51.4	51.9	51.6	-0.2

mål var større end hold H. I 3. laktation var forskellene igen udlignet, hvilket stemmer godt overens med resultaterne fra afsnit 4.3, der viste, at den gennem 1. og 2. laktation opståede vægtforskel mellem hold H og hold L blev udlignet i løbet af 3. laktation. Det er derfor nærliggende at konkludere, at den højere ydelse på hold H har haft en forsinkende effekt på køernes udvikling med hensyn til vægt, højde, brystomfang og brystdybde gennem 1. og 2. laktation. Denne effekt ophører tilsyneladende i 3. laktation, hvor der tilmed sker en kompensatorisk udvikling, således at der hos fuldt udvoksede køer ikke længere er forskel i kropsmål mellem de tre hold.

4.4.5 Sammenhæng mellem kropsmål, vægt og smørfedtydelse

I tabel 4.37 er vist korrelationerne mellem de korrigerede kropsmål, smørfedtydelse og vægt af køer i de tre laktationer. Desuden er køernes korrigerede fødselsvægt medtaget i korrelationsmatricen. Kun køer tilhørende generation 1, 2 og 3 er medtaget i disse beregninger.

Tabel 4.37 Korrelationer mellem kropsmål, vægt og smørfedtydelse.
Correlations between body measurements, weight and butterfat yield.

Egenskab / *Trait*	Laktation / *Lactation*	Egenskab nummer / *Trait number* 1	2	3	4	5	6	7	8
1 Brystomfang *1 Heart girth*	1		0.55	0.78	0.76	0.69	0.24	0.51	-0.05
	2		0.50	0.74	0.74	0.70	0.24	0.64	-0.03
	3		0.45	0.68	0.68	0.61	0.24	0.51	-0.23
2 Skulderhøjde *2 Hight of withers*	1	416		0.67	0.46	0.48	0.22	0.40	0.03
	2	271		0.60	0.38	0.40	0.29	0.48	0.02
	3	164		0.55	0.36	0.31	0.19	0.27	-0.08
3 Brystdybde *3 Dept of chest*	1	416	416		0.64	0.66	0.27	0.49	0.02
	2	270	270		0.55	0.58	0.30	0.60	-0.09
	3	164	164		0.56	0.46	0.17	0.39	-0.12
4 Hoftebredde *4 Width at hips*	1	416	416	416		0.75	0.14	0.42	0.04
	2	271	271	270		0.73	0.10	0.57	-0.03
	3	164	164	164		0.69	0.06	0.43	-0.20
5 Omdrejerbredde *5 Width at thurls*	1	416	416	416	416		0.25	0.40	0.05
	2	271	271	270	271		0.24	0.53	-0.08
	3	164	164	164	164		0.10	0.41	-0.17
6 Fødselsvægt *6 Birth weight*	1	401	401	401	401	401		0.19	-0.14
	2	260	260	259	260	260		0.19	-0.10
	3	155	155	155	155	155		0.12	-0.08
7 Vægt ved kælvning *7 Weight at calving*	1	394	294	394	394	394	400		0.22
	2	269	269	268	269	269	258		-0.02
	3	163	163	163	163	163	154		-0.04
8 Smørfedtydelse *8 Butterfat yield*	1	338	338	338	338	338	325	337	
	2	230	230	229	230	230	221	230	
	3	105	105	105	105	105	96	105	

Som det fremgår af tabellen, var der generelt ret høje korrelationer mellem de fem kropsmål. De højeste korrelationer fandtes mellem brystomfanget på den ene side og henholdsvis brystdybde og hoftebredde på den anden. Desuden var der som ventet meget høje korrelationer mellem hofte- og omdrejerbredden. De laveste korrelationer fandtes mellem sidst anførte to mål på den ene side og skulderhøjde på den anden. Generelt skete der et svagt fald i korrelationerne med stigende laktationsnummer.

Korrelationen mellem fødselsvægten og de fem kropsmål var som ventet positive og næsten alle af størrelsesordenen på 0.20-0.30.

Korrelationerne mellem køernes vægt ved kælvning og kropsmålene lå i intervallet 0.40 - 0.60.

Tabel 4.38 Korrelationer mellem samme kropsmål i forskellige laktationer.
Correlations between the same body measurement in different lactations.

Egenskab *Trait*	Laktationsnummer *Lactation number* 1 - 2	2 - 3	1 - 3
Brystomfang *Heart girth*	0.56	0.54	0.45
Skulderhøjde *Hight of withers*	0.75	0.72	0.68
Brystdybde *Dept of chest*	0.60	0.63	0.56
Hoftebredde *Width at hips*	0.58	0.63	0.55
Omdrejerbredde *Width at thurls*	0.56	0.63	0.44

Korrelationerne mellem køernes smørfedtydelse og kropsmålene i samme laktation var lave og med skiftende fortegn i både 1. og 2. laktation. I disse laktationer var ingen af de fundne korrelationskoefficienter signifikant forskellige fra 0. I 3. laktation var der derimod udelukkende tale om negative korrelationer mellem smørfedtydelsen og kropsmålene og to af disse var signifikant forskellige fra 0, nemlig korrelationerne med brystdybde og med hoftebredde.

I tabel 4.38 er vist korrelationen mellem hver af de fem kropsmål målt på samme ko i forskellige laktationer.

Som det fremgår, er højdemålet det mål, der gentager sig bedst fra laktation til laktation. De øvrige korrelationer må karakteriseres som middelhøje og en måling af 1. laktations køer vil derfor være et forholdsvis dårligt udtryk for samme egenskab målt hos de udvoksede køer.

4.4.6 Udvikling fra 1. til 3. laktation

I tabel 4.39 er anført mindste kvadraters gennemsnit for de fem kropsmål i hver af de tre laktationer. Endvidere er anført spred-

Tabel 4.39 Udviklingen i kropsmålene fra 1. til 3. laktation (mindste kvadraters gennemsnit).
The development of the body measurements from 1st to 3rd lactation (least squares means).

Egenskab *Trait*	1. lakt. *1st lact.*	2. lakt. *2nd lact.*	3. lakt. *3rd lact.*	Spredning *S. D.*	R^2 R^2
Brystomfang *Heart girth*	184.5	193.1	197.0	7.9	0.31
Skulderhøjde *Height of withers*	128.3	131.0	132.0	3.4	0.18
Brystdybde *Dept of chest*	68.5	71.2	72.4	2.3	0.33
Hoftebredde *Width at hips*	52.1	55.6	57.1	2.5	0.41
Omdrejerbredde *Width at thurls*	48.6	50.7	51.6	2.0	0.29

ningen for disse kropsmål beregnet efter elimination af laktationseffekten. Endelig er vist, hvor stor en del af den totale variation i kropsmålene, der kan beskrives ved hjælp af laktationsnummeret alene.

Som det fremgår, er der betydelig forskel mellem de fem egenskabers udvikling. Skulderhøjden udvikler sig relativt mindst og hoftebredden mest fra 1. til 3. laktation. Målt i forhold til gennemsnittet af 1. laktation, var køerne knap 3% eller ca. én spredningsenhed højere i 3. laktation end i 1., medens hoftebredden steg med næsten 10% svarende til to spredningsenheder i samme tidsrum. Dette er i fin overensstemmelse med det længe kendte forhold, at udviklingen af højde og længdemål standser før udviklingen af breddemål.

4.4.7 Bestemmelse af kødernes vægt ud fra kropsmål

I forbindelse med salg af køer, ved fodersplanlægning m.v. har der ofte været fremsat ønske om at kunne beregne et skøn over kødernes vægt på grundlag af kropsmål. Af denne grund blev der på det foreliggende materiale foretaget almindelige og multiple regressionsanalyser, for derved at få et skøn over kropsmålenes værdi som indikator for kødernes vægt.

I tabel 4.40 er anført de vigtigste resultater fra disse analyser. I tabellen er kun medtaget resultaterne fra analyser omfattende ét eller to kropsmål, idet inkludering af flere mål kun gav forsvindende lille øgning af sikkerheden målt ved den multiple korrelationskoefficient (R).

Tabel 4.40 Almindelige og multiple korrelationer (R) og regressioner (B) ved beskrivelse af kødernes vægt ved hjælp af kropsmål og laktationsnummer.
Common and multiple correlations (R) and regressions (B) to predict the weight of cows by means of body measurements and lactation number.

Egenskab *Trait*	På tværs af laktationer *Across lactation*			Med laktation i modellen *With lactation in the model*			Vægtet indenfor laktation *Pooled within lactations*
	B_1	B_2	R	B_1	B_2	R	R
1 Brystomfang *1 Heart girth*	6.2	-	0.72	3.6	-	0.83	0.53
2 Skulderhøjde *2 Height of withers*	12.2	-	0.56	6.4	-	0.80	0.40
3 Brystdybde *3 Dept of chest*	20.3	-	0.71	11.6	-	0.82	0.50
4 Hoftebredde *4 Width at hips*	17.9	-	0.73	10.0	-	0.82	0.47
5 Omdrejerbredde *5 Width at thurls*	23.7	-	0.68	13.0	-	0.82	0.47
1 og 2	5.1	4.3	0.73	3.0	2.9	0.84	0.56
1 og 3	3.5	10.6	0.75	2.4	5.5	0.84	0.56
1 og 4	3.1	10.5	0.76	2.8	3.5	0.84	0.54
1 og 5	4.1	10.6	0.74	2.7	5.3	0.84	0.55
2 og 3	2.5	18.0	0.72	2.3	9.5	0.83	0.52
2 og 4	4.5	15.0	0.75	3.9	7.7	0.83	0.52
2 og 5	5.6	18.6	0.71	3.8	10.2	0.83	0.52
3 og 4	10.8	10.9	0.77	8.0	5.6	0.84	0.55
3 og 5	13.1	12.2	0.75	7.9	7.6	0.84	0.55
4 og 5	13.1	8.3	0.74	5.5	7.8	0.82	0.55

Som det fremgår af tabellen, var hoftebredden og brystomfanget de egenskaber, der enkeltvis gav den bedste beskrivelse af vægten med en korrelation (R) på henholdvis 0.73 og 0.72. Det fremgår også, at der sker en betydelig stigning i den multiple korrelation (R) ved at inddrage laktation i modellen. Det betyder, at det er muligt at forudsige koens vægt med langt større sikkerhed, hvis beregningerne foretages indenfor hver laktation for sig, end ved at se bort fra laktationsnummer.
Ved at inddrage to kropsmål i modellen, skete der som ventet en stigning i den multiple korrelation. Den bedste kombination var brystdybden og hoftebredden med en multippel korrelation på 0.77. Med laktation i modellen, var der næsten ingen forskel på, hvilke to kropsmål, der blev anvendt. Da måle- og vejetidspunktet ikke var helt sammenfaldende (se afsnit 3.3.1) vil der sandsynligvis under praktiske forhold kunne opnås endnu bedre beskrivelse af vægten ud fra kropsmålene end i dette materiale.

4.4.8 Moder-datter sammenligninger

Efter at have elimineret effekten af alder ved 1. kælvning, effekten af laktationsnummer og fædrenes indflydelse på de fem kropsmål, blev regressionen af hver af døtrenes kropsmål på det tilsvarende kropsmål hos mødrene beregnet. Analyserne viste, at der var høje regressionskoefficienter for både skulderhøjde og brystdybde 0.30 ± 0.05 og 0.18 ± 0.05 svarende til heritabiliteter på henholdsvis 0.60 og 0.36. De tilsvarende heritabiliteter for brystomfang og omdrejerbredde blev henholdsvis 0.24 og 0.20, medens heritabiliteten for hoftebredde ikke var signifikant forskellig fra 0.
De høje heritabiliteter for højde og brystdybde var i god overensstemmelse med forventningerne om høje heritabiliteter for kropsmål. Derimod var det overraskende, at finde så lave heritabiliteter for breddemålene. Forklaringen kan være, at målingerne ikke er foretaget på udvoksede dyr, men derimod på dyr, der var i en periode med stærk udvikling, ikke mindst for hoftebredde.
Analyserne viste i øvrigt, at der for alle fem mål var meget stærk signifikant effekt af de anvendte tyre.

4.5 Frugtbarhedsegenskaberne

Ved undersøgelsen af frugtbarhedsforholdene har analyserne koncentreret sig om de i tabel 4.41 anførte egenskaber. I de følgende tabeller i dette afsnit vil de i tabel 4.41 anførte forkortelser blive anvendt.

En given kvie eller ko blev regnet for drægtig, hvis der enten var indberettet en positiv drægtighedsundersøgelse eller en efterfølgende kælvning. Da køerne ifølge forsøgsplanen kunne udsættes 305 dage efter 3. kælvning, er frugtbarhedsresultaterne fra 3. kælvning ikke inddraget i undersøgelserne.
Analyserne er koncentreret om de forskellige miljøeffekters og selektionens indflydelse på frugtbarhedsmålene, men desuden er det undersøgt, hvilken sammenhæng der er mellem frugtbarhedsegenskaberne og smørfedtydelsen og mellem samme dyrs frugtbarhedsresultater som kvie og ko.

Tabel 4.41 Oversigt over de analyserede frugtbarhedsegenskaber.
Survey of the fertility traits analysed.

Egenskab *Trait*	Forkortelse *Abbreviation*	Kvier *Heifers*	Køer *Cows*
Drægtig ved 1. inseminering *Pregnant at 1st insemination*	DFI *PFI*	+	+
Dage fra 1. ins. til drægtighed *Days from 1st ins. to pregnancy*	FI-D *FI-P*	+	+
Antal ins. pr. drægtighed *Number of ins. per pregnancy*	AI/D[1)] *NI/P*[1)]	+	+
Antal ins. pr. dyr ialt *Number of ins. per individual*	AI/Dyr *NI/Indv.*	+	+
Drægtige 50 dage efter 1. ins. *Pregnant 50 days after 1st ins.*	D50FI *P50FI*	+	+
Drægtige 150 dage efter 1. ins. *Pregnant 150 days after 1st ins.*	D150FI *P150FI*	+	+
Dage fra kælvning til 1. ins. *Days from calving to 1st ins.*	Dage K-FI *Days C-FI*		+
Dage fra kælvning til drægtighed *Days from calving to pregnancy*	Dage K-D[1)] *Days C-D*[1)]		+
Drægtig 100 dage efter kælvning *Pregnant 100 days after calving*	D100K *P100C*		+

1) Kun dyr, der opnåede drægtighed
1) Only individuals which got pregnant

4.5.1 Materiale og analysemetoder

I tabel 4.42 er givet en oversigt over datamaterialets omfang.

Selv om der for en del af egenskaberne var tale om "enten - eller" egenskaber, blev de i analyserne behandlet som kvantitative egenskaber, idet de på enkeltdyrsniveau blev tildelt værdien 0 eller 100. Herved opnås, at for eksempel mindste kvadraters gennemsnit bliver udtrykt som et procenttal - f.eks. procent drægtige ved 1. inseminering.

De enkelte egenskaber blev analyseret efter en model indeholdende følgende faktorer:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
SÆSON
GENERATION
alder
HOLD
rest

Tabel 4.42 Antal kvier og køer i frugtbarhedsanalyserne.
Number of heifers and cows in the analysis of fertility.

Kategori *Category*	Station 1	2	*Station* 3	4	Alle *All*
Kvier *Heifers*	127	118	121	133	499
Køer 1. laktation *Cows 1st lactation*	95	82	85	100	362
Køer 2. laktation *Cows 2nd lactation*	71	55	57	65	248

For kviernes vedkommende refererer sæson og alder til 1. inseminering, mens de for køernes vedkommende refererer til kælvningstidspunktet. Der blev regnet med følgende tre sæsoner:

1. januar, februar, marts og april
2. maj, juni, juli og august
3. september, oktober, november og december.

Da frugtbarhedsregistreringerne i udgangsmaterialet af flere grunde var mangelfulde, blev analyserne kun gennemført på dyr tilhørende første og senere generationer.

4.5.2 Effekt af station, år, sæson, generation og alder

I tabel 4.43 er vist signifikansniveauet for de forskellige faktorers indvirkning på frugtbarhedsmålene hos kvier, hos 1. kalvs og hos 2. kalvs køer.

Som det fremgår af tabellen, var der for flere af egenskaberne signifikant effekt af station, medens de øvrige faktorer kun sporadisk udviste signifikant effekt.

I tabel 4.44 er vist mindste kvadraters gennemsnit for hver af de 4 stationer samt det totale gennemsnit for hver af de 9 egenskaber.

Frugtbarhedsresultaterne var gennemgående betydeligt bedre på station 4 (løsdriftstalden) end på de tre andre stationer. Det ses også, at insemineringen af 1. kalvs køer er påbegyndt 2 til 3 uger senere på station 1 end på de øvrige stationer, og at der derfor på denne station var længere tomperioder og færre drægtige 100 dage efter kælvning. I både 1. og 2. laktation var ca. 50% af køerne drægtige igen 100 dage efter kælvning, men der var stor forskel fra station til station, og tallet var meget afhængig af afstanden fra kælvning til 1. inseminering.
Generelt havde kvierne bedre drægtighedsresultater end køerne.
Køerne var betydelig lettere at få drægtige i årets første fire måneder end årets sidste måneder. Hos 2. kalvs køerne blev 70.2% drægtige ved 1. inseminering i forårsmånederne mod kun 34.7% i årets

Tabel 4.43 Procent sandsynlighed for at der ingen effekt er af de variable, der indgår i modellen.
Percent probability of no effect of the different variates in the model.

Egenskab[1] *Trait*[1]	Laktation *Lactation*	Station *Station*	År *Year*	Station x År *Station x Year*	Sæson *Season*	Generation *Generation*	Alder *Age*
DFI *PFI*	0	13	35	***	63	48	47
	1	06	13	57	12	87	51
	2	43	21	71	**	75	76
Dage FI-D *Days FI-P*	0	*	97	35	73	51	31
	1	*	.20	27	60	77	27
	2	07	61	40	*	97	42
AI/D *NI/P*	0	61	50	08	34	50	51
	1	10	25	41	54	48	33
	2	38	60	39	*	97	89
AI/dyr *NI/Indv.*	0	09	43	31	17	36	25
	1	08	25	31	67	16	35
	2	55	43	48	*	57	13
D50FI *P50FI*	0	*	55	12	98	97	39
	1	14	*	36	77	20	95
	2	23	35	22	07	94	10
D150FI *P150FI*	0	18	98	76	78	20	51
	1	77	34	41	52	74	30
	2	10	43	92	37	94	98
Dage K-FI *Days C-FI*	1	***	39	82	27	63	61
	2	*	15	08	50	20	18
Dage K-D *Days C-P*	1	*	14	27	70	98	37
	2	**	72	52	09	47	22
D100K *P100C*	1	**	**	14	92	40	69
	2	*	77	58	17	53	*

1) Se oversigt tabel 4.41
1) See survey table 4.41

sidste måneder. De tilsvarende tal for 1. kalvs køerne var henholdsvis 59.7 og 44.2%.
Hverken generationsnummer eller alderen havde væsentlig indflydelse på frugtbarhedsegenskaberne.

Tabel 4.44 Mindste kvadraters gennemsnit for frugtbarhedsegenskaberne på hver station.
Least squares means for the fertility traits at each station.

Egenskab[1] *Trait*[1]	Laktation *Lactation*	Station 1	2	*Station* 3	4	Alle *All*
DFI *PFI*	0	59.2	54.3	64.1	70.8	62.1
	1	44.7	54.4	39.6	63.2	50.3
	2	51.5	47.4	52.1	66.2	54.3
Dage FI-D *Days FI-P*	0	44.9	39.4	22.3	22.6	32.3
	1	38.7	42.9	43.8	21.1	36.6
	2	42.6	27.7	27.6	14.3	26.8
AI/D *NI/P*	0	1.83	1.75	1.65	1.59	1.71
	1	1.92	2.06	2.30	1.74	2.01
	2	2.03	2.03	1.81	1.59	1.87
AI/dyr *NI/Indv.*	0	2.17	1.91	1.71	1.78	1.89
	1	2.05	1.83	2.43	2.06	2.09
	2	2.30	2.31	2.31	1.94	2.21
D50FI *P50FI*	0	67.8	65.6	79.1	82.0	73.6
	1	64.6	75.3	61.3	74.2	68.9
	2	60.4	74.9	67.2	79.4	71.4
D150FI *P150FI*	0	84.9	88.4	94.2	92.4	90.0
	1	91.6	95.7	91.7	92.8	93.0
	2	90.7	92.3	84.5	98.0	91.4
Dage K-FI *Days C-FI*	1	91.6	70.5	74.2	77.3	78.4
	2	84.1	75.0	80.1	68.5	76.9
Dage K-D *Days C-P*	1	130	113	118	92	113
	2	121	99	103	82	101
D100K *P100C*	1	36.2	64.2	43.2	56.0	49.9
	2	44.5	39.4	47.7	69.5	50.8

[1] Se oversigt tabel 4.41
1) See survey table 4.41

4.5.3 Indirekte selektionseffekter

I tabel 4.45 er vist de mindste kvadraters gennemsnit for hver af de tre holds frugtbarhedsegenskaber, samt forskellene mellem hold H og hold L. Som det fremgår, var der kun signifikant forskel mellem de to hold for egenskaben "antal dage fra kælvning til 1. inseminering" hos 2. kalvs køer, idet inseminingerne var påbegyndt 15 dage sene-

Tabel 4.45 Mindste kvadraters gennemsnit for de tre holds frugtbarhedsegenskaber.
Least squares means for the fertility traits of the three groups.

Egenskab[1)] *Trait[1)]*	Laktation *Lactation*	Hold *Group* H	M	L	Forskel H-L *Difference H-L*
DFI *PFI*	0	61.4	66.3	58.5	2.9
	1	46.7	49.8	54.2	-7.5
	2	50.0	58.8	54.2	-4.2
Dage FI-D *Days FI-P*	0	32.6	33.5	30.9	1.7
	1	43.0	33.1	33.8	9.2
	2	29.4	19.9	34.7	-5.3
AI/D *NI/P*	0	1.71	1.73	1.68	0.03
	1	2.13	1.95	1.94	0.19
	2	1.89	1.72	1.98	-0.09
AI/dyr *NI/Indv.*	0	1.83	1.92	1.86	-0.03
	1	2.30	1.98	2.01	0.29
	2	2.18	2.27	2.19	-0.01
D50FI *P50FI*	0	74.2	75.2	71.4	2.8
	1	64.0	72.7	69.8	-5.8
	2	71.3	70.2	69.8	1.5
D150FI *P150FI*	0	90.8	88.7	90.4	0.4
	1	91.6	93.2	94.0	-2.4
	2	92.2	90.7	91.5	0.7
Dage K-FI *Days C-FI*	1	80.0	76.0	79.2	0.8***
	2	69.5	76.6	84.7	-15.2
Dage K-D *Days C-P*	1	123	107	112	11
	2	98	95	111	-13
D100K *P100C*	1	44.7	50.6	54.4	-9.7
	2	51.5	51.8	47.5	4.0

1) Se tabel 4.41
1) See survey table 4.41

re hos hold L end hos hold H. Der kunne ikke findes nogen plausibel forklaring på denne forskel.
Selv om ingen af de øvrige forskelle var signifikant forskellige fra 0, var det generelle billede, at hold H udviste de bedste frugtbarhedsegenskaber som kvier, men de dårligste som 1. kalvs køer.

4.5.4 Sammenhæng mellem frugtbarhed og ydelse

I tabel 4.46 er der ved hjælp af mindste kvadraters gennemsnit vist, hvilken indflydelse fire af frugtbarhedsmålene har på køernes korrigerede smørfedtydelse i 1. laktation. Effekten er udtrykt som ydelsesforskellen mellem drægtige og ikke-drægtige køer ifølge definitionen af det pågældende frugtbarhedsmål.

Som det fremgår af tabellen, var der generelt en positiv sammenhæng mellem køernes frugtbarhed som kvie og ydelsen i 1. laktation. Eksempelvis gav de kvier, der opnåede drægtighed inden 50 dage efter 1. inseminering, 14.2 kg smørfedt mere end de kvier, der ikke var drægtige på dette tidspunkt. Frugtbarhedsegenskaberne målt i 1. laktation havde ingen eller negativ indflydelse på smørfedtydelsen. Størst effekt havde procent drægtige 100 dage efter kælvning, idet de ikke-drægtige gav 14.1 kg smørfedt mere end de drægtige.

Tabel 4.46 Effekten af forskellige mål for frugtbarhed på køernes korrigerede smørfedtydelse i 1. laktation.
The effect of different fertility traits on the cows' corrected butterfat yield in 1st lactation.

		DFI *PFI*	D50FI *P50FI*	D150FI *P150FI*	D100K *P100C*
Kvier *Heifers:*					
Drægtig	*Pregnant*	214.1	214.4	211.1	-
Ikke drægtig	*Non pregnant*	204.8	200.2	206.3	-
Forskel	*Difference*	9.3	14.2*	4.8	-
1.kalvs køer *1st calf cows:*					
Drægtig	*Pregnant*	210.7	212.7	212.3	206.4
Ikke drægtig	*Non pregnant*	214.6	212.7	218.5	220.5
Forskel	*Difference*	-3.9	0	-6.2	-14.1*
2.kalvs køer *2nd calf cows:*					
Drægtig	*Pregnant*	215.3	216.3	217.7	219.5
Ikke drægtig	*Non pregnant*	219.6	221.1	206.9	214.2
Forskel	*Difference*	-4.3	-4.8	10.8	5.3

Dette tyder på, at de højtydende køer ikke insemineres så tidligt efter kælvning som de øvrige køer. Årsagen hertil kan være manglende eller stille brunst hos de højestydende køer. Desuden vil fosteret hos de tidligt drægtige køer påvirke 305 dages ydelsen i negativ retning (Pedersen og Christensen, 1984). Regressionen af køernes smørfedtydelse i 1. laktation på afstanden fra kælvning til 1. inseminering, blev 0.275**, hvilket viser, at når inseminingstidspunktet udsættes med én dag, stiger 305 dages ydelsen med 275 g.

I tabel 4.47 er vist effekten af forskellige frugtbarhedsmål på køernes smørfedtydelse i 2. laktation.

Selv om ingen af de fundne forskelle var signifikant forskellige fra 0, var der en klar tendens til, at de køer, der blev tidligt drægtige i 1. laktation - og dermed fik et kort kælvningsinterval - havde lavere ydelse i 2. laktation end køer med længere kælvningsinterval. Regressionen af køernes smørfedtydelse i 1. laktation på afstanden fra 1. kælvning til drægtighed blev 97 g, medens regresssionen af smørfedtydelsen i 2. laktation på det samme frugtbarhedsmål blev 107 g. Dette viser med andre ord, at hver gang "tomperioden" i 1. laktation stiger med én dag, stiger ydelsen i både 1. og i 2. laktation med ca. 100 g smørfedt. Disse resultater er i god overensstemmelse med nye danske undersøgelser (Pedersen og Christensen, 1984).

Tabel 4.47 Effekten af forskellige mål for frugtbarhed på køernes korrigerede smørfedtydelse i 2. laktation.
The effect of different fertility traits on the cows' corrected butterfat yield in 2nd lactation.

		DFI *PFI*	D50FI *P50FI*	D150FI *P150FI*	D100K *P100C*
1.kalvs køer	*1st calf cows:*				
Drægtig	*Pregnant*	214.7	218.4	219.5	216.8
Ikke drægtig	*Non pregnant*	225.9	224.4	229.1	223.4
Forskel	*Difference*	-11.2	-6.0	-9.6	-6.6
2.kalvs køer	*2nd calf cows:*				
Drægtig	*Pregnant*	215.2	216.9	218.1	211.9
Ikke drægtig	*Non pregnant*	219.8	219.3	197.8	225.5
Forskel	*Difference*	-4.6	-2.4	20.3	-13.6

Af tabel 4.47 fremgår endvidere, at de køer, der var vanskelige at få drægtige i 2. laktation og derfor ikke havde opnået drægtighed 150 dage efter første inseminering, havde betydelig lavere ydelse end de øvrige køer. Årsagen hertil er sandsynligvis, at den manglende drægtighed ofte skyldes sygdomsforhold, som tillige påvirker ydelsen i nedadgående retning.

Generelt tyder undersøgelserne på, at der er svag positiv genetisk sammenhæng mellem frugtbarhed og ydelse, men at disse to kategorier af egenskaber i 1. laktation er i et konkurrenceforhold. Således vil eksempelvis sen drægtighed - hvad enten det skyldes sen inseminering eller omløbning - virke positivt på ydelsen, både i indeværende og i efterfølgende laktation.
Omvendt vil meget tidlig drægtighed virke negativ på ydelsen i begge laktationer. I indeværende laktation fordi fosteret tidligt vil påvirke ydelsen i negativ retning, og i efterfølgende laktation fordi kælvningsintervallet og dermed i reglen også goldperioden bliver kort. Fænotypisk vil der derfor observeres negativ sammenhæng mellem ydelse og frugtbarhed målt hos lakterende dyr.

4.5.5 Sammenhæng mellem frugtbarhed hos kvier og køer

For at undersøge i hvilken grad der var sammenhæng mellem samme dyrs frugtbarhed som kvie og som første og anden kalvs ko, blev der gennemført analyser, i hvilke dyrenes frugtbarhedsmål som kvie blev inddraget som uafhængig variabel i modellen ved analysering af samme dyrs frugtbarhedsmål i 1. og 2. laktation. På samme måde blev frugtbarhedsmålene i 1. og 2. laktation efter tur inddraget som uafhængig variabel ved analyseringen af de tilsvarende frugtbarhedsmål som kvier og i henholdsvis 2. og 1. laktation. Analyserne blev begrænset til to frugtbarhedsmål, nemlig "drægtig ved 1. inseminering" (DFI) og "drægtige 50 dage efter 1. inseminering" (D50FI). Resultaterne er i form af mindste kvadraters gennemsnit vist i tabel 4.48.

Som det fremgår af tabellen, var der en klar tendens til, at frugtbarhedsresultaterne i 1. laktation var forskellige fra samme dyrs frugtbarhedsresultater som kvier og som 2. kalvs køer. Af de dyr, der blev drægtige efter 1. inseminering som kvie blev kun 50.1%

Tabel 4.48 Sammenhæng mellem samme dyrs frugtbarhedsmål som henholdsvis kvie, 1. og 2 kalvs ko. Mindste kvadraters gennemsnit (100 = drægtig, 0 = ikke drægtig. Diagonalelementerne er uafhængige variable).
The relationship between the measurements of fertility measured at the same individual as heifer, as 1st and as 2nd calf cow, respectively. Least squares means (100 = pregnant, 0 = non pregnant. Independent variates on the diagonal).

Egenskab[1] *Trait[1]*	Som kvie *As heifer*	I 1. laktation *In 1st lactation*	I 2. laktation *In 2nd lactation*
DFI	0	55.8	37.0
PFI	100	50.1	51.4
D50FI	0	72.8	70.8
P50FI	100	68.4	68.9
DFI	63.9	0	54.2
PFI	57.4	100	40.7
D50FI	77.1	0	85.7
P50FI	70.6	100	63.6
DFI	51.3	60.6	0
PFI	64.8	45.1	100
D50FI	73.3	80.7	0
P50FI	74.7	71.2	100

1) Se tabel 4.41
1) See table 4.41

drægtige ved 1. inseminering i 1. laktation, medens 55.8% af de dyr der ikke blev drægtige efter 1. inseminering som kvier opnåede drægtighed ved 1. inseminering som 1. kalvs køer. Generelt gælder, at der tilsyneladende var ringe eller negativ sammenhæng mellem frugtbarheden som kvie og frugtbarheden som 1. kalvs ko, medens der var positiv sammenhæng mellem frugtbarheden som kvie og frugtbarheden som 2. kalvs ko. Årsagen kan som tidligere anført være, at frugtbarheden hos 1. kalvs køer især kan være stærkt påvirket af, at de højtydende køer er i negativ energibalance, dels på grund af den høje ydelse og dels fordi dyrene stadig er i relativ stærk vækst.

4.6 Malkbarhedsegenskaber

Som anført i afsnit 3.3.1 blev alle køer malkbarhedsundersøgt ved en morgen- og en aftenmalkning to gange i hver laktation. Første gang 2-5 måneder efter kælvning og anden gang 4-7 måneder efter kælvning.

Analyserne har koncentreret sig om følgende fire mål for malkbarhed:

1. Højeste minutmælk
2. Effektiv malketid
3. Gennemsnitlig mælk pr. minut
4. Procent mælk i de første 3 minutter

De fire malkbarhedsmål blev defineret som:

Højeste minutmælk = kg mælk i det minut, hvor mælkestrømmen var størst.

Effektiv malketid = antal minutter med mindst 0.2 kg mælk pr. minut.

Gennemsnitlig mælk pr. minut = den samlede mælkemængde divideret med den samlede malketid.

Procent mælk i de første 3 minutter = kg mælk i de første 3 minutter i procent af den samlede mælkemængde.

I dette afsnit er gjort rede for en række faktorers indflydelse på disse egenskaber, samt deres indbyrdes sammenhæng og gentagelse fra laktation til laktation. Desuden er effekten af selektionen og effekten af de enkelte fædre analyseret. Endelig er der foretaget moder-datter sammenligninger af de enkelte egenskaber.

4.6.1 Materiale og analysemetoder

I tabel 4.49 er givet en oversigt over omfanget af det samlede datamateriale.

Tabel 4.49 Antal køer undersøgt for malkbarhed, fordelt på generation, hold og laktationsnummer.
Number of cows investigated for milkability, distributed on generation, group and parity.

Hold *Group*	Laktation *Lactation*	Generation 0	1	2	3	*Generation* Alle *All*
H	1	78	82	62	13	235
	2	71	73	35	3	182
	3	59	55	17	1	132
M	1	91	65	38	5	199
	2	83	48	23	1	155
	3	59	34	10	0	103
L	1	88	81	58	7	234
	2	85	63	33	2	183
	3	55	43	15	1	114
Alle *All*	1	257	228	158	25	668
	2	239	184	91	6	520
	3	173	132	42	2	349
Ialt *Total*		669	544	291	33	1537

Indledningsvis blev de enkelte malkbarhedsundersøgelser indenfor hver laktation analyseret efter følgende model:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
GENERATION
SÆSON
alder (ved 1. kælvning, kun 1. kalvs)
mælkemængde (ved den pågældende undersøgelse)
rest

Disse undersøgelser viste, at der var meget stærk signifikant effekt af station, år og mælkemængde, medens effekten af generation og vekselvirkningen mellem station og år gennemgående var signifikant på 5% niveauet. Derimod kunne der ikke påvises effekt af alder og sæson. En samlet analyse af det totale datamateriale efter modellen:

ko
ÅR
LAKTATION
LAKTATIONSSTADIE (1. eller 2. måling)
TIDSPUNKT (morgen eller aften)
LAKTATION x LAKTATIONSSTADIE
mælkemængde
mælkemængde x mælkemængde
rest

viste, at der var stærk signifikant effekt af alle faktorer i modellen. For at kvantifisere de enkelte faktorers betydning blev det samlede materiale sluttelig analyseret efter følgende model:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
LAKTATIONSSTADIE (1. eller 2. måling)
TIDSPUNKT (morgen eller aften)
LAKTATION
LAKTATION x LAKTATIONSSTADIE
GENERATION
mælkemængde (LAKTATION)
mælkemængde x mælkemængde (LAKTATION)
rest

Hele datamaterialet blev herefter korrigeret for faktorerne i den sidst anførte model. Alle analyserne beskrevet i afsnittene 4.6.4 til 4.6.9 blev foretaget på det korrigerede datasæt. Analyserne i afsnit 4.6.5 til 4.6.9 blev baseret på et enkelt mål pr. egenskab pr. laktation. Dette tal blev dannet som et simpelt gennemsnit af de fire korrigerede målinger (morgen og aften ved 1. og 2. undersøgelse). For køer, der kun var undersøgt en enkelt gang i en given laktation blev gennemsnittet af de to målinger (morgen og aften) anvendt. De herved fremkomne gennemsnit - et pr. egenskab pr. laktation - blev anvendt som udtryk for køernes malkbarhed.

4.6.2 Effekt af de miljømæssige faktorer

Den sidst anførte model beskrev fra 38 procent (for højeste minutmælk) til 47 procent (for effektiv malketid) af den totale variation i de fire egenskaber.
I tabel 4.50 er anført mindste kvadraters gennemsnit for de fire egenskaber på hver af de fire stationer.

Som det fremgår, var der betydeligt bedre malkbarhedsresultater på station 2 end på de øvrige stationer. Resultaterne på station 3 og 4 (Bellinge) var næsten identiske.

Tabel 4.51 viser mindste kvadraters gennemsnit pr. laktation for hver af de to tidspunkter i laktationen, målingerne blev foretaget. Som det fremgår, øges malkbarheden stærkt fra første til anden undersøgelse i samme laktation. Det ses endvidere, at alle fire malkbarhedsmål var betydeligt bedre i anden laktation end i første. Denne forskel var især stor ved første undersøgelse i laktationsperioden. I tredie laktation var der tendens til at malkbarheden igen blev ringere. En undersøgelse baseret udelukkende på køer, som havde fuldført tre laktationer, viste i endnu højere grad, at malkbarheden i 2. laktation er betydeligt bedre end i 1. og 3. laktation.

Tabel 4.50 Mindste kvadraters gennemsnit for malkbarhedsegenskaberne på de enkelte stationer.
Least squares means for the milkability traits at each station.

Station *Station*	Højeste minutmælk *Peak flow kg/min.*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
1	2.24	5.56	1.72	69.4
2	2.49	5.23	1.88	74.6
3	2.10	6.14	1.58	65.2
4	2.14	6.02	1.60	65.2
Alle *All*	2.24	5.74	1.69	68.6
Spredning *S.D.*	0.58	1.49	0.45	14.7

Tabel 4.51 Mindste kvadraters gennemsnit for malkbarhedsegenskaberne indenfor laktation og laktationsstadie.
Least squares means for the milkability traits within lactation and stage of lactation.

Laktationsstadie *Stage of lactation*	Laktationsnummer *Lactation number*	Højeste minutmælk *Peak flow kg/min.*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
1	1	2.00	6.03	1.59	63.4
	2	2.24	5.74	1.68	68.7
	3	2.25	5.94	1.64	67.5
	Alle *All*	2.16	5.90	1.64	66.6
2	1	2.22	5.54	1.73	69.0
	2	2.38	5.43	1.79	72.0
	3	2.37	5.72	1.73	71.0
	Alle *All*	2.32	5.57	1.75	70.7
Begge *Both*	1	2.11	5.79	1.66	66.2
	2	2.31	5.59	1.73	70.4
	3	2.31	5.83	1.68	69.3

Tabel 4.52 Mindste kvadraters gennemsnit for malkbarhedsegenskaberne målt henholdsvis morgen og aften.
Least squares means for the milkability traits measured in the morning and in the evening, respectively.

	Højeste minutmælk *Peak flow kg/min.*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
Morgen *Morning*	2.20	5.86	1.65	67.2
Aften *Evening*	2.29	5.61	1.73	70.0

Af tabel 4.51 fremgår endvidere, at den gennemsnitlige mælkemængde pr. minut i første laktation blev 1.59 kg ved 1. måling (i gennemsnit ca. 15 uger efter kælvning) stigende til 1.73 kg ved 2. måling (ca. 24 uger efter kælvning). Disse resultater ligger væsentligt under de tilsvarende resultater fra tidligere undersøgelser af RDM på afkomsprøvestationerne. Således fandt Nielsen et al. (1966), at den korrigerede mælkemængde pr. minut (malkbarhedstallet) hos 1. kalvs køer af RDM var 1.78, 2.00, 2.19 og 2.28 kg henholdsvis 12, 16, 20 og 24 uger efter kælvning.

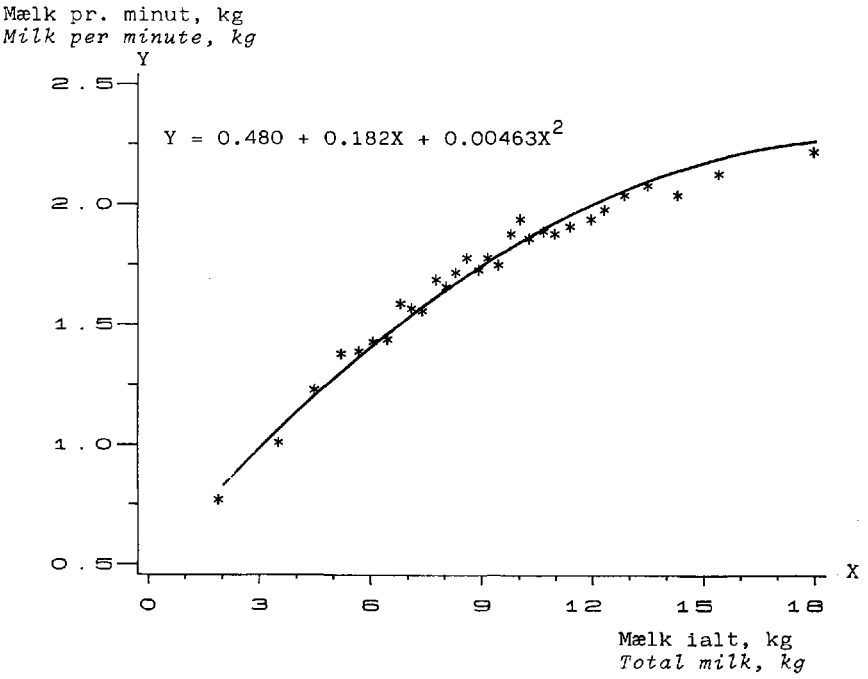
Af tabel 4.52 fremgår, at der for alle malkbarhedsegenskaberne blev fundet gunstigere resultater ved aftenmalkningen end ved morgenmalkningen.

4.6.3 Effekt af ydelsesniveauet

Som anført havde ydelsesniveauet stærk signifikant indflydelse på alle fire malkbarhedsmål og var den af alle faktorer i modellen, der beskrev den største del af den totale variation.

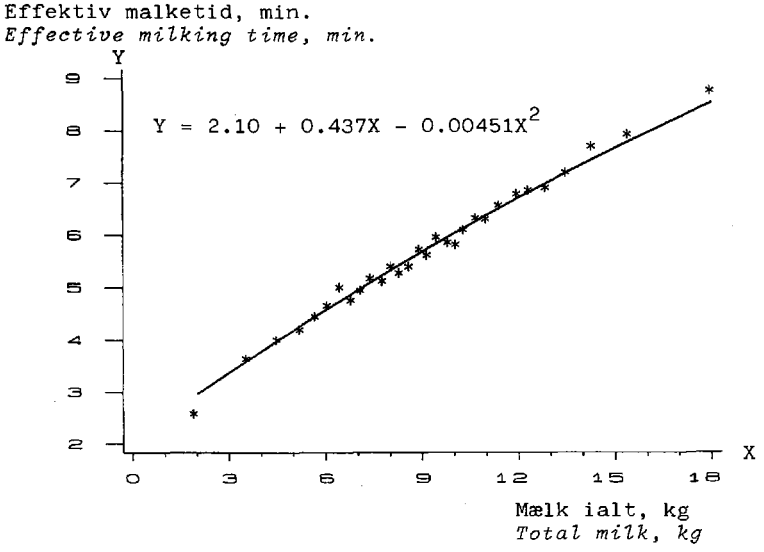
For alle fire egenskaber var der tillige stærk signifikant effekt af at inkludere det kvadratiske led af ydelsesniveauet i modellen, hvilket indikerer at regressionslinierne har et kurvelineært forløb. Dette er illustreret i figur 4.18 og 4.19. Ved konstruktionen af disse figurer blev køerne inddelt i 30 lige store klasser efter mælkemængden ved den pågældende måling. Hver stjerne i figuren refererer til gennemsnittet af alle observationer i den pågældende klasse. Desuden er den beregnede kurvelineære regressionslinie indtegnet. Som det fremgår, var det kurvelineære forløb især udtalt for kg mælk pr. minut. Således var stigningen i dette malkbarhedstal (figur 4.18) næsten dobbelt så stor ved at gå fra 3 til 9 kg mælk, som ved at gå fra 9 til 15 kg mælk. Af figur 4.19 ses, at en fordobling af ydelseshøjden f.eks. fra 6 til 12 kg mælk ved den pågældende måling medførte en forøgelse af den effektive malketid med ca. 50%, nemlig fra 4.6 til 6.8 minutter.

De fundne regressionkoefficienter havde næsten samme størrelse for alle tre laktationer, dog med en svag tendens til, at køer i første laktation var mere følsomme over for ændringer i ydelseshøjden end ældre køer.

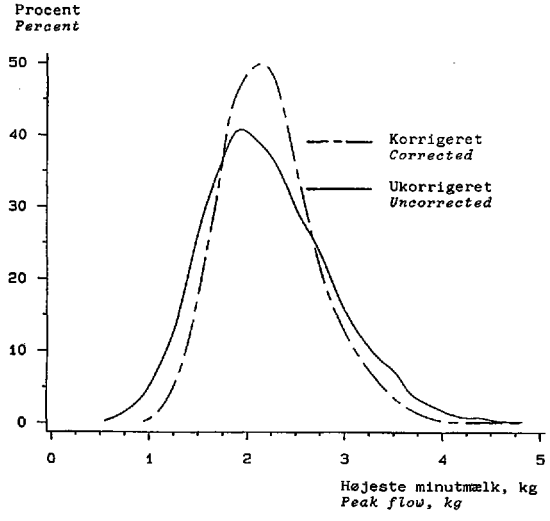


Figur 4.18 Sammenhæng mellem mælkemængden og gennemsnitlig mælk pr. minut.
Correlation between the amount of milk and the average milk flow per minute.

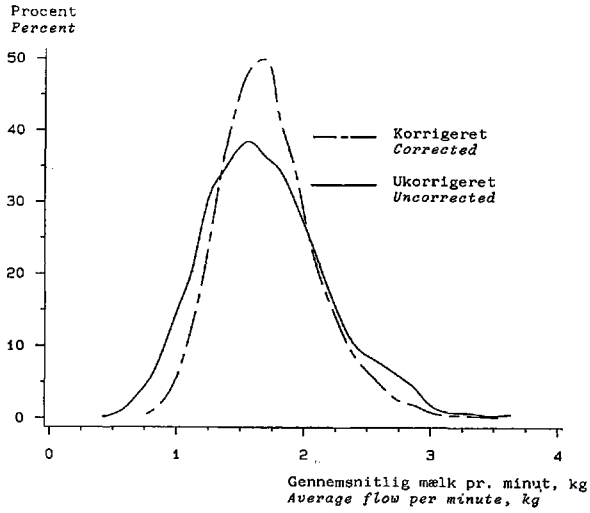
I figur 4.20 er vist fordelingen af højeste minutmælk både før og efter korrektionen for mælkemængde ved den pågældende måling. Som det fremgår af figuren, var der meget få køer, der gav mere end 4 kg mælk i et enkelt minut, men der var ingen tegn på, at malkeudstyrets maksimumkapacitet med hensyn til at fjerne mælken havde hindret de letmalkede køer med stor mælkestrøm i at udtrykke denne egenskab. Det ses endvidere, at egenskaben udviser en tydelig normalfordeling og at korrektionen for mælkemængde medfører en reduktion i spredningen.
I figur 4.21 er vist de tilsvarende fordelinger for gennemsnitlig kg mælk pr. minut. Som det fremgår, ligner fordelingen til forveksling fordelingen af højeste minutmælk.



Figur 4.19 Sammenhæng mellem mælkemængden og effektiv malketid.
Correlation between the amount of milk and the effective milking time.



Figur 4.20 Fordelingen af højeste minutmælk, dels ukorrigeret og dels korrigeret for mælkemængde.
The distribution of peak flow (kg milk per minute), uncorrected and corrected for milk yield.



Figur 4.21 Fordelingen af gennemsnitlig minutmælk, dels ukorrigeret og dels korrigeret for mælkemængde.
The distribution of average flow per minute, uncorrected and corrected for milk yield.

4.6.4 Sammenhæng mellem målinger i samme laktation

For at undersøge i hvilken grad malkbarhedsmålene indenfor samme laktation varierede fra måling til måling, blev der beregnet korrelationer mellem gennemsnittet af de to morgenmålinger og gennemsnittet af de tilsvarende aftenmålinger. Ligeledes blev der beregnet korrelationer mellem gennemsnittet af morgen- og aftenmålingerne ved første undersøgelse i laktationen og det tilsvarende gennemsnit ved anden undersøgelse. Beregningerne blev gennemført på data korrigeret for de miljømæssige faktorer og for ydelseshøjden. Resultaterne er anført i tabel 4.53.

Der blev fundet særdeles høje korrelationskoefficienter mellem morgen- og aftenmålingerne, hvor korrelationskoefficienterne for alle egenskaber indenfor hver laktation var af størrelsordenen fra 0.87 til 0.93. Korrelationerne mellem 1. og 2. undersøgelse var generelt lidt lavere i tredie end i de to første laktationer.

Tabel 4.53 Korrelationer mellem samme malkbarhedsudtryk målt på forskelligt tidspunkt i samme laktation.
Correlations between the same expression of milkability measured at different time within lactation.

	Laktation *Lactation*	Højeste minutmælk *Peak flow kg/min.*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
Morgen - Aften *Morning - Evening*	1	0.92	0.90	0.92	0.91
	2	0.93	0.88	0.91	0.92
	3	0.92	0.89	0.90	0.87
1. og 2. undersøg. *1st and 2nd invest.*	1	0.81	0.75	0.78	0.79
	2	0.81	0.75	0.78	0.76
	3	0.77	0.67	0.68	0.64

Tabel 4.54 Korrelationer mellem de samme køers malkbarhedstal i forskellige laktationer.
Correlations between the same milkability traits ind different lactations.

Laktation *Lactation*	Højeste minutmælk *Peak flow kg/min.*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
1-2	0.82	0.76	0.79	0.82
1-3	0.75	0.76	0.74	0.79
2-3	0.80	0.77	0.77	0.78

4.6.5 Sammenhæng mellem samme egenskab i forskellige laktationer

Med henblik på at undersøge sammenhængen mellem samme malkbarhedsegenskaber i forskellige laktationer, blev der for hver laktation dannet et gennemsnit af de fire målinger (morgen og aften i 1. og 2. undersøgelse) for hver af de fire malkbarhedsudtryk. Herefter blev der beregnet korrelationer mellem hver af disse egenskaber udtrykt i forskellige laktationer. Resultaterne, der er et udtryk for de enkelte egenskabers gentagelseskoefficient, er anført i tabel 4.54.

Der blev fundet overraskende høje korrelationer mellem hver af de anvendte mål i de forskellige laktationer, idet korrelationskoefficienterne varierede fra 0.75 til 0.82. Til sammenligning var de tilsvarende resultater for ydelsesegenskaberne 0.45 til 0.52 og for kropsmålene 0.44 til 0.75.

4.6.6 Sammenhæng mellem de enkelte malkbarhedsegenskaber

I tabel 4.55 er vist korrelationerne imellem de fire malkbarhedsegenskaber indenfor hver laktation.
Der var meget stærk sammenhæng mellem egenskaberne. Dette indikerer, at det i praktisk avlsarbejde vil være tilstrækkeligt at anvende et enkelt af målene som udtryk for malkbarheden.

For at undersøge i hvilken grad korrelationerne mellem malkbarhedstallene var påvirket af den foretagne korrektion for ydelseshøjden, blev der foretaget en tilsvarende analyse på data, som ikke på forhånd var korrigeret for ydelseshøjden, men kun for de øvrige effekter i modellen. I analysen blev der også beregnet korrelationer mellem mælkemængden på måledagen og de fire malkbarhedsegenskaber. Resultaterne er anført i tabel 4.56.

Tabel 4.55 Korrelationer mellem de fire malkbarhedstal.
Correlations between the four milkability traits.

Egenskab *Trait*	Laktation *Lactation*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
Højeste minutmælk	1	-0.89	0.94	0.94
Peak flow kg/min.	2	-0.87	0.93	0.94
	3	-0.85	0.92	0.92
Effektiv malketid	1		-0.93	-0.93
Eff. milking time	2		-0.92	-0.90
	3		-0.92	-0.91
Gns. mælk/minut	1			0.93
Av. flow kg/min.	2			0.89
	3			0.91

Tabel 4.56 Sammenhæng mellem mælkemængden på måledagene og de fire malkbarhedsegenskaber, når der ikke korrigeres for mælkemængden.
The correlations between the amount of milk and the four milkability traits, when no correction for the amount of milk has taken place.

Egenskab *Trait*	Laktation *Lactation*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*	Mælkemængde *Amount of milk*
Højeste minutmælk	1	-0.30	0.96	0.36	0.49
Peak flow kg/min.	2	-0.24	0.95	0.32	0.51
	3	-0.28	0.94	0.35	0.51
Effektiv malketid	1		-0.31	-0.95	0.55
Eff. milking time	2		-0.25	-0.94	0.58
	3		-0.28	-0.94	0.54
Gns. mælk/minut	1			0.32	0.52
Av. flow kg/min.	2			0.27	0.53
	3			0.31	0.54
Pct. mælk i første	1				-0.53
tre minutter	2				-0.55
Percent milk in 1st three minutes	3				-0.51

Korrelationen mellem mælkemængden og de fire malkbarhedsudtryk var nummerisk set ret høje og af samme størrelsesorden. Korrelationen mellem højeste minutmælk og den gennemsnitlige mælkemængde pr. minut, og mellem effektiv malketid og procent mælk i de første tre minutter, var meget høje og højere end de tilsvarende korrelationer ved korrektion for mælkemængden. De øvrige korrelationer var derimod betydeligt lavere på det "ukorrigerede" end på det korrigerede materiale.

4.6.7 Effekt af holdinddelingen

For at undersøge om der ved holdinddelingen var opstået forskelle mellem de tre hold med hensyn til malkbarhedsegenskaberne, blev det korrigerede udgangsmateriale (generation 0) analyseret efter en model, der kun indeholdt hold som uafhængig variabel. Analysen viste, at der ikke kunne konstateres signifikante holdeffekter for nogen af de fire malkbarhedsegenskaber.

4.6.8 Indirekte selektionseffekter

For at klarlægge om den stærke selektion for smørfedtydelse har haft indirekte effekt på malkbarheden, blev de korrigerede malkbarhedstal analyseret efter følgende modeller:

GENERATION
HOLD
GENERATION x HOLD
rest

LAKTATION
HOLD
LAKTATION x HOLD
rest

GENERATION
HOLD
STATION x HOLD
rest

GENERATION
HOLD
FAR(HOLD)
rest

Den første af disse analyser viste, at der var meget stærk signifikant forskel mellem de tre selekterede linier, og at der også var signifikant vekselvirkning mellem generation og hold. De vigtigste resultater er vist i tabel 4.57 i form af mindste kvadraters gennemsnit for de enkelte hold indenfor de to generationer.

Alle fire malkbarhedsegenskaber var dårligere på hold H end på hold L. Forskellen mellem de to hold var især stor i 2. generation. Taget under et var højeste minutmælk, effektiv malketid og gennemsnitlig minutmælk 9 til 12% bedre på hold L end på hold H.

Den anden analyse viste, at forskellen mellem holdene var af samme størrelsesorden og stærkt signifikant for hver af de tre laktatio-

Tabel 4.57 Mindste kvadraters gennemsnit for de selekterede liniers malkbarhedsegenskaber i 1. og 2. generation.
Least squares means for the milkability traits of the selected lines in 1st and 2nd generation.

Generation *Generation*	Hold *Group*	Højeste minutmælk *Peak flow kg/min.*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
1	H	2.18	5.82	1.67	67.3
	M	2.29	5.73	1.68	69.6
	L	2.27	5.65	1.68	69.4
	H-L	-0.09	0.17	-0.01	-2.1
2	H	2.05	6.33	1.52	63.8
	M	2.33	5.50	1.76	70.6
	L	2.43	5.20	1.85	73.4
	H-L	-0.38	1.13	-0.33	-9.6
1+2	H	2.11	6.08	1.59	65.5
	M	2.31	5.61	1.73	70.1
	L	2.35	5.42	1.78	71.4
	H-L	-0.24	0.66	-0.19	-5.9

ner. Der var ikke for nogen af egenskaberne tale om vekselvirkning mellem hold og laktation.

Den tredie analyse viste signifikant vekselvirkning mellem hold og station. Årsagen til dette viste sig at være, at hold M havde betydeligt bedre malkbarhed på station 3 og 4 end på station 1 og 2. Forskellen mellem hold H og hold L var derimod af samme størrelse på alle stationerne og for alle fire egenskaber var hold L's malkbarhedsresultater signifikant bedre end hold H's.

Den sidste af analyserne viste, at der var meget stærk signifikant effekt af køernes fædre, og at tyre gennemgående beskrev 15% af den totale variation i egenskaberne. Dette tyder på, at malkbarhedsegenskaberne har en høj grad af arvbarhed. Analysen viste også, at selv om tyreeffekten indenfor hvert hold blev fjernet, var der fortsat stærk signifikant forskel mellem holdene. Dette viser, at det ikke var en enkelt eller få afvigende tyre, der var årsag til de fundne holdeffekter.

Tabel 4.58 Mindste kvadraters gennemsnit for de selekterede liniers malkbarhedsegenskaber, når der ikke korrigeres for mælkemængde på måletidspunktet.
Least squares means for the milkability traits of the selected lines when no correction for the amount of milk has taken place.

Hold *Group*	Højeste minutmælk *Peak flow* *kg/min.*	Effektiv malketid *Effective milking time*	Gns. mælk pr. minut *Av. flow* *kg/min.*	Pct. mælk i første 3 min. *Percent milk 1st 3 min.*
H	2.18	6.32	1.65	63.3
M	2.30	5.56	1.72	70.5
L	2.26	5.13	1.69	74.3
H-L	-0.08	1.19	-0.04	-11.0

For at undersøge om forskellen mellem holdenes malkbarhedsegenskaber alene skyldes, at der på forhånd var korrigeret for ydelseshøjden, der jo var forskellig for de tre hold, blev der gennemført en analyse på data, som ikke var korrigeret for mælkemængden på måledatoen. I tabel 4.58 er vist mindste kvadraters gennemsnit for de enkelte hold ved denne analyse. Som det fremgår, havde hold H også ved denne analyse de dårligste resultater, men for højeste minutmælk og den gennemsnitlige mælkemængde pr. minut var forskellene små og ikke signifikante. Med hensyn til den effektive malketid og procent mælk i de første tre minutter var der derimod betydelige og stærkt signifikante forskelle mellem holdene. Det fremgår således, at den effektive malketid for hold H var over et minut længere end for hold L, og at hold L gav en større andel af mælken i de første tre minutter end hold H (11 procentenheder).

4.6.9 Moder-datter sammenligninger

Den stærkt signifikante effekt af kørnes fædre på malkbarhedsegenskaberne indikerer, at der er tale om egenskaber, som er stærkt påvirket af arvelige forhold. For at undersøge dette nærmere blev der på de korrigerede data beregnet regressioner af døtrenes malkbar-

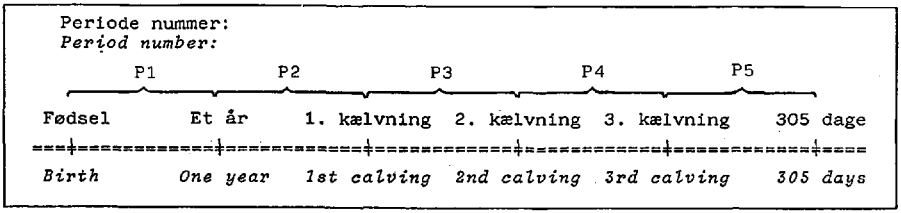
hedstal i første laktation på de tilsvarende malkbarhedstal hos mødrene. Analyserne viste, at mødrene for alle fire egenskaber havde stærkt signifikant effekt på døtrenes resultater. De pågældende regressionskoefficienter blev 0.32 ± 0.06, 0.22 ± 0.05, 0.27 ± 0.05 og 0.29 ± 0.05 for henholdsvis højeste minutmælk, effektiv malketid, gennemsnitlig minutmælk og procent mælk i de første tre minutter. Dette svarer til følgende heritabiliteter for de fire egenskaber: 0.64, 0.44, 0.54 og 0.58.

4.7 Afgangsprocenter og afgangsårsager

Afgangsfrekvenserne blev målt ved at registrere om et dyr, der var levende ved en given periodes begyndelse, stadig var tilstede i besætningen eller afgået ved periodens afslutning. I figur 4.22 er skitseret i hvilke perioder afgangen er målt.

Som det fremgår, blev der regnet med ialt fem forskellige perioder, der er benævnt P1, P2, P3, P4 og P5. I den første periode (P1) blev der kun medtaget dyr, der var født mindst 366 dage før sidste indberetningsdag. På tilsvarende måde omfatter P2 kun dyr, der var født mindst 1100 dage, svarende til 3 år før sidste indberetningsdag. For P3 gælder, at der kun blev medtaget køer hvis 1. kælvning lå mindst 500 dage før sidste indberetningsdag. Tilsvarende omfattede P4 kun køer, hvis 2. kælvning lå mindst 500 dage før sidste indberetningsdag. Endelig blev der for P5 kun medtaget køer, der havde kælvet 3. gang mindst 305 dage før sidste indberetningsdag. Ved at indlægge disse grænser fjernes risikoen for "randeffekter". Uden hensyntagen til randeffekter vil eksempelvis kalve, der fødes i det sidste forsøgsår og som afgår inden forsøgsperiodens udløb, blive medtaget i afgangsfrekvenserne, mens kalve, der fødes i samme periode og stadig er levende ved sidste indberetningsdag, ikke vil blive talt med, fordi de endnu ikke er blevet et år. Ved at indlægge de anførte grænser vil ingen af kalvene født i det sidste år blive medregnet i analyserne.

Da kun et fåtal af dyrene i udgangsmaterialet var født i forsøgsperioden blev analyserne kun gennemført for dyr tilhørende 1. og senere generationer.



Figur 4.22 Skitse over de perioder i hvilke afgangsfrekvenserne blev beregnet.
Illustration of the period in which the frequency of culling was calculated.

4.7.1 Materiale og analysemetoder

Materialets omfang for hver af de fem perioder, i hvilke afgangsprocenten er målt, fremgår af tabel 4.59.

Tabel 4.59 Antal levende hundyr ved begyndelsen af den periode afgangsfrekvenserne omfatter.
Number of live female at the beginning of the period in which the incidence of disposal is measured.

Egenskab* / *Trait**	Station / *Station* 1	2	3	4	Alle / *All*
P1	167	153	163	178	661
P2	105	95	111	119	430
P3	88	75	73	84	320
P4	53	51	50	55	209
P5	36	35	34	33	138

* Se figur 4.22
* *See figure 4.22*

Analyserne blev gennemført, som om der var tale om kvantitative egenskaber, idet afgang i en given periode blev givet værdien 100 og ikke afgang værdien 0. Herved bliver mindste kvadraters gennemsnit udtryk for afgangsprocenten i den pågældende periode. Analyserne blev foretaget efter følgende model:

STATION
ÅR
STATION x ÅR
GENERATION
HOLD
GENERATION x HOLD
rest

4.7.2 Effekt af miljømæssige faktorer

I tabel 4.60 er vist signifikansniveauet for de miljømæssige faktorers betydning for afgangsprocenten.

Tabel 4.60 Procent sandsynlighed for at der ingen effekt er af de variable, der indgår i modellen.
Percent probability of no effect of the different variates in the model.

Egenskab[1)] *Trait[1)]*	Station *Station*	År *Year*	Station x år *Station x year*	Generation *Generation*
P1	90	*	*	17
P2	87	12	36	62
P3	67	66	79	66
P4	70	24	6	10
P5	47	67	**	15

1) Se figur 4.22
1) See figure 4.22

Der var ikke signifikant forskel mellem de fire stationer, og der var heller ikke væsentlig effekt af generationsnummer. For afgangsprocenten i perioden fra fødsel til 1 års alderen (P1) var der signifikant forskel mellem år og for både P1 og P5 vekselvirkning mellem station og år.

4.7.3 Afgangsprocenter og afgangsårsager

I tabel 4.61 er der for hver station anført afgangsprocenten i hver af de fem måleperioder. Desuden er anført den samlede afgangsprocent for hele materialet i de samme perioder.

Tabel 4.61 Afgangsprocenter i de fem perioder indenfor hver station.
Percent disposal in the five periods within each station.

Egenskab* *Trait**	Station *Station* 1	2	3	4	Alle *All*
P1	7.8	9.2	10.4	7.9	8.8
P2	11.4	10.5	12.6	11.8	11.6
P3	14.8	16.0	20.5	15.5	16.6
P4	15.1	23.5	16.0	21.8	19.1
P5	27.8	28.6	20.6	36.4	28.3

* Se figur 4.22
* *See figure 4.22*

Afgangsprocenten i det første leveår var næsten 9%, mens den fra 1 års alderen og frem til 1. kælvning var ca. 12%. I disse to perioder var der meget lille forskel mellem de fire stationer. I første kælvningsinterval afgik 16.6% af køerne, og i anden kælvningsinterval afgik 19.1%. I sammenligning med praksis er der tale om lave afgangsprocenter hos køerne. Dette skyldes de meget strenge regler for udsætning af køer i forsøgsperioden. I perioden fra 3. kælvning og 305 dage frem afgik 28%.

I tabel 4.62 er vist, hvorledes afgangsprocenten fordeler sig på forskellige grupper af afgangsårsager for hver af de fem perioder.

De vigtigste afgangsårsager fra fødsel til 1 års alderen var mave/-tarmsygdomme (diarré) og lungesygdomme (lungebetændelse). Gruppen "andet" dækker over en lang række sygdomme med lav frekvens, såsom ledbetændelse, spastisk parese, navlebetændelse m.fl. I perioden fra 1 års alderen til 1. kælvning (P2), var kastning og andre frugtbarhedsforhold skyld i 40% af den totale afgang. Årsagen til den store afgang for frugtbarhed var de opstillede forsøgsregler, der tog sigte på at få tidlig kælvning. Derfor kunne kvier, der kastede eller ikke var drægtige ved 2 års alderen, udsættes af forsøget. I perioden fra 1. til 3. kælvning (P3 og P4) var frugtbarhedsforholdene de dominerende årsager til afgang. Dette skyldes et forsøgsmæssigt ønske om at holde generationsintervallerne nede på et minimum. Køer der ikke var drægtige ca. 7 måneder efter kælvning kunne således udgå af forsøget, når der var opnået en 305 dages laktationsydelse i

Tabel 4.62 Afgangsprocenternes fordeling på forskellige grupper af afgangsårsager for hver af de fem perioder.
The distribution of the incidence of disposal on different groups of reasons for disposal for each of the five periods.

Afgangsårsag *Reason for disposal*	Periode *Period* P1	P2	P3	P4	P5
Mave/tarmsygdomme *Gastro/Enteritis disease*	28	24	17	10	19
Lungesygdomme *Respiratory disease*	22	10			
Beskadigelser/uheld *Traumatic/accidental*	10	9	15		3
Hjerte/kredsløbssygdomme *Cardio/Vasculary disease*	9				3
Yver/pattesygdomme *Mastitis/Teat trial*			6	10	38
Kastning *Abortion*		16		3	6
Frugtbarhedsforhold *Fertility Performance*		24	47	65	13
Andet *Others*	31	17	15	12	18

den pågældende laktation. I 3. laktations første 305 dage (P5), havde denne regel ingen virkning, derfor var det først og fremmest alvorlige yver/pattesygdomme, der var årsag til afgang.

4.7.4 Indirekte selektionseffekter

Den i afsnit 4.7.1 omtalte analyse viste, at der kun i perioden fra 1 års alderen til 1. kælvning var signifikant forskel mellem de 3 hold, og at der ikke for nogen af perioderne var signifikant vekselvirkning mellem hold og generation.

I tabel 4.63 er der for hvert hold vist afgangsprocenten i de fem perioder.

Tabel 4.63 Afgangsprocenter i de fem perioder indenfor hver af de 3 hold.
Percent disposal in the five periods within each of the three groups.

Egenskab* *Trait**	Hold *Group* H	M	L	Forskel *Difference* H - L
P1	10.0	7.8	8.2	1.8
P2	7.6	17.5	10.9	-3.3
P3	13.8	18.8	17.9	-4.1
P4	15.9	22.4	20.9	-5.0
P5	25.9	29.7	30.2	-4.3

* Se figur 4.22
* *See figure 4.22*

Som det fremgår af denne tabel, var afgangsprocenten i første periode (P1) af samme størrelsesorden i alle 3 grupper. I de fire øvrige perioder var afgangsprocenten gennemgående højest for hold M og lavest for hold H. Men som anført, var det kun for perioden fra 1 års alderen til 1. kælvning, at de fundne forskelle var statistisk sikre. Årsagen til den statistisk sikre forskel mellem grupperne i denne periode var først og fremmest, at hold M havde usædvanlig høj afgangsprocent. I ingen af perioderne fandtes statistisk sikre forskelle mellem hold H og hold L.

5 FYSIOLOGISKE UNDERSØGELSER

Som omtalt i afsnit 2.1.5 kunne det allerede ved selektionsforsøgets igangsætning forudses, at der fremover ville blive brug for specielle forsøgsdyr fra selekterede linier med henblik på at kaste nyt lys over det fysiologiske grundlag for de store genetiske forskelle i køernes mælkeproduktionsegenskaber. Selv om der ved hjælp af moderne avlsprogrammer kan opnås stor avlsmæssig fremgang uden et sådant kendskab, er der mange grunde til at interessere sig for den fysiologiske genetik.

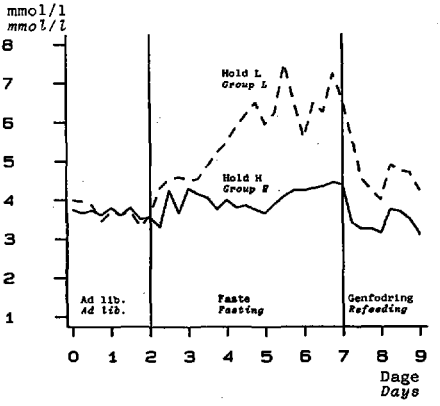
Mælkeproduktionsegenskaberne er således påvirket af en lang række fysiologiske egenskaber, hvoraf en del virker fremmende, mens andre kan virke stærkt begrænsende på mælkeproduktionen. En bedre kortlægning af disse egenskabers fysiologiske og genetiske reguleringsmekanismer vil øge mulighederne for at opdage og dermed undgå uheldige konsekvenser af en given selektion. En sådan kortlægning vil også kunne medvirke til at forøge den avlsmæssige fremgang, idet den kan blive en hjælp til indirekte at fastlægge kommende avlstyres avlsværdi for mælkeproduktionsegenskaber og de egenskaber der regulerer mælkeproduktionen.

Da tyrenes avlsværdi for ydelse - af naturlige årsager - ikke kan bestemmes direkte på tyren selv, bliver den i dag fastlagt ved en undersøgelse af døtrenes ydelse. Der går derfor ca. 6 år fra en potentiel avlstyrs fødsel til dens avlsværdi for ydelse er fastlagt. Det lange generationsinterval begrænser den årlige avlsmæssige fremgang, og de nødvendige døtregruppeundersøgelser medfører at ca. 30% af alle køer skal insemineres med sæd fra ungtyre. Der ville således kunne opnås store avlsmæssige og økonomiske fordele, hvis tyrenes avlsværdi for de vigtigste produktionsegenskaber kan vurderes indirekte i forbindelse med individprøven.

Muligheden for at vurdere tyres avlsværdi indirekte i forbindelse med individprøven blev undersøgt af Larsen (1982). Forsøget blev udført med tyrekalve fra hold H og hold L. Resultaterne er senere offentliggjort i 550. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Andersen et al., 1983). Forsøgets resultater gav grund til optimisme,

idet der blev fundet sammenhæng mellem kalvenes avlsværdi for mælkeydelse og blodets indhold af en lang række hormoner og stofskifteprodukter (figur 5.1). Resultaterne kræver imidlertid yderligere dokumentation, blandt andet på grund af det lave antal dyr og fordi alle kalvene på de to genetiske grupper var efter hver sin tyr. Desuden viste forsøget, at fysiologiske funktionsprøver er nødvendige for at avlsværdien kan vurderes ved hjælp af blodparametre. I efteråret 1983 blev der derfor ved afdelingen startet et nyt forsøg med kalve fra hold H og hold L. Dette forsøg har til formål at verificere resultaterne, samt at finde frem til den eller de bedst egnede fysiologiske funktionsprøver. Ved en fysiologisk funktionsprøve forstås en belastning af en eller flere stofskifteproceser af betydning for mælkeproduktionsegenskaberne, og bestemmelse af stofskiftets reaktion på belastningen ved måling af ændringer i blodets indhold af hormoner og stofskifteprodukter. Projektet støttes af Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd.

De fysiologiske belastninger, der undersøges, er udvalgt på basis af undersøgelser, der har haft som formål at klarlægge det fysiologiske grundlag for arvelige forskelle i køers ydelseskapacitet. Et sådant kendskab er en forudsætning for en logisk søgen efter egnede fysio-

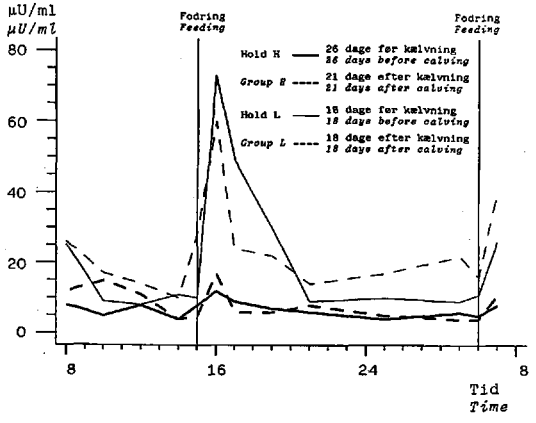


Figur 5.1 Urinstofkoncentrationen i plasma (mmol/l) på hold H og og hold L under ad libitum fodring, faste og genfodring ved 3½ måneders alderen (mod. efter Andersen et al., 1983).
Urea in plasma (mmol/l) in group H and group L during ad libitum feeding, fasting and refeeding at 3½ month of age (mod. after Andersen et al., 1983).

logiske mål for avlsværdi for mælkeydelse. Dyrene fra de selekterede linier er meget velegnede til disse undersøgelser, idet man ved udvælgelse af højt- og lavtydende køer fra populationen ikke har samme sikkerhed for, at ydelsesforskellene er arveligt betingede.
Arvelige forskelle i køers ydelseskapacitet er sandsynligvis betinget af arvelige forskelle i en eller flere af de egenskaber, der begrænser mælkeydelsen. Mælkeydelsen er begrænset af yverets syntesekapacitet og næringsstofforsyning. Yverets syntesekapacitet er betinget af antal mælkeproducerende celler og de enkelte cellers syntesekapacitet. Da antallet af celler tilsyneladende er af størst betydning, har afdelingen planlagt en undersøgelse af yverets vækst hos kvier fra hold H og hold L.

Yverets næringsstofforsyning er påvirket af foderoptagelsesevnen, fordelingen af næringsstoffer mellem yver og kropsvæv, samt af evnen til at mobilisere kroppens næringsstofreserver i perioder, hvor foderoptagelsen ikke kan tilfredsstille kroppens og yverets behov. Disse egenskabers betydning for den genetisk betingede ydelseskapacitet undersøges i et 5 årigt projekt med køer fra selektionsforsøget. De foreløbige resultater fra projektet viser, at en del af forskellen mellem dyr fra hold H og hold L skyldes kødernes evne til at mobilisere kropsreserverne. Evnen til dirigere de tilgængelige næringsstoffer til yveret er også af betydning. Thilsted (1980) viste, at en ko fra hold H anvendte en væsentlig større del af den tilgængelige glukose til mælkesyntese end en ko fra hold L.

Da både de egenskaber der bestemmer yverets syntesekapacitet og dets næringsstofforsyning er hormonalt regulerede er det logisk at antage, at arvelige forskelle i køers ydelseskapacitet skyldes arvelige forskelle i det endokrine system. I overensstemmelse hermed viste Thilsted (1980) i det før omtalte projekt, at køer på hold H har mindre insulin (figur 5.2) og mere væksthormon i blodet end køer på hold L i første halvdel af laktationen. Disse resultater understøtter de forskelle, der er observeret i kødernes evne til at mobilisere kroppens næringsstofreserver og fordele næringsstofferne til yveret fremfor at danne kropsdepoter. En lav insulin- og en høj væksthormonkoncentration medfører således, at mobiliseringen af fedt fra kropsdepoterne og glukosedannelsen i leveren øges, samtidigt med at kropsvævenes optagelse af både fedt og glukose hæmmes.



Figur 5.2 Plasma insuling koncentration (µU/ml) hos en lavtydende (hold L) og højtydende (hold H) ko i relation til fodringen (mod. efter Thilsted, 1980).
Concentration of plasma insulin in a low yielding cow (group L) and a high yielding cow(group H) in relation to feeding (mod. after Thilsted, 1980).

Med det formål, at få en generel vurdering af den hormonale status på hold H og hold L er der desuden gennemført et projekt, hvor der blev udtaget blodprøver ved 6 til 10 måneders alderen, midt i første drægtighedsperiode og 1, 2 og 3 måneder efter første kælvning. Der blev desuden udtaget en række mælkeprøver. Prøverne er analyseret for thyroxin og de vil også blive analyseret for væksthormon, insulin og stofskifteprodukter. Der blev taget prøver fra ialt 39 dyr fordelt med 22 på hold H og 17 på hold L. Dyrene tilhører alle 2. eller 3. generation, og foreløbige resultater har vist, at den genetiske forskel mellem hold H og hold L's kapacitet for smørfedtydelse er ca. 25%.

Udover disse forsøg gennemføres en del specielle undersøgelser med henblik på at få ny viden om den hormonale regulering af næringsstofomsætningen. Disse undersøgelser udføres i samarbejde med Landbohøjskolen, Panum Instituttet og Nordisk Insulin.

Som det fremgår af foranstående udgør de to linier (hold H og hold L) et meget værdifuldt dyremateriale til basale fysiologiske undersøgelser. Det er derfor glædeligt, at de to linier kan opretholdes efter det egentlige selektionsforsøgs afslutning.

6 SAMMENFATTENDE DISKUSSION

I de seneste år har smørfedtydelsen haft en meget central placering i avlsmålet for de danske malke- og kombinationsracer, og der er opnået en meget betydelig avlsmæssig fremgang i denne egenskab. Samtidig med den rent genetiske ydelsesfremgang er der tillige sket en række miljømæssige ændringer, som i høj grad har taget sigte på at øge køernes produktion. Dette har bevirket at de kontrollerede køers smørfedtydelse siden 1970 er steget med mere end 25%. Med stigende ydelsesniveau vil kravet til andre egenskaber øges, og uheldige genetiske korrelationer mellem ydelsesegenskaberne på den ene side og en række andre vigtige egenskaber på den anden kan bevirke, at fortsat stærk selektion for smørfedtydelse vil medføre, at disse egenskaber utilsigtet ændrer sig i negativ retning. Et af hovedformålene med at gennemføre det selektionsforsøg, der er gjort rede for i denne beretning, var at klarlægge konsekvenserne ved stærk og énsidig selektion for smørfedtydelse.

Der blev gennem forsøgsperioden opnået betydelige selektionseffekter. Således var der allerede i 1. generation opnået en genetisk ydelsesforskel mellem hold H og hold L på ca. 20%. De opnåede selektionseffekter for smørfedtydelse afveg ikke signifikant fra de forventede effekter, beregnet ud fra teoretiske betragtninger. Selektionseffekten for smørfedtydelse afhang først og fremmest af den ydelsesmæssige avlsværdi af de tyre der blev anvendt i forsøget. Forskellen mellem den ydelsesmæssige avlsværdi af de tyre, der blev anvendt på henholdsvis hold H og hold L var ca. 28 R-talsenheder. Da disse tyre var udvalgt i en periode, hvor effekten af nye avlsplaner endnu ikke var slået igennem, må man forvente, at der i forsøgets fortsættelse vil være mulighed for at anvende tyre med endnu større ydelsesmæssig forskel. Alt tyder derfor på, at den ydelsesmæssige forskel mellem hold H og hold L vil stabilisere sig på ca. 30% i de kommende år. Forsøget har dermed vist, at selektion af tyre med høje R-tal har den forventede effekt på de fremtidige døtres produktionskapacitet.

Der var dog visse undtagelser. Således gav to af hold L tyrene relativt højtydende døtre i forsøget, og en enkelt af tyrene på hold M gav meget lavtydende døtre. Det var ikke muligt, at afgøre om årsagen kunne tillægges forkerte R-tal eller om døtrene i forsøget ikke var repræsentrative for de pågældende tyre.
Ca. 10% af køerne på hold L gav ekstremt lave ydelser (under 80 kg smørfedt) i 1. laktation. 40% af disse køer var efter samme tyr, hvilket indikerer at denne tyrs lave ydelseskapacitet muligvis er fremkaldt af et eller få arveanlæg med stor negativ effekt på ydelse. En sikker påvisning af sådanne arveanlæg er meget vanskelig, især fordi de meget lavtydende køer under praktiske forhold normalt udsættes tidligt i laktationen og kun undtagelsesvis får lov til at afslutte en laktationsydelse.

Et andet vigtigt formål med forsøget var at fremavle linier af køer der, som følge af deres kendte og vidt forskellige genetiske værdi for smørfedtydelse, vil være særdeles velegnede til at indgå i forsøg med henblik på at klarlægge samspil mellem genotype og miljø. Dyr fra sådanne linier vil også være velegnede som forsøgsdyr til undersøgelser med henblik på at klarlægge, hvilke hormonale, fysiologiske og biokemiske processer, der er baggrunden for arvelig variation i smørfedtydelse. Med de opnåede selektionseffekter for smørfedtydelse er også dette formål opfyldt.

Som det fremgår af beretningens afsnit 5, er den fysiologiske genetik et forsøgsområde i rivende udvikling. Og der vil til denne forskning blive brug for mange forsøgsdyr fra hold H og hold L. Disse to linier er nu overflyttet til Kalø Gods, hvor forsøget fortsætter. Der er dog foretaget en justering af forsøgsplanen, idet der siden 1981 er anvendt flere tyre end i forsøgets første fase (3 pr. hold pr. år). Og medens der i forsøgets første fase kun blev anvendt racerene RDM-tyre, kan der nu anvendes tyre med op til 50% arveanlæg fra den amerikanske brunkvægsrace. Endelig er det besluttet at droppe kontrollinien, hold M, for at give plads til flere forsøgsdyr på hold H og hold L. Årsagen til at dyrene fra hold H og hold L er særdeles velegnede til forsøg vedrørende genotype/miljøvekselvirkning og fysiologiske undersøgelser skyldes, at man på forhånd ved at

hold H nu er ca. 25% bedre end hold L med hensyn til den genetisk betingede kapacitet for smørfedtydelse. Denne viden er tilstede allerede ved kalvenes fødsel, hvilket giver følgende væsentlige fordele:

1. Undersøgelserne kan påbegyndes allerede ved kalvenes fødsel.
2. Både kviekalve og tyrekalve kan inddrages i forsøgene.
3. Både i opdrætningsperioden og senere kan miljøforholdene planlægges og varieres, alt afhængig af hvilke genotyper (hold) der er tale om.

Beregningerne har vist, at forskellen mellem hold H og hold L nu er så stor, at hvis der i forsøgsmæssigt øjemed arbejdes med grupper bestående af kun 4 tilfældigt udtagne køer fra hvert hold, vil der være mere end 99% sandsynlighed for, at den gennemsnitlige avlsværdi for smørfedtydelse af de 4 køer fra hold H vil være større end den tilsvarende avlsværdi af de 4 køer fra hold L.

Den stærke selektion for smørfedtydelse medførte en næsten lige så stor procentvis (86-88%) fremgang i proteinmængde og mælkemængde samt en lille fremgang (12%) i fedtprocenten. Dette resultat er i god overensstemmelse med det, der skulle forventes ud fra genetiske undersøgelser af kontrolforeningsdata (Pedersen og Christensen, 1984).

Forskellen mellem hold H og hold L i smørfedtydelse i 2. laktation udgjorde 80% af forskellen i 1. laktation. I 3. laktation var forskellen mellem de 2 hold yderligere reduceret til ca. 50%. En medvirkende årsag til ydelsesudjævningen i 3. laktation kan være, at køerne på hold H i 3. laktation havde 65% større daglig tilvækst end hold L, der til gengæld havde vokset stærkere end hold H i både 1. og 2. laktation. Vægtforskellen mellem hold H og hold L ved afslutningen af 3. laktation (305 dage) var ikke signifikant forskellig fra 0. Disse resultater tyder på, at køer med anlæg for høj ydelse (hold H) i højere grad end køer med lavere ydelseskapacitet favoriserer mælke- og smørfedtdannelsen fremfor dannelsen af kropsvæv i de første to laktationer.
Generelt var der ingen forskel mellem de tre hold med hensyn til laktationskurvens form. Men hold L's lavere ydelsesniveau bevirkede, at goldperioden på dette hold blev 22 dage længere end på hold H.

Analyserne af de 3 holds kælvnings- og fødselsegenskaber viste, at køerne på hold H havde lettere ved at kælve end køerne på hold L. En stærkt medvirkende årsag til dette var, at kalvene på hold H i gennemsnit var 1.7 kg lettere ved fødsel end kalvene på hold L. Til trods for at køerne på hold H fødte de letteste kalve, havde de længere drægtighedsperioder end køerne på hold L. En af årsagerne til dette kan være, at køerne på hold L gennemgående var tungere - og dermed i bedre huld - ved kælvning end køerne på hold H. Det er derfor sandsynligt, at forskellen i fødselsvægt snarere skyldes, at kalvene på hold L i lighed med mødrene var i bedre huld ved fødslen, end at de havde større skeletmål. Alle fødselsegenskaberne var iøvrigt signifikant påvirket af både kalvefar og kalvens morfar.
Både med hensyn til alder og vægt ved første kælvning var de 3 hold meget ensartede. I gennemsnit kælvede køerne 1. gang ved en alder af 842 dage og vejede på dette tidspunkt i gennemsnit 478 kg. Forskellen mellem hold H og hold L for disse 2 egenskaber var kun henholdsvis 5 dage og -2 kg. Gennem 1. og 2. laktation voksede køerne på hold L stærkere end køerne på hold H, mens det omvendte var tilfældet i 3. laktation. Ved 3. laktations afslutning var vægtforskellen mellem hold H og hold L kun -8 kg.

Med hensyn til køernes kropsmål var der også forholdsvis ringe forskel mellem de 3 hold. Dog var der en tendens til, at hold L havde de største kropsmål. Undtaget herfra var hoftebredden, der i alle 3 laktationer var en smule større for hold H end for hold L.

Korrelationerne mellem køernes smørfedtydelse på den ene side og samme køers kropsmål og vægt på den anden var lave og med skiftende fortegn. Der var dog en tendens til positive korrelationer i 1. laktation, mens der i 2. og især i 3. laktation var tale om negative korrelationer.

Hos køerne var der ingen væsentlige forskelle mellem holdenes frugtbarhedsegenskaber, men insemineringen af køerne på hold L blev - i sammenligning med hold H - påbegyndt 15 dage senere efter 2. kælvning. Denne forskel var statistisk sikker, men der kunne ikke findes nogen sikker årsag, og den længere periode fra kælvning til 1. insemination gav sig ikke udtryk i højere drægtighedsprocent eller færre inseminationer pr. drægtighed. Der var gennemgående en tendens til,

at dyrene på hold H som kvier havde bedre frugtbarhedsegenskaber end dyrene på hold L, mens det modsatte var tilfældet for køer i 1. laktation.

Hold L havde generelt bedre malkbarhedsresultater end hold H. Således var de korrigerede malkbarhedsudtryk 9 til 12% bedre på hold L end på hold H. Det kan derfor ikke afvises, at stærk selektion efter smørfedtydelse vil medføre en genetisk forringelse af malkbarhedsegenskaberne.

De hyppigste afgangsårsager i perioden fra fødsel til 1 års alderen var mave/tarmlidelser og lungebetændelse. I perioden fra 1 års alderen til 1. kælvning og i både 1. og 2. laktation tegnede frugtbarhedsforholdene og fordøjelseslidelserne sig for hovedparten af afgangsårsagerne. Frugtbarhedsegenskabernes store betydning for afgangen skyldes især de opstillede forsøgsregler, der tog sigte på at frembringe lav kælvningsalder og korte kælvningsintervaller. I 3. laktation, hvor disse regler var sat ud af kraft, var yver/pattesygdommene den væsentligste afgangsårsag. I perioden fra fødsel til 1 års alderen var afgangsprocenten 1.8 enheder større på hold H end på hold L. I de øvrige perioder blev der ikke fundet statistisk sikre forskelle mellem holdene, men der var en klar tendens til, at afgangsprocenten var større på hold L end på hold H.

Generelt fandtes en positiv sammenhæng mellem køernes frugtbarhed som kvie og ydelsen i 1. laktation. Eksempelvis gav de kvier, der opnåede drægtighed inden 50 dage efter 1. inseminering 14.2 kg smørfedt mere end kvier, der ikke var drægtige på dette tidspunkt. I 1. laktation var der en klar tendens til lavere ydelse hos de tidligt drægtige køer end hos de øvrige. Således steg 305 dages smørfedtydelsen med 5.8 kg ved at udsætte insemineringstidspunktet efter kælvningen med 3 uger.

Med hensyn til de forskellige malkbarhedsegenskaber blev der opnået bedre resultater midt i laktationsperioderne end i begyndelsen. Desuden var alle malkbarhedsmålene bedre i 2. end i 1. laktation, for derefter at reduceres igen i 3. laktation. Generelt var de fundne malkbarhedstal dårligere end de tilsvarende tal for RDM i tidligere undersøgelser fra afkomsprøvestationerne. Dette tyder på, at der i

de mellemliggende år kan være sket en avlsmæssig forringelse af disse egenskaber, og at malkbarhedsegenskaberne derfor måske bør ofres større opmærksomhed i avlsarbejdet fremover. Der var en tydelig kurvelineær sammenhæng mellem kg mælk pr. minut og ydelseshøjden, og der var også stærk sammenhæng mellem ydelseshøjden og den effektive malketid. En fordobling af dagsydelsen medførte således en 50% forøgelse af malketiden. Korrelationerne mellem samme malkbarhedsegenskaber målt i forskellige laktationer (gentagelseskoefficienterne) var meget høje, idet de varierede fra 0.68 til 0.75. Til sammenligning kan anføres, at de tilsvarende tal for ydelsesegenskaberne var af størrelsesordenen 0.45 til 0.52 og for kropsmålene 0.44 til 0.75. Dette tyder på, at malkbarhedsegenskaberne har høj grad af arvbarhed, hvilket også blev bekræftet både ved de gennemførte moder-datterundersøgelser og af det forhold, at der var meget stærk signifikant indflydelse af kørnes fædre på malkbarhedsegenskaberne.
Der blev desuden fundet særdeles høje korrelationer (0.85 til 0.94) mellem de 4 malkbarnedsegenskaber.

Som følge af at forsøget strakte sig over 3 generationer, var det muligt at gennemføre heritabilitetsberegninger på grundlag af moder-dattersammenligninger. For ydelsesegenskaberne blev heritabilitetskoefficienterne i 1. laktation 0.33 for smørfedtydelse, 0.40 for mælkeydelse, 0.30 for proteinydelse, 0.47 for fedtprocent og 0.40 for proteinprocent. Disse resultater er i god overensstemmelse med tilsvarende resultater fra litteraturstudier over moder-dattersammenligninger. Der fandtes desuden relativ stærk sammenhæng mellem mødrenes ydelsesegenskaber i 1. laktation og de tilsvarende ydelsesresultater hos døtrene i 2. og 3. laktation.
Der kunne ikke påvises nogen sikker sammenhæng mellem døtrenes vægt ved 1. inseminering og ved 1. kælvning på den ene side og mødrenes vægt på samme udviklingstrin. Dette indikerer, at dyrenes vægt på disse tidspunkter i høj grad er bestemt af fodring og management. Derimod fandtes høje heritabiliteter for fødselsvægt (0.42), for vægt ved 2. kælvning (0.46) og vægt ved 3. kælvning (0.38).

Med hensyn til kørnes kropsmål havde skulderhøjden den højeste heritabilitet (0.60), de tilsvarende heritabiliteter for brystdybde, brystomfang og omdrejerbredde blev henholdvis 0.36, 0.24 og 0.20. For hoftebredden var heritabiliteten ikke signifikant forskellig fra

0, hvilket sandsynligvis skyldes, at denne egenskab først når sin maximale størrelse på et meget sent tidspunkt af dyrets liv.
For alle malkbarhedsegenskaberne blev der fundet høje heritabiliteter nemlig 0.64 for højeste minutmælk, 0.44 for effektiv malketid, 0.54 for gennemsnit minutmælk og 0.58 for procent mælk i de første 3 minutter. Da disse 4 egenskaber som anført var stærkt indbyrdes korreleret, vil det være tilstrækkeligt at inddrage en enkelt af dem i racernes avlsmål, hvis dette fremover, som antydet her, findes formålstjenligt. I givet fald må valget falde på den af egenskaberne, der er lettest at registrere i praksis. De mest aktuelle mål er derfor gennemsnitlig minutmælk eller malketiden, som begge kan registreres uden specielt måleudstyr. Da gennemsnitlig minutmælk i nærværende undersøgelse havde højere heritabilitet end malketiden, bør denne egenskab foretrækkes, og det vil ved avlsværdivurderingen være hensigtsmæssigt at foretage korrektion for både mælkemængden ved den pågældende kontrollering og for laktationsstadiet. Korrektionen for mælkemængden bør foretages efter en kurvelineær regressionsmodel.

Det sidste hovedformål med forsøget var at fremavle en gruppe af køer (hold H), der med hensyn til anlæg for smørfedtydelse vil være mindst på tyremødreniveau. Såfremt tyremødrene i praksis udvælges efter de retningslinier, der er skitseret af Petersen et al. (1973), må det forventes at disse i gennemsnit har en avlsmæssig overlegenhed over alle jævnaldrende køer på 22 til 25 kg smørfedt. Undersøgelser af Christensen (1980) og Sørensen og Petersen (1982) har vist, at i praksis har tyremødrenes avlsmæssige overlegenhed i sidste halvdel af 70'erne været af størrelsesordenen 15 til 20 kg smørfedt. I nærværende undersøgelse fandtes, at køerne på hold H i gennemsnit af de første 3 laktationer havde en avlsmæssig overlegenhed over kontrolholdet (hold M) på 24 kg smørfedt. Det må derfor antages, at køerne på hold H med hensyn til avlsværdi for smørfedtydelse i gennemsnit ligger tæt på den gennemsnitlige avlsværdi af tyremødre. Da køerne på hold H fremover vil indeholde en endnu større procentdel tyrefædrearveanlæg, må det forventes, at den gennemsnitlige overlegenhed vil stige yderligere i de kommende år. Der er derfor næppe tvivl om, at de bedste køer indenfor hold H med fordel kunne anvendes som tyremødre, forudsat at der selekteres blandt den bedste halvdel med hensyn til ydelse, og at der ved den endelige selektion lægges stor vægt på de brugsmæssige egenskaber, herunder især kvali-

teten af malkeorganerne og af lemmer og klove. Det der i givet fald vil kendetegne tyremødre i almindelighed og tyremødre fra hold H er, at de førstnævnte fænotypisk set vil have langt højere ydelse - både absolut og målt som afvigelse fra tilhørsbesætningens gennemsnit - end tyremødre fra hold H. Dette til trods må det forventes, at de sidstnævte ydelsesmæssigt er overlegne rent genetisk set. Med hensyn til eksteriør og brugsegenskaber er det mere tvivlsomt om hold H køerne kan klare sig overfor almindelige tyremødre, idet der er relativt få hold H køer at vælge blandt. Og da der i dag - med rette - lægges forholdsvis stor vægt på tyremødrenes brugsegenskaber, vil der næppe være mange af køerne på hold H, der kan godkendes som tyremødre.

Litteratur

Andersen, B.B., 1973. Selektionsforsøg med korthornskvæg. Ugeskr. for Agron. 11, 212-218.

Andersen, B.B, Sejrsen, K. og Larsen, F., 1983. Vurdering af ungtyres avlsværdi for smørfedtydelse ved hjælp af fysiologiske funktionsprøver. 550 beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 36 pp.

Anonym, 1979. Improving dairy cattle through breeding, with special emphasis on selection. University of Nebraska.

Bakker, H., Wallinga, J.H. & Politiek, R.D., 1978. Reproduction and body weight of mice after long term selection for large litter size. J. Anim. Sci. 46, 1572-1580.

Christensen, L.G., 1969. En sammenlignende vurdering af afkomsprøvning på station og i kontrollerede besætninger. Årbog. Landøk. Forsøgslab., København, 454-472.

Christensen, L.G., 1970a. En sammenlignende vurdering af afkomsprøvning på station og i kontrollerede besætninger. Årbog. Landøk. Forsøgslab., København, 422-430.

Christensen, L.G., 1970b. Progeny testing in dairy sires based on Test-station data. I. Phenotypic and genetic relations. Acta Agric. Scand. 20, 293-301.

Christensen, L.G., 1974. Progeny testing in dairy sires based on Test-station data. II. Half-sib and half-cousin analysis. Acta Agric. Scand. 24, 147-159.

Christensen, L.G., 1980. Direkte opdatering som metode til avslværdivurdering i kvægavlen. 489. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 270 pp.

Christensen, L.G., Petersen, P.H. & Ovesen, E., 1971. Avlsplanlægningens grundlag, Kvægavlens planlægning I. Ugeskr. for Agron. 116, 544-548.

Colleau, J.J., Dupont, M., Muller, A., Daburon, P., Chambeyron, J.J., and Malterre, C., 1982. Young bull production as affected by divergent selection on milk yield. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Prod., Madrid VII, 234-241.

Dudley, J.W., 1976. 76 generations of selection for oil and protein percentage in maize. Proceedings of the International Conference on Quantitative Genetics. Ames, 459-473.

Enfield, F.D., 1979. Long term effects of selection; the limits to response. Selection experiments in laboratory and domistic animals. The proceedings of a symposium. Slaugh, 245 pp.

Jensen, J., 1983. The BLUPSI procedure. Stenciltryk, Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 19 pp.

Joakimsen, O., 1970. Sammenhengen mellan thyroxinnedbrytning og mjølkeavdrått hos storfe. Husyrforsøksmøtet på Norges Landbrukshøgskole, Oslo, 52-54.

Joakimsen, O. & Baker, R.L., 1977. Selection for litter size in mice. Acta Agric. Scand. 27, 301-318.

Larsen, F., 1982. Sammenhængen mellem tyrekalves avlsværdi for smørfedtydelse og plasmakoncentrationen af glukose, FFA, urinstof, insulin og thyroxin ved ad libitum fodring, faste og genfodring. Licentiatafhandling, KVL. København, 112 pp.

Maijala, K. & Hanna, M., 1974. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. 1st World Congress on Genetics Applied to Livestock Prod., Madrid, I, 541-563.

Neimann-Sørensen, A., 1969. Plan i kvægavlen. Landbonyts Kvægbog, København, 3-10.

Nielsen, E, Nielsen, A. & Vesth, B., 1966. Afkomsprøver med tyre XX. 352. beretning fra Landøk. Forsøgslab., København, 264 pp.

Nielsen, E. & Jørgensen, J., 1971. Båsestald contra Sengestald. Bellinge 1968-71. Årbog. Landøk. Forsøgslab., København, 489-498.

Ovesen, E., 1970. Principper ved selektion af tyremødre. Årbog Landøk. Forsøgslab., København, 409-422.

Ovesen, E., Christensen, L.G. & Petersen, P.H., 1971. Undersøgelser vedrørende avlsplanlægning for Dansk Jersey. Kvægavlens planlægning. III. Ugeskr. for Agron. 116, 656-663.

Pedersen, J. & Christensen, L.G., 1984. Miljømæssige og genetiske parametre for smørfedt- og mælkeydelse hos RDM, SDM og Jersey. 567. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 122pp.

Petersen, P.H., 1972. Vekselvirkning mellem arv og miljø i mælkeproduktionen. Licentiatafhandling KVL., København, 83 pp.

Petersen, P.H., Jensen, B., Ovesen, E., Andersen, B.B. & Andersen, Aa.D., 1970. Undersøgelser vedrørende avlsplaner for Dansk Jersey. Årbog. Landøk. Forsøgslab., København, 398-409.

Petersen, P.H., Christensen, L.G. & Ovesen, E., 1971. Procedurer i avlsplanlægningen, Kvægavlens planlægning II. Ugeskr. for Agron. 116, 578-580.

Petersen, P.H., Ovesen, E., Christensen, L.G. & Andersen, B.B., 1973 Kvægavlens planlægning for malke- og kombinationsracer. 411. beretning fra Landøk. Forsøgslab., København, 86 pp.

Roberts, R.C., 1977. Sire effects of selection in laboratory animals. 28. Meeting EAAP, Brussels, 15 pp.

SAS user's guide, 1982. ed. A.A Ray. SAS institute inc. Cary, NC, USA, 923 pp.

Skjervold, H., 1978. Avlsforsøk i tilknytning til seminavlen med storfe. Buskap og avdråtts, 2:48-50.

Sørensen, J.T. & Petersen, P.H., 1982. Anvendelse af individprøverne som avlsforanstaltning hos RDM og SDM. I: Anvendelse af syv års individprøvedata (miljøkorrektion, arvelig variation, sikkerhed og T-, U- og I-tal). 526. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 103-112.

Thilsted, S.H., 1980. The relationship between plasma glucose concentration. glucoseutilization rate and partition of absorbed nutrients in the dairy cow. Licentiatafhandling, KVL., København, 107 pp.

Vangen, O., 1977. Studies on a two trait selection experiment in pigs. 1. Growth, feed consumption and feed conversion ratio after 10 years of selection for growth rate and backfat thickness. Acta Agric. Scand. 27, 331-340.

Østergaard, V., 1979. Strategies for concentrate feeding to attain optimum feeding level in high yielding dairy cows. 482. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 138 pp.