586 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Jørn Pedersen

Miljømæssige og genetiske parametre for proteinydelsen hos RDM, SDM og Jersey

Environmental and genetic parameters of protein yield in Red Danish, Danish Black and White and Danish Jersey

With English summary and subtitles

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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1985

FORORD

Den foreliggende beretning omfatter resultater fra en undersøgelse af miljømæssige og genetiske parametre for proteinydelsen hos RDM, SDM og Jersey. Den er udarbejdet som en opfølgning af de resultater, som blev offentliggjort i 567. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, og er ligesom den et led i en omfattende revision af avlsværdivurderingssystemet for tyre og køer. Projektet har fået støtte fra Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg, j. nr. 41, samt fra Produktivitetsafdelingen ved Landskontoret for Kvæg.

Det anvendte datamateriale er indsamlet og stillet til rådighed af kontrolforeningerne. Just Jensen har medvirket ved overførslen af datamaterialet fra Landbrugets EDB-Center i Århus til NEUCC på Danmarks Tekniske Højskole i Lyngby, hvor alle beregningerne er gennemført. Niels Andersen har foretaget en meget omfattende editering af disse data.

Niels Andersen, Just Jensen, Torkild Liboriussen samt L. Gjøl Christensen har reviewet beretningen. Manuskriptet er renskrevet af Sanny Vester og Annelise Østergård.

Foulum, 1985

A. Neimann-Sørensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD..... 3
INDHOLDSFORTEGNELSE..... 4
LIST OF CONTENTS..... 6
SAMMENDRAG..... 8
SUMMARY..... 10
1 INDLEDNING..... 14
2 MATERIALE OG METODER..... 16
2.1 Materiale..... 16
2.2 Analysen af systematiske miljøeffekter..... 19
2.3 Estimation af additive genetiske og tilfældige miljø-
mæssige varianser og kovarianser..... 20
2.4 Analyse af de avlsmæssige konsekvenser..... 23
2.4.1 Selektionsindekset..... 24
2.4.2 Beregning af genetisk fremgang (geneflow-metoden).. 26
2.4.2.1 Geneflow-metodens principper..... 26
2.4.2.2 Beregning af genetisk fremgang og værdi
af et års avlsarbejde..... 29
2.4.3 Forudsætninger..... 32
2.4.3.1 Den sammensatte genotype..... 32
2.4.3.2 Genetiske parametre..... 35
2.4.3.3 Egenskaber i selektionsindekset..... 35
2.4.3.4 Avlsplan..... 36
3 RESULTATER..... 38
3.1 Simple gennemsnit..... 38
3.2 Systematiske miljøfaktorers indflydelse på afsluttede
305-dages ydelser..... 39
3.2.1 Kælvningsårstid (KMND)..... 39
3.2.2 Besætningsgennemsnit (BGNS)..... 44
3.2.3 Alder ved 1. kælvning (ALDER)..... 46
3.2.4 Foregående kælvningsinterval (FKI)..... 48
3.2.5 Samtidigt kælvningsinterval (SKI)..... 52

3.2.6 Opsummering af resultater vedrørende de systematiske miljøfaktorers indflydelse på proteinydelsen..... 55
3.3 Resultater fra analysen af additive genetiske og tilfældige miljømæssige parametre..... 55
3.3.1 Heritabilitetsestimater..... 57
3.3.2 Korrelationer mellem ydelser fra samme laktation... 59
3.3.2.1 Genetiske korrelationer..... 59
3.3.2.2 Fænotypiske korrelationer..... 61
3.3.3 Korrelationer mellem ydelser i forskellige laktationer..... 63
3.3.3.1 Genetiske korrelationer..... 63
3.3.3.2 Fænotypiske korrelationer (gentagelseskoefficienter)..... 63
3.4 Resultater fra analysen af de avlsmæssige konsekvenser af selektion for højere proteinydelse..... 65
3.4.1 Avlsmæssig fremgang ved selektion på enkeltegenskaber..... 65
3.4.2 Avlsmæssig fremgang ved selektion på indekser af protein-, smørfedt- og mælkeydelse.....68
3.4.3 Samlet avlsmæssig fremgang..... 71
3.4.4 Avlsplanens betydning..... 76
4 SAMLET DISKUSSION 79
4.1 De systematiske miljøfaktorer..... 79
4.2 De genetiske parametre..... 81
4.3 Avlsmæssige konsekvenser af selektion for højere proteinydelse..... 82
LITTERATUR..... 86
APPENDIKS A..... 92
APPENDIKS B.....110

LIST OF CONTENTS

PREFACE..... 3
DANISH LIST OF CONTENT..... 4
ENGLISH LIST OF CONTENT..... 6
DANISH SUMMARY..... 8
ENGLISH SUMMARY..... 10
1 INTRODUCTION..... 14
2 MATERIALS AND METHODS..... 16
2.1 Material..... 16
2.2 Analysis of systematic environmental factors..... 19
2.3 Estimation of additive genetic and random variances and covariances..... 20
2.4 Analysis of consequenses to selection..... 23
2.4.1 The selection index..... 24
2.4.2 Caculation of response to selection by the geneflow method..... 26
2.4.2.1 The principles of geneflow..... 26
2.4.2.2 Calculation of genetic and ecomomic response to selection..... 29
2.4.3 Assumptions..... 32
2.4.3.1 The aggregate genotype..... 32
2.4.3.2 Genetic parameters..... 35
2.4.3.3 Traits in the selection index..... 35
2.4.3.4 The breeding plan..... 36
3 RESULTS..... 38
3.1 Means..... 38
3.2 The effect of systematic environmental factors on 305 days records..... 39
3.2.1 Season of calving (KMND)..... 39
3.2.2 Herd average (BGNS)..... 44
3.2.3 Age at first calving (ALDER)..... 46
3.2.4 The preceeding calving interval (FKI)..... 48

3.2.5 The contemporary calving interval (SKI)..... 52
3.2.6 Summary on effect of systematic environmental factors on protein yield..... 55
3.3 Results from the analysis of additive genetic and random environmental parameters..... 55
3.3.1 Estimates of heritability..... 57
3.3.2 Estimates of correlations between yield records within lactations..... 59
3.3.2.1 The genetic correlations..... 59
3.3.2.2 The phenotypic correlations..... 61
3.3.3 Estimates of correlations between yield records from different lactations..... 63
3.3.3.1 The genetic correlations..... 63
3.3.3.2 The phenotypic correlations..... 63
3.4 Results from the analysis of the genetic consequenses of selection to increase protein yield..... 65
3.4.1 Response to single trait selection..... 65
3.4.2 Response to multiple trait selection (PS-indeks and PSM-indeks)..... 68
3.4.3 Total response to selection..... 71
3.4.4 The effect of the breeding plan..... 76
4 FINAL DISCUSSION..... 79
4.1 The systematic environmental factors..... 79
4.2 The genetic parameters..... 81
4.3 Consequenses of selection to improve protein yield..... 82
REFERENCES..... 86
APPENDIX A..... 92
APPENDIX B.....110

SAMMENDRAG

Formålet med denne undersøgelse var at bestemme de miljømæssige og genetiske parametre for proteinydelse og at vurdere konsekvenserne af at inddrage dette ydelsesmål i avlsarbejdet. Analysen af de systematiske miljøeffekter og de genetiske parametre blev gennemført med modeller, der var tilpasset det fremtidige avlsværdivurderingssystem "Direkte Opdatering". I modellen indgik følgende faktorer: Kælvningsår, kælvningsmåned, vekselvirkningen mellem kælvningsår og kælvningsmåned, lineær effekt af besætningsgennemsnit, og hos 1. kalvs køer lineær og kvadratisk effekt af alder ved 1. kælvning. Desuden blev effekten af det foregående og det samtidige kælvningsinterval undersøgt. Undersøgelserne omfattede racerne RDM, SDM og Jersey og blev gennemført særskilt for 1., 2., 3., samt senere laktationer.

De systematiske miljøfaktorer havde generelt samme indflydelse på proteinydelsen som på smørfedt- og mælkeydelsen, når forskellen i ydelsesniveau for de 3 egenskaber blev taget i betragtning. En undtagelse var besætningsgennemsnittet, som er beregnet på grundlag af smørfedtydelser, og derfor ikke kunne forventes at påvirke protein- og mælkeydelsen i helt samme grad som smørfedtydelsen.

De genetiske analyser blev gennemført på data, som var prækorrigeret for de systematiske miljøfaktorer. De genetiske varianser og kovarianser blev beregnet på grundlag af paternelle halvsøskendegrupper. Heritabilitetsestimaterne for proteinydelse i 1. laktation var 0.29-0.30. Det var 0.02-0.05 enheder højere end de tilsvarende estimater for smørfedtydelse. Den lave heritabilitet for smørfedtydelse hos Jersey, som er fundet i nyere danske undersøgelser kunne ikke genfindes her. Den genetiske korrelation mellem mælkeydelse og proteinydelse varierede fra 0.78 til 0.90. Den var gennemgående lidt højere end den genetiske korrelation mellem mælkeydelse og smørfedtydelse, som varierede fra 0.67 til 0.86. Forskellen var ca. 0.10 en-

heder hos RDM og SDM og 0.20 enheder hos Jersey. Den genetiske korrelation mellem protein- og smørfedtydelse lå et sted mellem disse to yderpunkter. Hos SDM var de genetiske korrelationer generelt ca. 0.10 enheder lavere end de estimater, som blev fundet i 567. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, mens der for de øvrige genetiske korrelationer var god overensstemmelse mellem resultaterne i de to undersøgelser.

Som følge af de høje genetiske korrelationer mellem de 3 ydelsesegenskaber, kan der ikke frembringes drastiske ændringer i mælkens sammensætning indenfor en overskuelig årrække. Når det alligevel konkluderes, at proteinydelsen med fordel kan inddrages i avlsarbejdet, skyldes det for det første, at udgifterne til bestemmelse af mælkens proteinindhold er faldet væsentligt. Derudover har proteinydelsen gennem de senere år fået stor økonomisk betydning og vil formodentlig blive en meget betydningsfuld faktor i det fremtidige avlsarbejde. Dertil kommer, at avlsmæssige forbedringer er permanente, således at selv små ændringer i ydelsesniveauet på længere sigt har stor økonomisk betydning.

Et selektionsindeks, hvor både protein-, smørfedt- og mælkeydelse indgår (benævnt PSM-indekset), giver størst økomomiske udbytte af avlsarbejdet.

SUMMARY

In Denmark the estimation of breeding values of bulls and cows has been based on fat production only. The objectives of the analysis were to estimate systematic environmental and genetic parameters of 305 days protein yield, and to evaluate the consequences of using protein records in selection indicies of dairy cows and sires.

The data were informations on the following 305 day records:

1. Protein yield (PRT).
2. Fat yield (SMF).
3. Milk yield (MLK).
4. Fat percentage (FPCT).
5. Protein percentage (PPCT).
6. Protein yield/fat yield (PSFH).

The abbreviations in brackets are used throughout this report. Records from first, second, third and later lactations were analysed. Three breeds were represented: Red Danish (RDM), Danish Black and White (SDM) and Danish Jersey (Jersey).

Systematic environmental factors. The systematic environmental factors analysed were:

1. Year of calving (KAAR).
2. Month of calving (KMND).
3. Interaction between year of calving and month of calving.
4. Linear and quadratic effect of age at first calving (ALDER) in first lactation.
5. Linear effect of herd avarage (BGNS). The herd avarage was a rolling 12 month average of 305 days fat yield corrected to the level of 1st lactation.
6. Effect of preceeding calving interval (FKI), or effect of reciprosal value of FKI (RFKI=100/FKI).
7. Effect of contemporary calving interval (SKI), or effect of reciprosal value of SKI (RSKI=100/SKI).

The effect of the systematic environmental factors on protein yield were in general nearly identical to their effect on fat and milk yield, when the level of production of each trait was taken into account. One exception was herd average (BGNS). The effect of BGNS on protein and milk yield did not match that on fat yield. The reason is that the calculation of herd averages (BGNS) is based on fat yields. The following list gives a guide to more detailed results:

- Results on the effect of month of calving (KMND) are shown in Figure 4.1-4.6 and in appendix A, Table A7-A9.
- Results on the effect of herd avarage (BGNS) are shown in Table 4.3.
- Results on the effect of age at first calving (ALDER) are shown in Figure 4.7, Table 4.4 and Table 4.5.
- Results on the effect of preceeding calving interval (FKI, RFKI) are shown in Figure 4.8, Table 4.6, Table 4.7 and Table 4.10.
- Results on the effect of contemporary calving interval (SKI, RSKI) are shown in Table 4.8-4.10 and in appendix A, Table A10.

Genetic parameters. The genetic parameters were estimated on precorrected data using a model with sires nested within year of birth. Only progeny of young bulls were analysed.

The results from the analysis of genetic parameters were in general very similar to those published in 567. Report from National Institute of Animal Science. One exception was that the estimate of heritability of fat yield in Danish Jersey was on the same level as in Red Danish (RDM) and Danish Black and White (SDM), while earlier analysis have indicated much lower heritability. Another remarkable result was, that the estimates of genetic correlations between protein, fat and milk yield were around 0.10 lower for SDM compared to RDM and Jersey. The reason might be the heavy import of semen from American Holstein Friesian during the later years.

The following list gives a guide to more detailed results:

- Results on estimation of heritabilities are shown in Table 4.12, Table 4.13 and in appendix A, Table A11-A13.
- Results on estimation of correlations between yield records within lactations are shown in Table 4.14-4.16 and in appendix A, Table A14-A17.

- Results on estimation of correlations between yield records in different lactations are shown in Table 4.17-4.18 and in appendix A, Table A18-A19.

Selection for higher protein yield. The consequences of selection for higher protein yield were analysed by the geneflow-method. The assumed breeding plan was conventional and very similar to that proposed in 411. Report from National Institute of Animal Science. The traits in the aggregate genotype were: protein, fat and milk yield. The relative weights of the traits are denoted v_p, v_s, and v_m, respectively. The selection indicies analysed were:

1. R-index: Included information on fat yield only.
2. P-index: Included information on protein yield only.
3. M-index: Included information on milk yield only.
4. VDS-index: Included sum of protein and fat yield as a single information.
5. FPCM-index: The index presently used in Norway. It was a single trait index, where the value was calculated by following formula: FPCM=0.22 Milk + 7.5 Fat + 15 Protein.
6. PS-index: Selection index including information on protein and fat yield.
7. PSM-index: Selection index including information on protein, fat and milk yield.

The analysis confirmed, that selection for higher protein yield will not change the composition of milk appreciable within the foreseeable future. This result was expected, because of the high genetic correlations between yield traits. In spite of this, it was concluded, that it is profitable to include protein records in the selection indicies. The reason is, that costs of determining protein content in milk have been reduced substancially. Furthermore, the value of milk protein has been steadily increasing during the last many years. This are certainly going to have an impact on the breeding goal. Genetic improvement is permanent, and therefore even small changes become very important economically, in the long run.

Among the selection indicies analysed the PSM-index was recommanded, because it remains economical superior in all situations.

The following list gives a guide to more detailed results:

- Results on "single" trait selection are shown in Table 4.19 and Table 4.20.
- Result on the PS- and PSM-index are shown in Figure 4.9-4.12.
- Result on total response to selection are shown in Figure 4.13-4.16, in Table 4.21-4.23 and in appendix A, Table A20-A22.

1 INDLEDNING

Den nuværende avlsværdivurdering af tyre og køer med hensyn til mælkeproduktionsevne er baseret på smørfedtydelse alene (Andersen et al., 1981; S-indeksrapport, 1983). Reelt findes altid yderligere et ydelsesmål, nemlig mælkeydelsen, og i mange tilfælde er også proteinydelsen registreret.

Teoretisk opnås den sikreste avlsværdivurdering, når samtlige informationer, der har genetisk og fænotypisk sammenhæng med avlsmålet, udnyttes. Det har imidlertid vist sig, at så længe avlsmålet udelukkende var forbedring af smørfedtydelsen, var værdien af at udnytte andre ydelsesregistreringer minimal (se f.eks. Jensen (1971), Petersen (1975), Anderson et al. (1978), Van Vleck (1978), Kuipers & Shook (1980)). Mælk afregnes imidlertid ikke alene efter smørfedtmængde, men også efter protein- og mælkemængde (Mælk og Kød, 1984). Allerede Jensen (1971) og Petersen (1975) forudså, at mælkens proteinindhold ville få øget økonomisk betydning, og at avlsmålet for de danske malke- og kombinationsracer måtte ændres i overensstemmelse hermed. På daværende tidspunkt var proteinregistrering imidlertid bekostelig. Det medførte, at den forbedring, som kunne opnås ved også at tage proteinydelsen i betragtning, ikke kunne dække omkostningerne ved at gennemføre landsdækkende proteinkontrol (Jensen, 1971; Petersen, 1975; Anderson et al., 1978; Kuipers & Shook, 1980; Mbah & Hargrove, 1982). Analysemetoden til bestemmelse af mælkens proteinindhold er nu blevet billigere, og proteinkontrol har vundet stor udbredelse. I det avlsværdivurderingssystem, som er under opbygning for øjeblikket (Direkte Opdatering), beregnes avlsværdierne både for tyre og køer separat for smørfedt-, protein- og mælkeydelse (Chistensen, 1983). Beregningen af S-indekset (S-indeksrapport, 1983) kan let ændres, således at proteinydelse og eventuelt også mælkeydelse indgår.

I 567. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Pedersen & Christensen, 1984) findes resultaterne fra en omfattende analyse af miljømæssige og genetiske parametre for 305-dages smørfedt- og mælkeydelse hos RDM, SDM og Jersey. Formålet med nærværende undersøgelse var:

1. at bestemme de tilsvarende miljømæssige og genetiske parametre for proteinydelsen.
2. at vurdere proteinregistreringens betydning ved avlsværdivurderingen af tyre og køer.
3. at analysere de avlsmæssige konsekvenser ved at inddrage proteinydelsen i avlsmålet.

I kapitel 2 beskrives det anvendte datamateriale og de anvendte analysemetoder og i kapitel 3 de opnåede resultater. Kapitel 4 omfatter en samlet diskussion og konklusioner.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Materiale.

Det datamateriale, som dannede grundlag for undersøgelsen, bestod af kontrolforeningsdata fra køer, der havde kælvet i perioden 1978-83. Der blev kun medtaget informationer om køer, hvis proteinydelse var kendt. Laktationer med mangelfulde eller tilsyneladende fejlbehæftede oplysninger blev udeladt. Derudover blev samtlige informationer om en laktation udeladt i følgende tilfælde:

1. hvis koens fader var importeret eller uden dansk stambogsnummer. I analysen af de genetiske parametre blev desuden udeladt døtre af privatejede tyre.
2. hvis antallet af foderdage i en laktation var mindre end 305 dage. (Derimod blev der ikke stillet krav vedrørende antallet af malkedage).
3. hvis alderen ved 1. kælvning var over 36 måneder eller under 20 måneder hos RDM og SDM og under 18 måneder hos Jersey (kun 1. laktation).
4. hvis det foregående kælvningsinterval var mindre end 300 dage eller over 2 år.

Det første krav vil begrænse antallet af små afkomsgrupper, som forøger beregningsomkostningerne i den genetiske analyse betydeligt uden at øge præcisionen på de fundne estimater væsentligt. Importtyrenes døtre blev udeladt, fordi det må formodes, at de har været brugt til køer, som var bedre end gennemsnittet. Dette, samt eventuelle heterosiseffekter og additive genetiske niveauforskelle, vil introducere en variation, som ikke findes, når de hjemlige tyre skal rangeres og selekteres. Punkt 2 begrænser beregningerne til at omfatte det, som almindeligvis betegnes afsluttede 305-dages ydelser. De to sidste kriterier (punkt 3 og 4) blev anvendt som en yderligere sikkerhed mod eventuelle fejlinformationer.

I tabel 2.1 er givet en oversigt over antallet af laktationer fordelt på laktationsnummer og race. Datamaterialet var betydeligt mindre end det, der blev anvendt i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). Forskellen mellem de to datasæt var iøvrigt:

1. Her blev kun medtaget oplysninger om køer, hvor proteinydelsen var kendt.
2. Her var registreringer fra hele landet, mens 567. beretning kun indeholdt oplysninger fra 15 udvalgte fællesledelser.
3. Dette materiale dækker perioden 1978-83, mens køerne i 567. beretning havde kælvet fra 1970 til 1980.
4. I 567. beretning var det en betingelse, at alle informationer fra de foregående laktationer skulle være kendt, før den indværende laktation kunne godkendes. Dette blev ikke krævet i nærværende undersøgelse.
5. I 567. beretning blev der stillet strengere krav vedrørende afkomsgruppernes størrelse og fordelingen på besætningerne.

Disse fem faktorer vil kunne forklare forskelle i antallet af laktationer, og specielt den ændrede fordeling af laktationer. Det må endvidere bemærkes, at datamaterialet er større for Jersey end for RDM. Forklaringen kan være, at Jerseybesætningsejerne har været mere interesserede i at få kendskab til køernes proteinydelse, end det var tilfældet i de øvrige racer, og at områder, hvor Jerseyracen er rigt repræsenteret (f. eks. Fyn), var de første, som påbegyndte proteinregistrering.

Tabel 2.1 Antal laktationer i analysen af systematiske miljøfaktorer.
Number of lactations in the analysis of systematic environmental factors.

	Race *Breed*		
Laktation *Lactation*	RDM	SDM	Jersey
1	21878	60264	24357
2	15567	39157	19165
3	8606	23384	13778
>3	7495	14705	25124

Resultaterne i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) viste en klar forskel mellem genetiske parametre bestemt på ungtyredøtre og på brugstyredøtre. I denne undersøgelse er derfor på tilsvarende måde foretaget en opdeling af datamaterialet i ungtyredøtre og brugstyredøtre. En ko blev klassificeret som ungtyredatter, hvis den var født mindre end 5 år efter dens far og ellers som brugstyredatter. Denne klassificeringsmetode er mere enkel end den, der blev anvendt i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984), men gav nogenlunde samme resultater. Tabel 2.2 giver en oversigt over det antal køer, som indgik i analysen af genetiske parametre. Forskellen mellem antallene i tabel 2.1 og 2.2 skyldes, at døtre af privatejede tyre ikke indgik i analysen af de genetiske parametre.

Følgende egenskaber blev analyseret:

1. Smørfedtydelse (SMF)
2. Proteinydelse (PRT)
3. Mælkeydelse (MLK)
4. Fedtprocent (FPCT)
5. Proteinprocent (PPCT)
6. Protein-smørfedtforholdet (PSFH)

Tabel 2.2 Antal tyre og antal ungtyre- og brugstyredøtre i analysen af genetiske parametre.
Number of sires and daughters of young and proven bulls in the analysis of genetic parameters.

	RDM		SDM		Jersey	
	Antal tyre *No. of bulls*	Antal døtre *No. of dghts.*	Antal tyre *No. of bulls*	Antal døtre *No. of dghts.*	Antal tyre *No. of bulls*	Antal døtre *No. of dghts.*
Ungtyre *(Young bulls)*						
1. laktation	310	4020	924	12591	352	7230
2. laktation	297	3226	798	8370	341	5800
3. laktation	258	1749	609	4884	303	4020
Brugstyre *(Proven bulls)*						
1. laktation	238	13905	348	33116	124	13885
2. laktation	241	10204	310	20118	127	10619
3. laktation	206	5864	264	12116	110	7798

Foruden analysen af proteinydelsen blev undersøgelsen af smørfedt- og mælkeydelsen altså gentaget. Herved blev det for det første muligt at sammenligne resultaterne for smørfedt- og mælkeydelse med dem i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). For det andet var der her tale om et nyere datasæt, hvor specielt de miljømæssige parametre kunne have ændret sig. Endelig ville det herved være muligt yderligere at belyse nogle af de områder, hvor resultaterne i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) var usikre.

2.2 Analysen af systematiske miljøeffekter.

Analysen af de systematiske miljøeffekter blev gennemført efter samme retningslinier som i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). Som udgangspunkt blev anvendt den model, som i 567. beretning kaldtes model (2). Den var for 1. laktation:

$$(1)\quad y_{ijk} = \mu + å_i + m_j + åm_{ij} + b_1 a_{ijk} + b_2 a^2_{ijk} + c_i g_{ijk} + e_{ijk}$$

hvor

y_{ijk} var den afsluttende 305-dages ydelse hos den k´te ko, der havde kælvet i det i´te år og den j´te måned. Smørfedt-, protein- og mælkeydelse, samt fedtprocent, proteinprocent og protein-smørfedtforhold blev analyseret med samme model.

μ var interceptet, som var det generelle gennemsnit når alder ved 1. kælvning (ALDER) og besætningsgennemsnit (BGNS) var lig nul.

$å_i$ var effekten af den i´te kælvningsår.

m_j var effekten af det j´te kælvningsmåned.

$åm_{ij}$ var vekselvirkningen mellem det i´te kælvningsår og den j´te kælvningsmåned.

b_1 var den lineære effekt af alder ved 1. kælvning (ALDER).

b_2 var den kvadratiske effekt af alder ved 1. kælvning (ALDER).

c_i var den lineære effekt af besætningsgennemsnit (BGNS) i det i´te kælvningsår.

a_{ijk} var alder i dage ved 1. kælvning (ALDER) for den ijk´te ko.

g_{ijk} var besætningens rullende 12 måneders gennemsnit af afsluttede 305-dages smørfedtydelser korrigeret til 1. laktations niveau (BGNS).

e_{ijk} var en resteffekt for den ijk´te ko.

endvidere blev det forudsat at:

Forventningsværdien, $E(e_{ijk}) = 0$

Variansen, $Var(e_{ijk}) = \sigma^2_e$

Kovariansen, $Cov(e_{ijk}, e_{ijk'}) = 0$ for $k \neq k'$

Ved analysen af senere laktationer udgik de effekter, som vedrørte alder ved 1. kælvning, undtagen i specielle analyser. Når effekten af kælvningsmåned, lineær effekt af alder ved 1. kælvning (ALDER) og effekt af samtidigt (SKI, RSKI) eller foregående (FKI, RFKI) kælvningsinterval blev undersøgt blev model (1) ændret i overensstemmelse hermed.

Var der anvendt en model, hvor vekselvirkiningen mellem besætning, år og kælvningsårstid indgik (samtidig sammenligning), ville det alt andet lige være muligt at beskrive en større del af den systematiske miljøvariation og derigennem at reducere den tilfældige miljøvariation. Resultatet ville være større heritabiliteter og dermed mulighed for større genetisk fremgang. Når modellen alligevel blev fastlagt, som beskrevet, var det for at bringe estimaterne i overensstemmelse med den metode, der tænkes anvendt ved avlsværdivurdering i fremtiden (Direkte Opdatering (Christensen, 1980, 1983)).

2.3 Estimation af additive genetiske og tilfældige miljømæssige varianser og kovarianser.

De genetiske parametre blev bestemt ved hjælp af Hendersons metode 1 (Henderson, 1953), i en to-trins procedure:

1. Først blev data korrigeret ved hjælp af den allerede omtalte model (1), som i det følgende er beskrevet ved hjælp af den mere generelle matrix-notation. Korrektionen blev gennemført separat for hver race og laktationsnummer. Model (1) var i denne notation:

(1) $Y = XB + D$

hvor

Y var en kendt n x 6 matrix af observationer.

X var en kendt n x p designmatrix for de systematiske miljøeffekter, p var antallet af systematiske miljøfaktorer. Bemærk at samme designmatrix anvendtes for alle 6 egenskaber.

B var en ukendt p x 6 matrix af systematiske miljøeffekter.

D var en ukendt n x 6 matrix af resteffekter.

Endvidere var forventningsværdierne:

$E(Y) = XB$

$E(D) = 0$

og varianserne $V(y_i,y_j) = V(d_i,d_j)$ var en matrix med elementerne: $\sigma_{d_i d_j}$, $\sigma_{d_i d_j} = \sigma^2_{d_i}$ for i = j.

2. De korrigerede data (=$\hat{D}$) blev derefter anvendt som uafhængig variable i følgende model:

(2) $\hat{D} = Z_1F + Z_2S + E$

hvor

$\hat{D}$= Y - X(X´X)-X´Y var en kendt n x 6 matrix af korrigerede data for protein-, smørfedt- og mælkeydelse, for protein- og fedtprocenten samt for protein-smørfedtforholdet.

Z_1 var en kendt n x f, designmatrix for effekten af tyrens fødselsår, f var antallet af fødselsår.

Z_2 var en kendt n x s designmatrix for de tilfældige tyreeffekter, s var antallet af tyre.

F var en ukendt f x 6 matrix af tilfældige effekter af tyrenes fødselsår.

S en ukendt s x 6 matrix af tilfældige tyreeffekter nested indenfor tyrenes fødselsår.

E var en ukendt n x 6 matrix af tilfældige resteffekter.

Endvidere var forventningsværdierne:

$E(\hat{D}) = E(S) = E(E) = 0$

og varianserne:

$V(s_i,s_j) = I\sigma_{s_i s_j}$

$V(e_i,e_j) = I\sigma_{e_i e_j}$

Derefter blev de additivt genetiske og residualvarianser og kovarianser estimeret efter følgende retningslinier (residualvariansen er den tilfældige miljøvarians plus 3/4 af den additive genetiske varians):

$$V_A = 4\,(R(S|F)/(f(s-1)) - E'E/EDF)/K$$

$$V_E = \hat{E}'\hat{E}/EDF$$

hvor

$$V_A = 4\begin{bmatrix} \sigma_{s_1s_1} & \cdots\cdots & \sigma_{s_1s_6} \\ & \ddots & \vdots \\ & & \sigma_{s_6s_6} \end{bmatrix}$$

$$V_E = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1e_1} & \cdots\cdots & \sigma_{e_1e_6} \\ & \ddots & \vdots \\ & & \sigma_{e_6e_6} \end{bmatrix}$$

$$R(S|F) = \hat{D}'Z_2(Z_2'Z_2)^{-1}\,Z_2'\,\hat{D} - \hat{D}'Z_1(Z_1Z_1)^{-1}\,Z_1'\hat{D}$$

$$\hat{E} = \hat{D} - Z_1F - Z_2S$$

K= summen af diagonalelementer i $Z_2'Z_2$ divideret med (s-f).

EDF var antallet af frihedsgrader for variationen i de tilfældige miljøeffekter (n - s).

s var antallet af tyre.

f var antallet af fødselsår.

Denne fremgangsmåde ved estimation af de genetiske parametre er i overensstemmelse med de retningslinier, der tænkes anvendt ved beregningen af avlsværdital i fremtiden. Der kan imidlertid opstå systematiske fejl (bias), fordi afkomsgrupperne ikke var fuldstændigt jævnt fordelt over de systematiske miljøeffekter, og fordi der ved beregningen af antal frihedsgrader for resteffekten (EDF) ikke blev taget hensyn til korrektionen i model (1). Med den valgte model (1) til korrektion for de systematiske miljøeffekter, må fejlen dog formodes at være uden praktisk betydning. For SDM var det beregningsmæssigt uoverkommeligt at anvende nogle af de metoder, der med sikkerhed giver centrale parameterestimater (Hendersons metode 3 (Henderson, 1953) eller Maximum Likelihood (Searle, 1968, 1979)). Datasættene for

RDM og Jersey var knapt så omfattende, og som kontrol på resultaterne blev 1. laktationsydelserne i disse to racer også analyseret ved hjælp af Hendersons metode 3 (Henderson, 1953), idet modellen da omfattede samtlige effekter nævnt under model (1) og (2).

Relationerne mellem ydelser fra forskellige laktationer blev i princippet bestemt efter helt samme retningslinier, idet hver observation dog måtte indeholde informationer fra begge laktationer for at kunne anvendes.

Fejlen på heritabilitetsestimaterne blev beregnet efter en metode foreslået af Sweiger et al., (1964). En approksimativ middelfejl (spredning) på estimaterne af de genetiske korrelationer fandtes efter den metode, som blev beskrevet af Tallis (1959). De anvendte beregningsmetoder for middelfejlene har været alment benyttet, men det må fremhæves, at begge metoder giver minimumsestimater.

2.4 Analysen af de avlsmæssige konsekvenser.

Ved vurderingen af de avlsmæssige konsekvenser må følgende 3 faktorer tages i betragtning:

1. Avlsmålet. I avlsmålet er defineret hvilke egenskaber, der ønskes forbedret avlsmæssigt. Ofte sættes lighedstegn mellem avlsmålet og den sammensatte genotype, hvor det mere konkret er fastlagt, hvilken relativ betydning forbedringen af de enkelte egenskaber har, f.eks. at et ekstra kg protein er dobbelt så meget værd som et ekstra kg smørfedt. Avlsmålet er bestemt af økonomiske, samfundsmæssige og eventuelt også af racepolitiske forhold. Med det sidste menes tilpasning af en race til mere specifikke produktionsvilkår end der gælder alment, f.eks. udvikling af deciderede kød- eller malkekvægracer.
2. Biologiske parametre. Biologiske parametre omfatter i bredeste betydning parametre som f.eks. reproduktionsrate og gennemsnitligt generationsinterval. Ved beregning af selektionsindekser har specielt de genetiske parametre betydning

(heritabiliteter, genetiske varianser og kovarianser). Mens avlsmålet kunne siges at afstikke de politisk-økonomiske rammer for avlsarbejdet, giver de genetiske parametre de biologiske rammer.

3. Avlsplanen. Avlens mulighed for at påvirke og optimere den genetiske fremgang sker via avlsplanlægning. I avlsplanen systematiseres udbredelsen af udvalgte arveanlæg ved en opdeling af populationens individer i avlsdyrkategorier, som parres efter bestemte retningslinier. Det indebærer en samtidig tilpasning af selektionsintensiteter, generationsintervaller og sikkerheder ved avlsværdivurdering inden for de givne grænser. En mere udførlig beskrivelse af problematikken omkring avlsplanlægning for malke- og kombinationsracer kan findes i f.eks. Petersen et al. (1973) og Petersen (1984).
   Til avlsplanlægning hører også at fastlægge hvilke af de målte egenskaber, der skal indgå i selektionsgrundlaget (selektionindekset). Dette fremhæves specielt, fordi et af hovedformålene i denne undersøgelse var at vurdere konsekvenserne af at inddrage proteinydelsen i selektionsindekset. Det må her påpeges, at forbedring af proteinydelsen sagtens kan være et avlsmål uden at den indgår i selektionsindekset. Hvis det er tilfældet, vil forbedringen udelukkende bero på størrelsen af den genetiske korrelation mellem protein- og smørfedtydelse.

Vurderingen af de avlsmæssige konsekvenser ved anvendelsen af proteinydelsen er gennemført ved at opstille en række alternative forudsætninger vedrørende: Avlsmål, genetiske parametre og avlsplanens udformning. Herefter følger en beskrivelse af den metode, der er anvendt ved beregningen af den genetiske fremgang for de forskellige alternativer og af selve selektionsindekset.

2.4.1 Selektionsindekset.

I den klassiske selektionsindeksberegning (Hazel, 1943) sammenknyttes på den ene side avlsmålet og de genetiske parametre og på den anden avlsplanens parametre (f.eks. målte egenskaber, afkomsgruppestørrelse) på en sådan måde, at den genetiske overlegenhed af den selekterede gruppe maximeres. En moderne beskrivelse af selektionsindeksteorien er givet af bl.a. Lin (1978) og Van Vleck (1979).

I den følgende beskrivelse blev det forudsat, at såvel selektionsindeks (I) som sammensat genotype (A) omfattede 3 egenskaber, nemlig smørfedt-, protein- og mælkeydelse. Hvis en eller flere egenskaber udelades, reduceres vektorer og matricer tilsvarende. For alle kategorier af avlsdyr og for alle de valgte alternativer vedrørende avlsmål, genetiske parametre og avlsplan blev selektionsindekset (I) beregnet på følgende måde (en understregning betegner en vektor):

$$I = b_s x_s + b_p x_p + b_m x_m = \underline{x}'\underline{b}$$

hvor

I var selektionsindekset, d.v.s. det tal som dannede udgangspunktet for udvalget af avlsdyr.

x_s var den gennemsnitlige 305-dages smørfedtydelse.

x_p var den gennemsnitlige 305-dages proteinydelse.

x_m var den gennemsnitlige 305-dages mælkeydelse.

b_s, b_p og b_m var vægtfaktorer, som blev beregnet således, at sammenhængen mellem selektionsindekset (I) og den sammensatte genotype (A) blev størst mulig. Når protein- eller mælkeydelse ikke blev anvendt, blev de tilsvarende led i ligningen udeladt.

$\underline{b} = (b_s, b_p, b_m)'$

$\underline{x} = (x_s, x_p, x_m)'$

Den sammensatte genotype (A) var defineret som:

$$A = v_s g_s + v_p g_p + v_m g_m = \underline{g}'\underline{v}$$

hvor

A var den sammensatte genotype (den sande avlsværdi).

g_s, g_p og g_m var den additive genotype for henholdsvis smørfedt-, protein- og mælkeydelse.

v_s, v_p og v_m var den relative betydning af forbedring af de 3 egenskaber (pr. enhed = kg).

$\underline{g} = (g_s, g_p, g_m)'$

$\underline{v} = (v_s, v_p, v_m)'$

Herefter blev b-værdierne i selektionsindekset beregnet ved at løse følgende ligningssystem med hensyn til $\underline{b}$.

$$P\underline{b} = G\underline{v}$$

hvor

P var den fænotypiske varians-kovarians matrix for egenskaberne i selektionsindekset.

G var den additive genetiske kovarians matrix for egenskaberne i indekset (I) og i den samlede genotype (A).

Desuden anvendtes F-matricen, som var en varians-kovarians matrix for egenskaberne i den sammensatte genotype (A). Den genetiske overlegenhed (DG) af en gruppe selekterede individer var da:

$DG = i\, r_{AI}\, \sigma_A$

hvor

i var selektionsintensiteten (et udtryk for, hvor stor procentdel, der udvælges som avlsdyr).

$r_{AI} = (\underline{b}'G\,\underline{v})\,((\underline{b}'P\,\underline{b})\,(\underline{v}'F\,\underline{v}))^{-1/2}$ var sikkerheden ved avlsværdivurderingen.

$\sigma_A = (\underline{v}'F\,\underline{v})^{1/2}$ var spredningen på den samlede genotype.

Når selektionsindekset (I) er grundlag for udvælgelsen af avlsdyrene kan den genetiske fremgang i hver enkelt egenskab beregnes ud fra følgende formel:

$DG_x = G'\underline{b}(i/\sigma_I)$

hvor

DG_x var en vektor, der angav den genetiske fremgang pr. generation for hver enkelt egenskab.

$\sigma^2_I = (\underline{b}'P\,\underline{b})^{1/2}$ var spredningen på selektionsindekset.

$\underline{b}$ var en vektor af vægtfaktorer fra selektionsindekset(I).

i var selektionsintensiteten.

Beregningen af den genetiske fremgang for de forskellige avlsdyrkategorier blev foretaget ved hjælp af PROC MATRIX i SAS (SAS Users Guide, 1979). Beregningerne blev ved stikprøver kontrolleret ved hjælp af standardprogrammet KVSELIN (Jensen & Madsen, 1981).

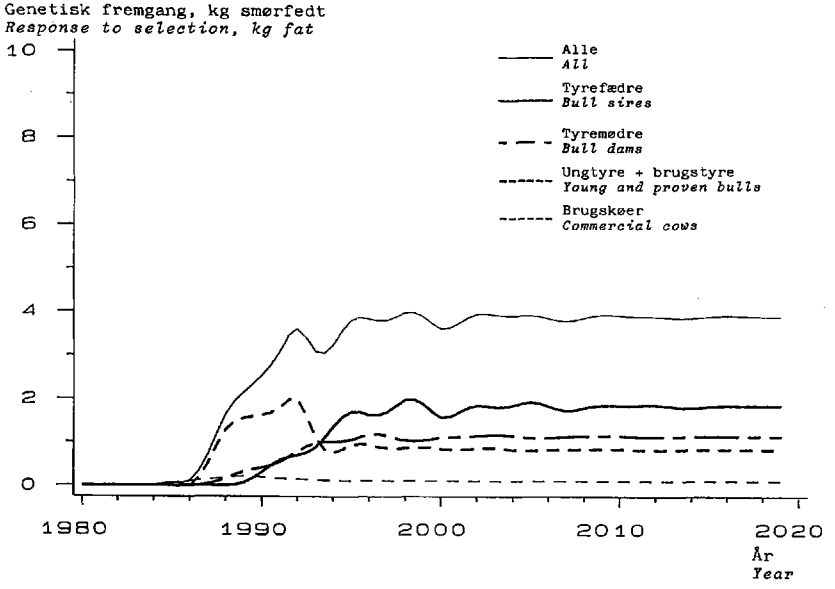
2.4.2 Beregning af genetisk fremgang (geneflow-metoden).

2.4.2.1 Geneflow-metodens principper.

Ofte benyttes sikkerheden (r_{AI}) som grundlag for bedømmelsen af alternative selektionsindekser. For at kunne foretage en mere detaljeret vurdering af proteinydelsens betydning, blev det imidlertid besluttet at beregne den samlede genetiske fremgang for en hel population af malkekøer.

Den totale genetiske fremgang kan relativt let beregnes (med EDB) ved hjælp af den såkaldte "geneflow"-metode, som blev udviklet af Hill (1974) og Mclintock & Cunningham (1974). I princippet går metoden ud på at følge effekten af den selektion, der foretages i en årgang af avlsdyr. I figur 2.1 er metoden illustreret, idet det er vist, hvorledes selektionen blandt de avlsdyr, der blev født i 1980, efterhånden hæver det gennemsnitlige ydelsesniveau:

Tyrene. Tyrekalvene vil blive anvendt som ungtyre gennem 1981, og afkommet vil begynde at kælve i 1983. Eftersom ungtyrene ikke bliver udvalgt på grundlag af deres mælkeproduktionsevne, fås intet udslag (de udvælges kun på grund af deres kødproduktionsegenskaber). Det kommer først, når brugstyrene udvælges, og deres døtre begynder at kælve i 1987-88. Tyrefædreselektionen får virkning gennem sønnernes afkom. De første af sønnedøtrene må forventes at kælve omkring 1990.



Figur 2.1 Beregning af genetisk fremgang efter geneflow-metoden. *Calculation of response to selection by the geneflow method.*

Det må bemærkes, at effekten ikke beror på selektionen blandt sønnerne, men kun på tyrefædreselektionen.
Kvierne. Langt de fleste af de kviekalve, som fødes i 1980, forbliver almindelige brugskøer. Blandt brugskøerne foretages en svag ydelsesselektion, men effekten på det samlede resultat er minimal, og kan næsten ikke spores i figur 2.1. Hovedeffekten på kosiden ligger i tyremødreselektionen. De vil føde tyrekalve i årene 1984-88, og det første afkom efter disse tyre vil begynde at kælve i 1988 og fremefter.

Figur 2.1 viser, hvorledes virkningen af selektionen i 1980-årgangen (dyr født i 1980) langsomt begynder at påvirke populationens ydelsesniveau i sidste halvdel af 80-erne, og først i midten af 90-erne har den fulde effekt nået alle køer, d.v.s. alle køer bærer en bestemt andel af de udvalgte gener fra 1980-årgangen. På det tidspunkt har dette ene års selektion altså givet en permanent forbedring af ydelsesniveauet. Den totale værdi kan derfor beregnes som summen af alle disse årlige bidrag, og vil i teorien vokse i det uendelige. Men som det er tilfældet for enhver anden investering formindskes værdien af de fremtidige årlige afkast år for år, således at den selektionseffekt, som først kommer til udtryk i en fjern fremtid er uden økonomisk betydning. Som på det almindelige kapitalmarked kan der tages hensyn til denne værdiforringelse ved at diskontere de årlige bidrag tilbage til starttidspunktet. Brugen og størrelsesordenen af diskonteringsfaktorer er diskuteret af bl.a. Mclintock & Cunningham (1974), Cunningham & Mclintock (1974), Cunningham & Ryan (1975), Petersen (1975), Smith (1978) og Fewson (1983).

Når værdien af ét års avlsarbejde skal gøres op, er det derudover almindeligt kun at medregne den selektionseffekt, som viser sig indenfor en afgrænset periode (10-30 år, se bl.a. Mclintock & Cunningham (1974), Cunningham & Mclintock (1974), Cunningham & Ryan (1975), Petersen (1975), Anderson et al. (1978), Kuipers & Shook (1980)).

Både anvendelse af tilbagediskontering og fast planlægningsperiode vil begrænse betydningen af den selektionseffekt som viser sig langt ude i fremtiden, men de to metoder virker ikke ens, hvis de undersøg-

te egenskaber ikke kommer til udtryk samtidigt (f.eks. kød- og mælkeproduktionsegenskaber). I denne undersøgelse, hvor kun mælkeproduktionsegenskaber indgår, vil en forøgelse af diskonteringsfaktoren derimod have helt samme virkning som en formindskelse af planlægningsperiodens længde. Derfor er det valgt at afkorte planlægningsperioden til 20 år og udelade diskontering (diskonteringsfaktoren er 0). Det betyder, at resultaterne bliver forholdsvis let gennemskuelige, og med den valgte avlsplan vil det medføre, at værdien af 1 års avlsarbejde næsten nøjagtig kommer til at svare til værdien af 10 års genetisk fremgang. Det fremgår indirekte af figur 2.1.

2.4.2.2 Beregning af genetisk fremgang og værdi af et års avlsarbejde. Som det fremgik af det foregående afsnit, var den basale ide i geneflow-metoden at følge de udvalgte geners vej ud i hele populationen. Hill (1974) systematiserede beregningerne ved definere nogle matricer med følgende generelle opbygning:

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots\cdots & A_{1n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots\cdots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

1. Avlsdyrkategorier. Matricen er sammensat af sub-matricer. En række af sub-matricer, f.eks. (A_{11} A_{12} ..... A_{1n}) indeholder beskrivelser vedrørende generne og deres udbredelse for en bestemt avlsdyrkategori (f.eks. tyre, køer, ungtyre, tyremødre). Matricerne i diagonalen beskriver forhold vedrørende avlsdyrkategorien selv, mens de øvrige sub-matricer beskriver relationer til andre avlsdyrkategorier.
2. Aldersklasser. Inden for hver avlsdyrkategori defineres aldersklasser. For kvægavlsproblemer har aldersklasser på 1 år vist sig praktiske. For tyre anvendes der ofte 6-8 aldersklasser og for køer lidt flere. Antallet af kolonner (og rækker) i diagonalmatricerne (A_{11} A_{22} .... A_{nn}) er lig med antallet af aldersklasser for den pågældende avlsdyrkategori.
3. Reproduktionsrækker. Eftersom matricerne beskriver forhold vedrørende genernes fordeling vil aldersopdelingen bevirke, at den første række i en sub-matrice bliver speciel, fordi den

benyttes til at karakterisere avlsdyrkategorier og aldersklasser. Den første række i hver submatrice bliver derfor benævnt "reproduktionsrække".

Geneflow-metoden kan anvendes til mange forskellige formål og har stor flexibilitet. Da formålet i denne undersøgelse kun var at summere udbredelsen af de selekterede gener, blev beregningerne tilpasset dette formål, og beskrivelsen afviger lidt fra den gængse (se f.eks. Fewson (1983) eller Johansen (1983)). Ændringerne formindsker beregningsarbejdet betydeligt uden at påvirke resultaterne.

Da der var tale om en traditionel avlsplan, som beskrevet i 411. beretning (Petersen et al., 1973), anvendtes kun 2 avlsdyrkategorier. Matricen havde følgende form, idet A_{11} og A_{12} beskriver genernes udbredelse hos tyrene, og A_{21} og A_{22} deres udbredelse hos køerne:

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix}$$

Ved den let modificerede geneflow-metode blev 4 forskelige matricer med denne generelle opbygning anvendt:

R: var en matrix, som beskrev overførslen af gener fra generation til generation. Kun reproduktionsrækkerne var udfyldt, idet resten af matricen var nul. I A_{11} angav tallene i reproduktionsrækken, hvor stor procentdel af årets ungtyre den pågældende aldersklasse af tyre blev far til. A_{12} angav, hvor mange procent af årets ungtyre den pågældende aldersklasse af køer blev mor til. I A_{21} og A_{22} blev henholdsvis tyrenes (ung- og brugstyre) og brugskøernes aldersmæssige fordeling beskrevet. (Da summen af hver reproduktionsrække skal være 1.00, blev samtlige procenttal divideret med 2 og med 100).

Q: var en matrix, der beskrev overførslen af gener fra aldersklasse til aldersklasse. Alle sub-matricer uden for diagonalen var nul-matricer (dvs. $A_{12} = 0$ og $A_{21} = 0$), mens A_{11} og A_{22} var:

$$A_{11} = \begin{pmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ 1 & & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1\ 0 \end{pmatrix} \qquad A_{22} = \begin{pmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ 1 & & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1\ 0 \end{pmatrix}$$

D: var en matrice med samme struktur som R. Blot var tallene i reproduktionsrækkerne erstattet med den genetiske overlegenhed for den pågældende avlsdyrkategori og årgang (d.v.s. overlegenhed i forhold til dyr af samme køn og alder).Den genetiske overlegenhed fandtes ved hjælp af den tidligere beskrevne selektionsindeksmetode (afsnit 2.4.1, side 25). Der kan her være tale om den totale genetiske overlegenhed ($DG = i\, r_{AI}\, \sigma_A$) eller den genetiske overlegenhed for enkelte egenskaber ($DG_x = G\hat{}\underline{b}(i/\sigma_I)$).

S= R ⊗ D, idet tegnet ⊗ betegner det elementvise produkt. Da kun reproduktionsrækkerne i R og D kan være forskellig fra 0, er det egentlig kun reproduktionsrækkerne, som skal multipliceres elementvist.

Matricerne R, Q og D beskriver en avlsplan med tilhørende genetiske parametre og avlsmål. Størrelsesordenen af den genetiske overlegenhed ved selektion i en årgang af avlsdyr, beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$\underline{m}t = S\, \underline{a}_{t-1} + (R + Q)\, \underline{m}_{t-1}$$

hvor

$\underline{m}_t$ er en vektor med genetisk overlegenhed for hver avlsdyrkategori og aldersklasse ved tiden t.

$\underline{m}_{t-1}$ er en vektor med genetisk overlegenhed for hver avlsdyrkategori og aldersklasse ved tiden t-1 ($\underline{m}_0 = 0$).

$\underline{a}_t$ er en vektor, som beskriver aldersfordelingen af de oprindelige avlsdyr ved tiden t; a_0 er en vektor, hvor elementer svarende til reproduktionsrækker er 1 og ellers 0.

Eftersom den beskrevne avlsplan udgør en enhed, vil den genetiske fremgang være ens for alle avlsdyrkategorier og aldersklasser. Helt konkret blev den årlige genetiske fremgang (GF/år) beregnet på følgende måde:

$$GF/år = \sum_{i=30}^{39} \underline{1}\, \underline{m}_i/(10\, n)$$

hvor

n er det totale antal aldersklasser.

$\underline{1}$ betegner en n x 1 vektor med kun 1-taller (fungere som sumoperator).

Afhængig af hvilken type genetisk overlegenhed (DG eller DG_x), som blev anvendt i D-matricen, vil GF/år udtrykke den totale genetiske fremgang pr. år eller den årlige fremgang i en af indeksets egenskaber. I de første mange år (t målt i år) vil tallene i $\underline{m}_t$ fluktuere noget, men efterhånden vil de stabilisere sig, og er da udtryk for den årlige gentiske fremgang. Ved beregningen blev den genetiske fremgang beregnet på grundlag af de resultater, som fremkom 30-39 år efter selektionen blev foretaget. Resultaterne skulle da være helt de samme som dem, der opnås ved hjælp af Rendel & Robertsons (1950) klassiske beregningsformel (se f.eks. Fewson (1983)).

For at få et overblik over den økonomiske værdi af selektionen i en årgang af avlsdyr anvendtes en planlægningsperiode på 20 år og en diskonteringsfaktor på 0. Den økonomiske værdi af selektionen kan da beskrives ved følgende formel:

$$V = \underline{h}' \sum_{i=1}^{20} \underline{m}_i/(1+d)^i$$

hvor

V var den økonomiske værdi udtrykt i samme enheder som ved definitionen af den sammensatte økonomiske værdi.

$\underline{h}$ var en n x 1 vektor, der beskriver (på en skala fra 0 til 1) i hvilken grad de enkelte avlsdyrkategorier og aldersklasser udtrykker den genetiske overlegenhed.

p var planlægningsperiodens længde (20 år).

d var diskonteringsfaktoren (0).

Beregningerne af GF/år og V blev gennemført ved hjælp af PROC MATRIX i SAS (SAS user's Guide, 1979).

2.4.3 Forudsætninger.

2.4.3.1 Den sammensatte genotype.

Siden 1983 er tyrene fra de 3 store danske malkeracer (RDM, SDM og Jersey) blevet udvalgt på grundlag af S-indekset, som er en sammenvejning af ydelses-, kødproduktions-, reproduktions- og eksteriøregenskaberne (beskrevet af Andersen et al. (1981) og i S-indeksrapporten (1983)). Af ydelsesegenskaberne indgår kun smørfedtydelsen.

Formålet med denne undersøgelse var, at vurdere om der også burde tages hensyn til proteinydelsen og eventuelt andre ydelsesegenskaber.

Denne analyse omfatter kun ydelsesegenskaberne. Resultaterne vil dog uden videre kunne overføres til S-indekset, eftersom de genetiske relationer til de øvrige egenskaber kan forventes at være den samme uanset hvilket ydelsesmål, der anvendes. Vægtfaktorerne (v) i den sammensatte genotype (A) var den betydning, som forbedring af de forskellige egenskaber tilægges. Økonomisk bliver de ofte defineret som fortjeneste ved at producere yderligere en enhed af det pågældende produkt, når de øvrige holdes konstante. Beregningen af fortjenesten er vanskelig, fordi foderudgiften ligesom indtægten skal tilknyttes produktionen af hver enkelt af mælkens komponenter, og fordi foderforbruget ved protein- og laktoseproduktion er usikkert bestemt. Hillers et al. (1979) har gennemført nogle beregninger over omkostningerne ved at producere mælk af forskellig sammensætning og konkluderede, at omkostningerne ved proteinproduktion var væsentligt lavere end ved fedtproduktion.

Som i de fleste andre undersøgelser (f.eks. Jensen, 1971, Petersen, 1975) af alternative selektionsindekser blev problemerne omkring beregningen af marginalfortjenesten for de enkelte produkter undgået ved at definere v-vektoren i den sammensatte genotype (A), som relative vægte. Fra en økonomisk synsvinkel er de fortjenesten ved at producere yderligere én enhed af det pågældende produkt, når den øvrige produktion forbliver konstant. Det må påpeges, at der her var tale om vægtfaktorerne i den sammensatte genotype og ikke om sammensætningen af den genetiske fremgang.

Der blev undersøgt 5 alternativer vedrørende protein- og smørfedtydelsens vægt i avlsmålet (v_p:v_s):

1. v_p:v_s=0:1. Det første alternativ svarede til den hidtil kendte situation (S-indeksrapport, 1983), hvor smørfedtydelsen er den eneste ydelsesegenskab. Ønsket om højere proteinydelse har endnu ikke medført en ændring af metoden til beregning af R-tal og Y-tal. Hvis proteinet indgik i avlsmålet, mens vurderingsgrundlaget fortsat var smørfedtydelse alene, ville det give sig udslag i lavere sikkerheder på de beregnede avlsværdital.

2. $v_p:v_s=1:2$. I alternativ 2 havde forbedring af smørfedtydelsen dobbelt så stor vægt som forbedring af proteinydelsen. Økonomisk set svarer dette nogenlunde til de prisforhold, som var gældende indtil april 1984. (Prisforholdet (kr. pr. kg protein/kr. pr. kg smørfedt) var ca. 0.60).
3. $v_p:v_s=1:1$. I det tredie alternativ blev der lagt lige stor vægt på forbedring af protein- og smørfedtydelse. Siden april 1984 har forholdet mellem afregningspriserne (kg til kg) været ca. 0.75 (Mælk og Kød, 1984). Da det må antages, at foderomkostningene ved proteinproduktion er lavere end ved fedtproduktion (Hillers et al., 1979), ligger det økonomiske vægtforhold nærmere 1.0.
   Anvendes dette alternativ bliver der reelt tale om forbedring af den direkte sum af protein- og smørfedtydelse (betegnes undertiden "værdistof").
4. $v_p:v_s=2:1$. I det fjerde alternativ har forbedring af proteinydelsen dobbelt så stor vægt som forbedring af smørfedtydelsen.
5. $v_p:v_s=1:0$. I det femte alternativ er det forudsat, at kun proteinydelsen skal forbedres avlsmæssigt. Ved fastsættelsen af vægtforholdene i den sammensatte genotype (A) kan andre faktorer end de økonomisk betingede spille en rolle. Der kan være mange årsager til at ønske en meget hurtig forbedring af proteinydelsen.

Forskellige forfattere (Hillers et al., 1980; Hillers, 1984) har påpeget, at mælkens protein- og fedtindhold har større betydning for mejeriindustrien, end det rent faktisk kommer til udtryk i mælkepriserne. Det gælder specielt under amerikanske forhold, men i nogen grad også i Europa. I Danmark udgør betalingen for mælkemængde ca. 3% af betalingen for protein og fedt ialt. Når transport og foderudgifterne er betalt, er mælkens værdi (fedt- og proteinfri mælk) allerede på nuværende tidspunkt negativ. Disse rapporter antyder imidlertid, at der burde lægges endnu større vægt på at begrænse mælkemængden (eller hæve protein- og fedtprocenten).

For hver af de 5 alternativer vedrørende protein-smørfedt vægtforhold er undersøgt 3 alternativer vedrørende mælkens betydning (v_m):

1. $(v_p+v_s):v_m=1:+0.005$. Mælkens værdi er positiv. I praksis ville en sådan situation næppe blive aktuel. Dette alternativ er medtaget for at give et mere fuldstændigt billede.
2. $(v_p+v_s):v_m=1:\ 0.000$. Heri ligger der en forudsætning om, at den pris, der opnås for mælkemængde, lige netop dækker produktionsomkostningerne.
3. $(v_p+v_s):v_m=1:-0.005$. Ved beregninger af den marginale fortjeneste ved mælkeproduktion viser det sig oftest at værdien af at forøge mælkemængde, mens mængden af smørfedt og protein holdes konstant, er negativ.

2.4.3.2 Genetiske parametre.
De fundne estimater for varianser og kovarianser i 1. laktation blev anvendt som genetiske parametre, og analyserne blev gennemført separat for hver race. Det blev antaget, at tyrenes avlsværdital var baseret på ydelsen hos 100 døtre, mens køernes avlsværdital blev baseret på deres egne præstationer i 1, 2 eller 3 laktationer. Afstamningsinformationer blev ikke medtaget, hverken hos tyre eller køer.

Selektionsindekset giver optimale resultater under forudsætning af, at de genetiske parametre er sande. Dette er aldrig helt tilfældet, dels fordi den additive variation altid fluktuerer, og dels fordi estimaterne af de genetiske parametre altid er behæftet med en vis usikkerhed. Disse forhold er undersøgt af bl.a. Harris (1964), & Hill (1976a, 1976b), Meyer & Hill (1983). Den generelle konklusion fra de forskellige undersøgelser var, at værdien af at anvende korrelerede egenskaber, som ikke indgår i avlsmålet sjældent er så stor, som beregningerne forudsiger. Eksempelvis vil mælkeydelsens betydning blive overvurderet, hvis avlsmålet er forbedring af smørfedt- og proteinydelse. I betragtning af at ydelsesegenskaberne er velundersøgte, og at fejlene på de genetiske parametre er små, vil dette næppe skabe problemer i denne undersøgelse.

2.4.3.3 Egenskaber i selektionsindekset.
I selektionsindeksberegningerne må der skelnes mellem de egenskaber, som indgår i den sammensatte genotype (A) og de egenskaber, som registreres og rent faktisk indgår i selektionsindekset (I). Ved ydelseskontrollen måles altid fedtprocent og mælkemængde og dermed også

smørfedtydelsen. I stigende omfang foreligger også proteinprocent og proteinydelse. Undersøgelserne er koncentreret omkring selektionsindekser, hvor følgende egenskaber indgår:

1. Smørfedtydelsen alene (R-indeks).
2. Proteinydelsen alene (P-indeks).
3. Protein- og smørfedtydelsen (PS-indeks).
4. Protein-, smørfedt- og mælkeydelsen (PSM-indeks)
5. Værdistof, som er summen af protein- og smørfedtydelse. Dette fænotypiske indeks anvendes i Sverige (VDS-indeks).
6. Norsk indeks (Syrstad, 1976; Skjervold, 1982). I Norge anvendes et fænotypisk indeks beregnet efter følgende formel (FPCM-indeks): FPCM=0.22 MLK + 7.5 SMF + 15.0 PRT

I Holland anvendes et selektionsindeks med egenskaberne mælk samt fedt- og protinprocent (Jansen et al., 1983). Det skulle i teorien give fuldstændigt samme resultater som PSM-indekset, fordi begge indekser indeholder samme mængde information, blot udtrykt på forskellig måde. Eftersom værdien af en procentenheds forbedring af fedt- eller proteinprocent under det danske prissystem er afhængig af mælkemængden, forekommer det imidlertid mest logisk at anvende PSM-indekset. Hvis PSM-indekset anvendes har bl.a. Mbah & Hargrove (1982) og Jansen et al. (1983) foreslået at benytte bærestof i stedet for mælk (bærestof = mælkemængde minus fedt- og proteinmængde).

2.4.3.4 Avlsplan

Til undersøgelse af de avlsmæssige konsekvenser af at anvende de forskellige avlsmål og selektionsindekser blev opstillet en avlsplan, som i hovedtrækkene var baseret på resultaterne i 411. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Petersen et al., 1973). Det må bemærkes, at selektionen i den anvendte avlsplan kun tager sigte på at forbedre avlsværdien for mælkeproduktion. Til gengæld blev selektionsintensiteterne reduceret lidt. Hovedpunkterne i avlsplanen var følgende:

1. 40% af køerne insemineres med ungtyresæd.
2. 5.2% af køerne i 2., 3. og 4. laktation udvælges som tyremødre.
3. 50% af tyrekalvene (afkom af tyremødre og tyrefædre) igangsættes som ungtyre. Selektionen var uafhængig af deres anlæg for ydelse.

4. 10.7% af ungtyrene udvælges som brugstyre og anvendes over en 2-årig periode.
5. 3.9% af ungtyrene udvælges som tyrefædre og anvendes over en 2-årig periode. Både tyrefædrenes og brugstyrenes avlsværdital er baseret på ydelsesresultater hos 100 døtre.

Reproduktionsrækkerne, de tilhørende selektionsintensiteter samt h-vektoren er vist i tabel 2.3. h-vektoren var, som beskrevet i afsnit 2.4.2.2 (side 32), en vektor, der angiver hvilke avlsdyrkategorier og aldersklasser, der udtrykker den genetiske overlegenhed af de udvalgte gener (her køerne). D-matricen blev dannet dels ud fra de viste selektionsintensiteter og dels ud fra sikkerheden ved avlsværdivurderingen af de pågældende kategorier af dyr. Denne sikkerhed afhænger af de genetiske parametre, de økonomiske vægte (avlsmålet) og selektionsindekset. Gennemføres beregningerne, som beskrevet i afsnit 2.4.2.2 fås et mål for den samlede effekt af selektionen i en årgang af avlsdyr, udtrykt pr. 1. kalvsko. Multipliceres dette tal med frekvensen af 1. kalvskøer, bliver værdien udtrykt pr. ko i populationen.

Tabel 2.3 Reproduktionsrækker i R-matricen og de tilhørende selektionsintensiteter (i).
Reproduction rows in the R-matrix and the corresponding selection intensities (i).

	Kolonne i R *Column in R*	Alders-klasse *Age group*	Reproduktion af tyre *Reproduction of sires*		Reproduktion af køer *Reproduction of cows*		vektor
			R-matrix *R-matrix*	Sel. int. *Sel. int.*	R-matrix *R-matrix*	Sel. int. *Sel. int.*	h
Tyre *Sires*	1	1	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	0.1	0	0
	3	3	0	0	0.1	0	0
	4	4	0	0	0	0	0
	5	5	0	0	0	0	0
	6	6	0.2	2.338	0.2	1.755	0
	7	7	0.3	2.381	0.1	1.755	0
Køer *Cows*	8	1	0	0	0	0	0
	9	2	0	0	0	0	0
	10	3	0	0	0.14	0.195	0.5
	11	4	0.20	2.063	0.12	0.195	1.0
	12	5	0.20	2.063	0.09	0.195	1.0
	13	6	0.10	2.063	0.07	0.195	1.0
	14	7	0	0	0.06	0.195	1.0
	15	8	0	0	0.02	0.195	1.0

3 RESULTATER

3.1 Simple gennemsnit.

I appendiks A, tabel A1-A6, er angivet de simple gennemsnitstal for de variable, som indgik i undersøgelserne. Ydelserne var generelt højere end rapporteret i 567. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Pedersen & Christensen, 1984). Det skyldes først og fremmest, at ydelsesniveauet er steget gennem de senere år, men i nogen grad også, at de besætninger, hvor der indtil nu har været foretaget proteinkontrol, har lidt højere ydelse end andre besætninger. Forholdet mellem ydelser fra de forskellige laktationer og racer samt forholdet mellem ydelsesegenskaberne indbyrdes var i god overensstemmelse med tilsvarende opgørelser fra de senere år (LK-årsberetning, 1984).

Forholdet mellem ydelsen i forskellige laktationer er vigtig, når den korrigerede 305-dages ydelse skal beregnes hos ældre køer. I tabel 3.1 er forholdet mellem laktationsydelserne i denne undersøgelse sammenholdt med resultaterne fra 2 tidligere undersøgelser. Generelt var der god overensstemmelse mellem resultaterne fra de 3 undersøgelser for alle ydelsesegenskaber.

I appendiks A, tabel A1-A3, er gennemsnittene for de enkelte kælvningsår vist, og i appendiks A, tabel A4-A6, er gennemsnittene beregnet for hver kælvningsmåned. Årstidsvariationen for de forskellige egenskaber svarede stort set til dem, som blev fundet af Pedersen og Christensen (1984). Bemærkelsesværdig var, at der igen fandtes årstidsvariation i besætningsgennemsnittet (et rullende 12-måneders gennemsnit af afsluttede 305-dages ydelser). Den er formodentligt forårsaget af, at fordelingen af kælvninger over året ikke er den samme i højtydende og lavtydende besætninger.

Tabel 3.1 Resultater vedrørende forholdet mellem laktationsydelser.
Results on the relationship between yield in different lactations.

Laktationer *Lactations*	SMF			PRT			MLK		
	1:2	1:3	1:>3	1:2	1:3	1:>3	1:2	1:3	1:>3
RDM									
Brugerhåndbog (1979)	0.93	0.86	0.85	-	-	-	-	-	-
567. beretning*	0.93	0.86	0.85	-	-	-	0.93	0.86	0.84
Denne undersøgelse**	0.93	0.87	0.86	0.91	0.87	0.86	0.93	0.87	0.86
SDM									
Brugerhåndbog (1979)	0.91	0.84	0.84	-	-	-	-	-	-
567. beretning*	0.92	0.83	0.81	-	-	-	0.92	0.83	0.81
Denne undersøgelse**	0.90	0.83	0.85	0.90	0.84	0.85	0.91	0.84	0.84
Jersey									
Brugerhåndbog (1979)	0.89	0.84	0.83	-	-	-	-	-	-
567. beretning*	0.86	0.83	0.82	-	-	-	0.90	0.83	0.82
Denne undersøgelse**	0.88	0.82	0.83	0.88	0.82	0.82	0.90	0.84	0.83

*Pedersen & Christensen (1984)
***Present data*

Længden af såvel det foregående (FKI) som det samtidige (SKI) kælvningsinterval har indflydelse på laktationsydelsen (se afsnit 3.2.4 og 3.2.5). Da kælvningsintervallerne ligesom laktationsydelserne er påvirket af kælvningsårstiden vil en korrekt bestemmelse af effekten af disse faktorer kun kunne opnås ved at inddrage alle tre faktorer i analyserne samtidigt. Årsagen til den fundne årstidsvariation i kælvningsintervallets længde må søges, dels i en egentlig årstidsvariation i frugtbarhed og i ydelse (som påvirker frugtbarheden), og dels i besætningsejernes bestræbelser på at få køerne til at kælve på bestemte årstider.

3.2 Systematiske miljøfaktorers indflydelse på afsluttede 305-dages ydelser.

3.2.1 Kælvningsårstid (KMND).

I det nye avlsværdivurderingssystem, Direkte Opdatering (Christensen, 1983) ændres metoden til årstidskorrektion, således at faste årstids-

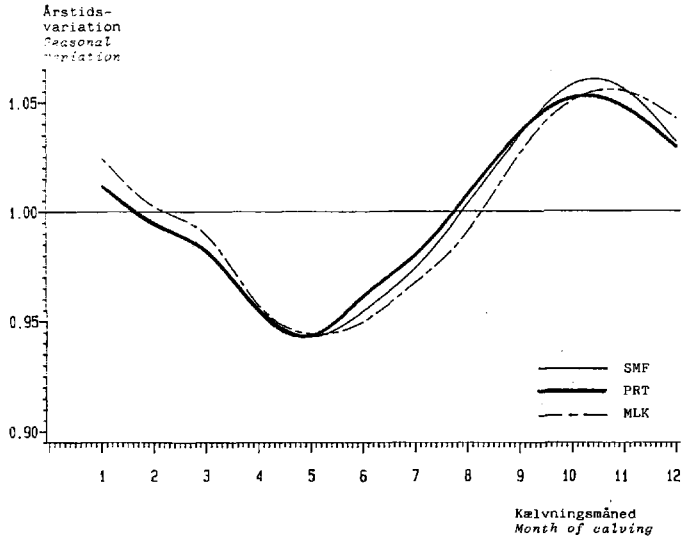
korrektioner ikke længere anvendes (Brugerhåndbog, 1979). Når korrektionsfaktorerne alligevel blev bestemt her, var det for at fastslå størrelsesordenen af årstidsvariationen i proteinydelsen, således at der kan korrigeres i specielle tilfælde.

Effekten af kælvningsårstid på de afsluttede 305-dages ydelser blev bestemt ved hjælp af en modificeret version af model (1), hvor vekselvirkningen mellem kælvningsår og kælvningsmåned var udeladt. Det må bemærkes, at denne vekselvirkning - som forventet - var statistisk signifikant (på mindst 5%-niveau), men at der ikke kunne spores en systematisk ændring gennem den pågældende periode (1978-1983).

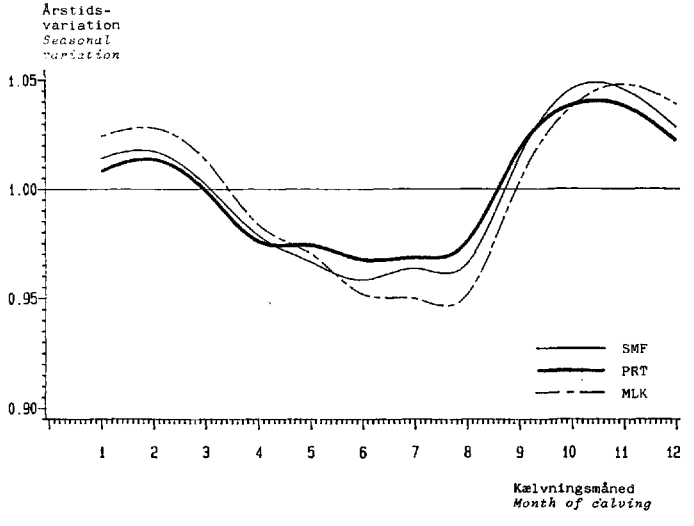
Kælvningsårstiden havde stor indflydelse på smørfedt-, protein- og mælkeydelsen, mens effekten på fedt- og proteinprocenten var mindre markant, men dog statistisk sikker på mindst 5%-niveau. De aktuelle estimater af årstidseffekterne er vist i appendiks A, tabel A7-A9. Forskellen mellem "bedste" kælvningsmåned (oktober-november) og "dårligste" kælvningsmåned (april-juni) var for alle egenskaberne 8-12% af totalydelsen.

Når sæsonafvigelserne (appendiks A, tabel A7-A9) sættes i relation til de respektive gennemsnitsydelser (appendiks A, tabel A1-A3) fandtes følgende:

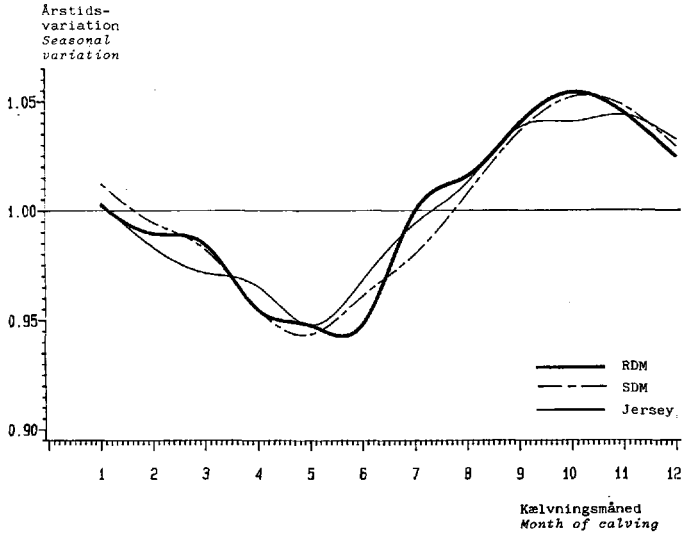
1. Årstidsvariationen i smørfedt- og proteinydelse var næsten ens, mens der viste sig en tendens til lidt større udsving i mælkeydelsen, specielt i de senere laktationer. Som eksempel er i figur 3.1 og 3.2 vist årstidsvariationen hos SDM i 1. og 2. laktation.
2. Raceforskellene var ikke særligt markante. Dog fandtes en tendens til lidt mindre årstidsvariation hos Jersey end hos RDM og SDM. Desuden faldt perioden med lave ydelser i de senere laktationer ca. en halv måned senere i RDM og SDM end i Jersey. Som eksempler er i figur 3.3 og 3.4 vist sæsonafvigelserne i proteinydelse i henholdsvis 1. og 2. laktation.
3. Årstidsvariationen var størst i 1. laktation. Endvidere var det karakteristisk, at den periode, som gav lave ydelser, strakte sig over et længere tidsrum (maj-august) i de senere laktationer end i 1. laktation (maj-juni). Dette mønster i



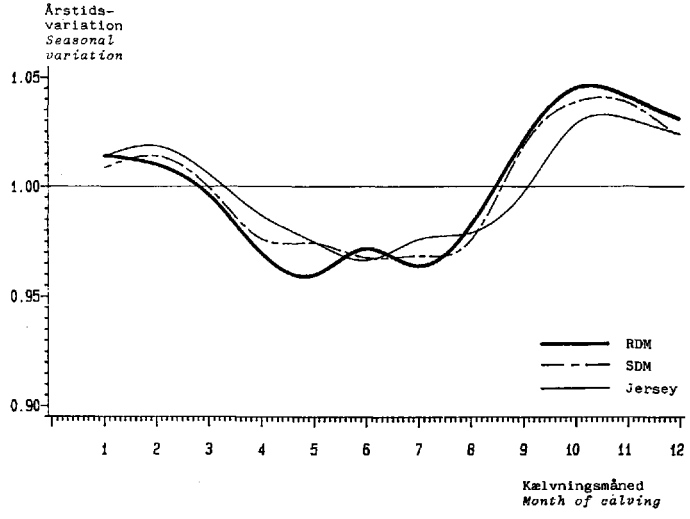
Figur 3.1 Årstidsvariation i forhold til gennemsnitsydelsen, 1. laktation, SDM.
Seasonal variation relative to average yield, first lactation, SDM.



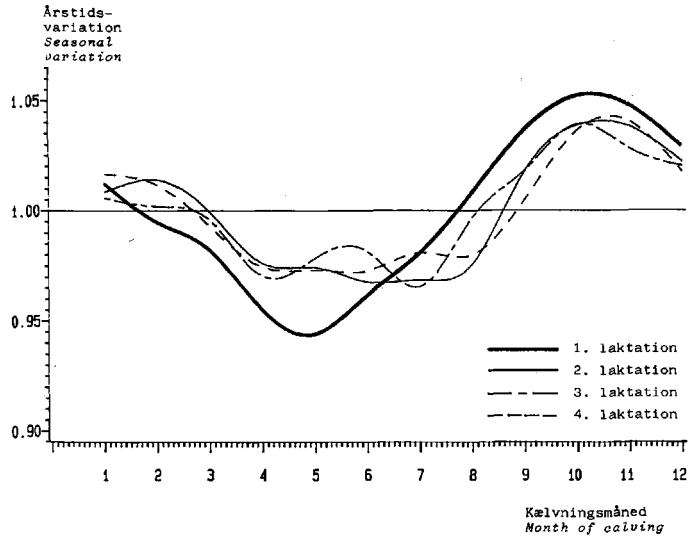
Figur 3.2 Årstidsvariation i forhold til gennemsnitsydelsen, 2. laktation, SDM.
Seasonal variation relative to average yield, second lactation, SDM.



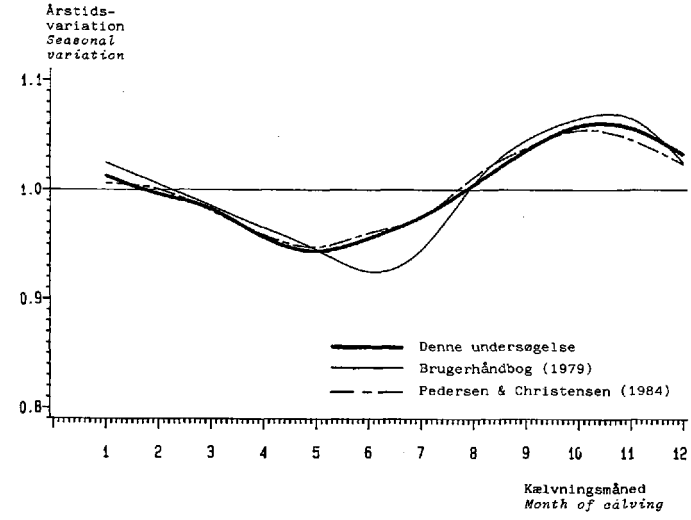
Figur 3.3 Årstidsvariation i forhold til gennemsnitsydelsen, proteinydelse, 1. laktation.
Seasonal variation relative to average yield, protein yield, first lactation.



Figur 3.4 Årstidsvariation i forhold til gennemsnitsydelsen, proteinydelse, 2. laktation.
Seasonal variation relative to average yield, protein yield, second lactation.



Figur 3.5 Årstidsvariation i forhold til gennemsnitsydelsen, proteinydelse, SDM.
Seasonal variation relative to average yield, protein yield, SDM.



Figur 3.6 Årstidsvariation i smørfedtydelse i forhold til gennemsnittet, 1. laktation, SDM.
Seasonal variation in fat yield relative to average, first lactation, SDM.

sæsonafvigelserne fandtes også af Pedersen & Christensen (1984). Som mulig årsag kan fremhæves forskelle i laktationskurvens form hos unge og ældre køer. Som et eksempel er i figur 3.5 vist sæsonafvigelserne i proteinydelsen hos SDM.

4. De hidtil anvendte årstidskorrektioner (Brugerhåndbog, 1979) forudsætter, at kælvning i juni måned giver de laveste ydelser, mens det både her og af Pedersen & Christensen (1984) blev fundet, at kælvning i maj gav de dårligste resultater. Endvidere syntes årstidsvariationen knapt at være så stor hos SDM og Jersey, som det hidtil har været antaget (Brugerhåndbog, 1979). Disse forskelle er illustreret i figur 3.6, som viser resultater vedrørende smørfedtydelsen hos SDM.

3.2.2 Besætningsgennemsnit (BGNS).

I tabel 3.2 er anført regressionen af individuelle ydelser på det rullende 12-måneders gennemsnit af afsluttede 305-dages ydelser, korrigeret til 1. laktationsniveau. For 1. laktations smørfedtydelse var regressionskoefficienten 0.85-0.87. Proteinydelsen (og mælkeydelsen) var ikke i helt samme grad påvirket af BGNS som smørfedtydelsen. Forklaringen er, at BGNS beregnes ud fra smørfedtydelserne, og at protein-smørfedtforholdet langtfra er konstant fra ko til ko. Derved vil BGNS give en mere usikker beskrivelse af en besætnings gennemsnitlige proteinydelse end af den gennemsnitlige smørfedtydelse. En mulig forbedring kunne være at beregne rullende besætningsgennemsnit også for protein- og mælkeydelse.

BGNS er den faktor, som har størst indflydelse på ydelsen hos den enkelte ko, fordi det er et mål for besætningens genetiske og miljømæssige standard. Tyreanvendelsen styres i princippet af besætningsejerne selv. Det medfører, at tyrenes døtre kan blive fordelt meget skævt over besætningerne. Korrektion for effekt af BGNS er derfor et kritisk punkt i avlsværdivurderingen. Vanskelighederne ved at få fastlagt besætningseffekterne med tilstrækkelig sikkerhed og med at få taget hensyn til en eventuel skæv fordeling af tyrenes døtre er nok hovedårsagen til at man i mange lande har foretrukket "samtidig sammenlignings"-metoder (f.eks. BLUP) ved avlsværdivurdering.

Tabel 3.2 Regressionskoefficienter for effekt af besætningsgennemsnit (BGNS) på ydelsesresultaterne.
Coefficients of regression for effect of herd average (BGNS) on yield records.

				SMF		
	SMF	PRT	MLK	P&C84*	P&C84**	BH79***
1. laktation *(lactation)*						
RDM	0.85	0.68	18.2	0.96	0.80	0.97
SDM	0.87	0.68	19.8	0.95	0.80	0.95
Jersey	0.85	0.52	12.5	0.94	0.86	0.94
2. laktation *(lactation)*						
RDM	0.93	0.71	19.2	1.02	0.87	1.00
SDM	1.01	0.76	22.1	1.08	0.95	1.00
Jersey	1.02	0.61	14.6	1.13	1.03	1.00
3. laktation *(lactation)*						
RDM	1.02	0.77	21.3	1.03	0.95	1.10
SDM	1.02	0.76	22.3	1.04	0.96	1.10
Jersey	1.05	0.63	14.9	1.08	1.03	1.10
>3. laktation						
RDM	1.02	0.75	21.1	-	0.99	1.15
SDM	1.04	0.77	22.9	-	0.98	1.15
Jersey	1.05	0.63	15.0	-	1.00	1.15

* Pedersen & Christensen (1984) resultater fra årene 1971-1974. *(Results from 1971-1974).*
** Pedersen & Christensen (1984) resultater fra årene 1975-1980. *(Results from 1975-1980).*
*** Brugerhåndbog (1979).

I 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) fandtes en overraskende lille effekt af BGNS på smørfedtydelsen. De mulige årsager, som blev diskuteret var følgende:

1. Tilfældigheder som følge af at BGNS er et rullende gennemsnit.
2. Tilfældigheder som følge af at effekten af BGNS beregnes laktationsvis, mens det selv er beregnet på grundlag af samtlige ydelser i en besætning.
3. Indtil ca. 1980 blev der ikke beregnet særskilte BGNS for hver enkelt race i blandede besætninger.

Da hovedparten af datamaterialet til denne undersøgelse var indsamlet efter 1980, og BGNS derfor var beregnet racevis, måtte det forventes at regressionen af smørfedtydelse på BGNS ville være større end den, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984) for perioden 1975-80. Som det fremgår af tabel 3.2, var regressionskoefficienten hævet med ca. 5-7 procentenheder, men stadig betydeligt under den koefficient, som fandtes for perioden 1971-74 (Pedersen & Christensen, 1984). På grundlag af disse resultater synes det bedste skøn for effekten af BGNS på ydelsesresultaterne at være de koefficienter, som er anført i tabel 3.2. Det må kraftigt understreges, at enhver ændring i beregningsmodellen for BGNS vil påvirke disse effekter.

3.2.3 Alder ved 1. kælvning (ALDER).

I tabel 3.3 er anført regressionskoefficienterne for lineær og kvadratisk effekt af alder ved 1. kælvning (ALDER, dage) på ydelserne i 1. laktation. I tabellen er også vist de tilsvarende resultater fra 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). Størrelsen af aldersefferkterne var lidt mindre end rapporteret i 567. beretning, men dog større end dem, som hidtil har været anvendt (Brugerhåndbog, 1979). Alderen ved 1. kælvning havde større betydning i Jerseyracen end i RDM og SDM. Det kan i nogen grad hænge sammen med, at den nedre aldersgrænse var 20 måneder i RDM og SDM, mens den blev sat til 18 måneder i Jersey.

Effekten af ALDER var nummerisk mindre for proteinydelse end for smørfedtydelse, men hvis effekterne blev sat i relation til de respektive gennemsnit, var de, som det fremgår af figur 3.7, af nogenlunde samme størrelsesorden.

I 2. og senere laktationer var den kvadratiske effekt mindre betydningsfuld, mens den lineære effekt var signifikant på mindst 5%-niveau i 2. laktation, men ikke statistisk sikker i 3. laktation. Ud fra resultaterne i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) må man dog antage, at større datamateriale ville have bevist ALDER'ens virkning også i 3. laktation. De lineære effekter af ALDER er vist i tabel 3.4.

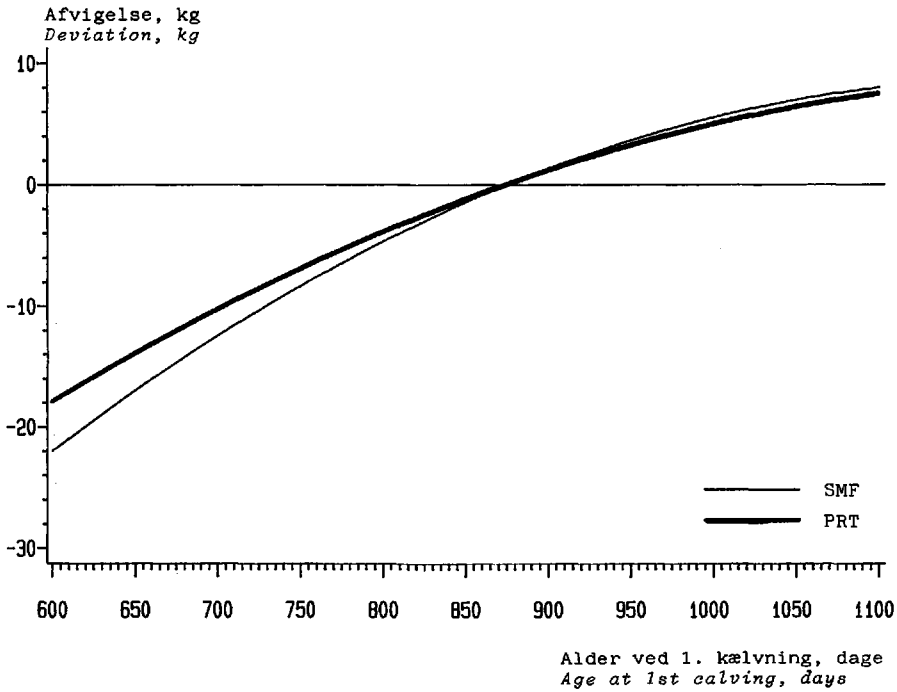
Tabel 3.3 Regressionskoefficienter for lineær og kvadratisk effekt af alder ved 1. kælvning (dage) på ydelsen i 1. laktation.
Coefficients of regression for linear and quadratic effect of age at first calving on first lactation yield records.

	Lineære koeff. *Linear coef.*			Kvadratiske koeff.*10^4 *Quadratic coef. *10^4*		
	SMF	PRT	MLK	SMF	PRT	MLK
RDM	0.1985	0.1579	4.7545	-0.8248	-0.6316	-19.75
SDM	0.2119	0.1611	5.0138	-0.8939	-0.6490	-20.95
Jersey	0.3002	0.2157	5.9132	-1.3460	-0.9997	-28.86
Pedersen & Christensen (1984)						
RDM	0.2447	-	6.2003	-1.0324	-	-26.44
SDM	0.1821	-	5.1942	-1.0324	-	-21.94
Jersey	0.3704	-	5.8941	-1.7408	-	-27.92

Tabel 3.4 Regressionskoefficienter for lineær effekt af alder ved 1. kælvning (dage) på ydelsen i 1., 2. og 3. laktation.
Coefficients of regression for linear effect of age at first calving (days) on yield records in first, second and third lactation.

				SMF	
	SMF	PRT	MLK	P&C84*	BH79**
1. laktation *(lactation)*					
RDM	0.0523	0.0459	1.2540	0.0619	0.0427
SDM	0.0537	0.0462	1.3043	0.0556	0.0430
Jersey	0.0793	0.0514	1.1694	0.0830	0.0611
2. laktation *(lactation)*					
RDM	0.0206	0.0207	0.6585	0.0340	-
SDM	0.0159	0.0150	0.3972	0.0300	-
Jersey	0.0430	0.0308	0.5687	0.0391	-
3. laktation *(lactation)*					
RDM	0.0190^{ns}	0.0206^{ns}	0.5619^{ns}	0.0153	-
SDM	0.0143^{ns}	0.0142^{ns}	0.5095	0.0157	-
Jersey	0.0261^{ns}	0.0135^{ns}	0.1828^{ns}	0.0178	-

* Pedersen & Christensen (1984)
** Brugerhåndbog (1979)



Figur 3.7 Effekt af alder ved 1. kælvning (dage) på ydelsen i 1. laktation hos SDM.
Effect of age at first calving (days) on yield in first lactation of SDM.

3.2.4 Foregående kælvningsinterval (FKI).

Når længden af det foregående kælvningsinterval blev inddraget i modellen, viste det sig at have statistisk sikker (mindst 5% niveau) indflydelse på de afsluttede 305-dages ydelser. Effekten af FKI blev undersøgt ved 2 forskellige modifikationer af model (1), idet følgende effekter blev tilføjet:

1. Lineær effekt af det foregående kælvningsinterval (FKI).
2. Lineær effekt af det reciprokke kælvningsinterval (RKFI = 100/FKI), som er foreslået af bl.a. Christensen (1983).

Den rent lineære effekt i punkt 1 svarer til den, som hidtil er anvendt til korrektion af smørfedtydelsen ved beregning af periode- og

laktationsindeks (Brugerhåndbog, 1979). Pedersen & Christensen (1984) fandt, at en lineær model med RFKI som uafhængig variabel var næsten lige så effektiv som en kvadratisk model.

Regressionskoefficienterne er anført i tabel 3.5 og 3.6. Den lineære regression af smørfedt-, protein- og mælkeydelse i 1. laktation på FKI var henholdsvis 0.17-0.18, 0.10-0.13 og 2.8-4.7. Størrelsesordenen var noget nær den samme, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984). Dog var de gennemgående lidt lavere i SDM, således at koefficienterne for RDM og SDM blev næsten ens i nærværende undersøgelse.

Også nærværende undersøgelse viste, at RFKI gav en betydeligt bedre beskrivelse af sammenhængen mellem ydelse og FKI, end FKI alene. Variablen RFKI kunne tage højde for, at ydelsen kun i ringe grad var påvirket af FKI, hvis denne oversteg 550-600 dage. Det fremgår af figur 3.8. Figuren viser også, at proteinydelsen ikke i samme grad var påvirket af FKI som smørfedt- og mælkeydelsen. Forskellen i ydelse mellem køer med kort (320 dage) og med langt (550 dage) FKI var ca. 40 kg smørfedt, 30 kg protein og 1000 kg mælk.

Forskelle i køernes arvelige anlæg for frugtbarhed vil afspejles i ydelsesresultaterne, således at individer med dårlig frugtbarhed (langt FKI) må formodes at opnå relativt gode ydelsesresultater. Ud fra denne betragtning vil korrektion for effekt af foregående kælvningsinterval være ønskværdig ved beregning af avlsværdital for ydelse. Flere har dog advaret mod denne korrektion, fordi den genetiske korrelation mellem FKI (eller tomperiode) og ydelse er betragtelig (Schaeffer & Henderson, 1972; Kragelund et al., 1979). Hvis den genetiske korrelation er stor, vil korrektion bevirke, at noget af den genetiske variation i ydelsen samtidigt fjernes.

Årsagen til den stærke sammenhæng mellem FKI og ydelsen må formodentligt søges i følgende:

1. Kort FKI følges almindeligvis af en kort goldperiode, og kort goldperiode har en negativ indflydelse på ydelsen i den efterfølgende laktation (Schaeffer & Henderson, 1972; Bar-Anan & Soller, 1979).

Tabel 3.5 Regressionskoefficienter for lineær effekt af det foregående kælvningsinterval (FKI).
Coefficients for effect of preceeding calving interval (FKI).

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	P&C84* SMF	BH79** SMF
2. laktation *(lactation)*					
RDM	0.1728	0.1123	4.0762	0.18	0.20
SDM	0.1831	0.1256	4.7102	0.22	0.20
Jersey	0.1737	0.0973	2.8129	0.18	0.20
3. laktation *(lactation)*					
RDM	0.1894	0.1192	4.3314	0.18	0.10
SDM	0.1988	0.1284	4.8159	0.21	0.10
Jersey	0.1648	0.0911	2.8027	0.16	0.10
>3. laktation *(lactation)*					
RDM	0.1621	0.0954	3.5063	0.18	0.10
SDM	0.1870	0.1117	4.1812	0.21	0.10
Jersey	0.1367	0.0688	2.3194	0.18	0.10

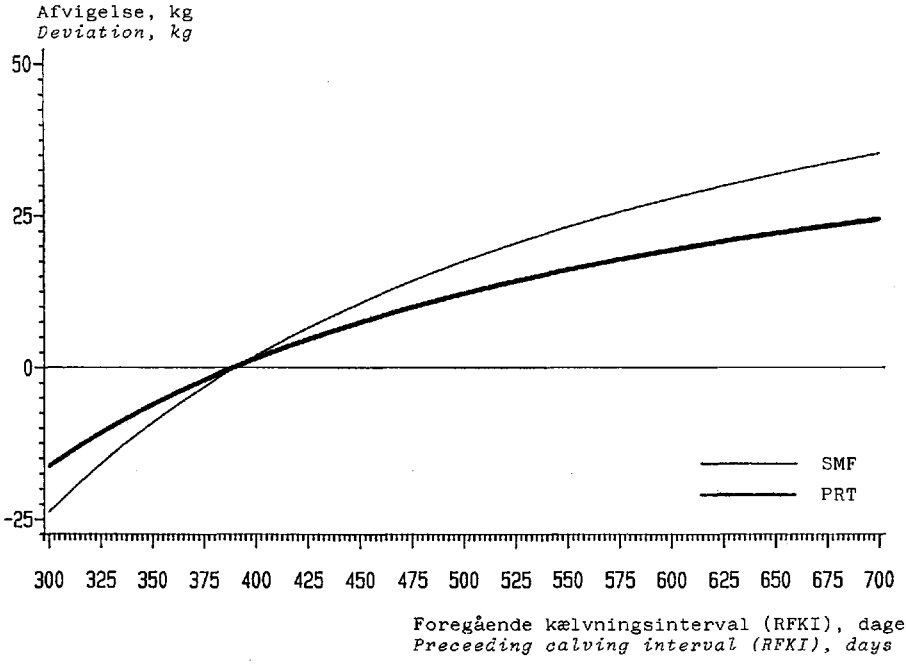
* Pedersen & Christensen (1984)
** Brugerhåndbog (1979)

Tabel 3.6 Regressionskoefficienter for effekt af den reciprokke værdi af foregående kælvningsinterval (RFKI).
Coefficients of regression for effect of the reciprosal value of preceeding calving interval (RFKI).

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	P&C84* SMF
2. laktation *(lactation)*				
RDM	-315.8	-206.6	-7566	-311
SDM	-309.8	-213.4	-8069	-338
Jersey	-311.6	-175.4	-5068	-281
3. laktation *(lactation)*				
RDM	-317.6	-200.8	-7318	-296
SDM	-315.4	-204.1	-7734	-324
Jersey	-285.1	-157.7	-4860	-233
>3. laktation *(lactation)*				
RDM	-279.2	-165.5	-6122	-304
SDM	-301.2	-180.2	-6845	-327
Jersey	-235.0	-118.2	-3983	-267

* Pedersen & Christensen (1984)

2. Længere FKI følges også af en højere ydelse i den samtidige laktation (se næste afsnit), og højere ydelse er positivt korreleret (både genetisk og miljømæssigt) med ydelsen i den efterfølgende laktation (Maijala & Hanna, 1974; Pedersen & Christensen, 1984; se også resultaterne i tabel 3.18, side 64).



Figur 3.8 Effekt af foregående kælvningsinterval (RFKI) på ydelsen i 2. laktation hos SDM.
Effect of preceeding calving interval (RFKI) on yield in second lactation of SDM.

3.2.5 Samtidigt kælvningsinterval (SKI).

Mens det foregående kælvningsinterval (FKI) var kendt for samtlige ældre køer, manglede ofte det samtidige kælvningsinterval (SKI). Det var selvfølgelig ikke kendt hos afgåede køer, og heller ikke hos køer, hvor informationer om den efterfølgende laktation ikke indgik i datamaterialet. Denne del af analysen blev derfor gennemført på et stærkt reduceret datasæt, og resultaterne må vurderes i lyset af disse begrænsninger.

Som for det foregående kælvningsinterval (FKI) blev SKI analyseret med to forskellige versioner af model (1). I den første indgik den lineære effekt af SKI, mens variablen RSKI (= 100/SKI) blev anvendt i den anden.

I tabel 3.7 og 3.8 er de fundne regressionskoefficienter anført. Det fremgår, at smørfedtydelsen i 1. laktation steg 0.11-0.15 kg for hver dag SKI blev forøget. Effekten af SKI var op imod dobbelt så stor i 2. laktation som i 1. laktation. Proteinydelsen blev påvirket mindst lige så stærkt som smørfedtydelsen, vurderet i forhold til de respektive gennemsnitsydelser. Resultaterne svarer nøje til dem, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984), og de er også i god overensstemmelse med de meget omfattende undersøgelser af sammenhængen mellem ydelse og frugtbarhed i samme laktation (f.eks. Schaeffer & Henderson (1972), Olds et al. (1979), Hansen et al.(1981), Thompson et al. (1982)).

I "Direkte Opdatering" tænkes ydelsestallene korrigeret - ikke for effekt af SKI - men for effekt af tomperiodens længde (Christensen, 1983). Tomperiodens længde var ikke kendt i dette datasæt, men blev beregnet approximativt ved at antage, at drægtighedsperioden var 281 dage hos RDM, 279 dage hos SDM og 280 dage hos Jersey. På dette grundlag blev effekten af tomperiodens længde på ydelsesresultaterne beregnet, og resultaterne er anført i appendix A, tabel A10.

Ved beregningen af avlsværdital har der længe eksisteret et ønske om at få ydelserne korrigeret for effekt af det samtidige kælvningsinterval (egentlig tomperiode). Den miljøbetingede variation i frugtbarheden vil øve indflydelse på ydelsen i den samtidige laktation. På

Tabel 3.7 Regressionskoefficienter for lineær effekt af det samtidige kælvningsinterval (SKI).
Coefficients of regression for linear effect of contemporary calving interval (SKI).

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	P&C84* SMF	P&C84* MLK
1. laktation *(lactation)*					
RDM	0.1134	0.0956	3.1888	0.1064	3.1437
SDM	0.1389	0.1236	4.1128	0.1282	3.7666
Jersey	0.1513	0.1018	2.6402	0.1645	2.7660
2. laktation *(lactation)*					
RDM	0.2119	0.1972	5.8836	0.2189	5.5680
SDM	0.2162	0.1611	5.0061	0.2217	5.8861
Jersey	0.3166	0.1994	4.5627	0.2511	3.9150

* Pedersen & Christensen (1984)

Tabel 3.8 Regressionskoefficienter for effekt af det reciprokke samtidige kælvningsinterval (RSKI).
Coefficients of regression for effect of reciprocal contemporary calving interval (RSKI).

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	P&C84* SMF	P&C84* MLK
1. laktation *(lactation)*					
RDM	-212.6	-181.9	-6032	-188.7	-5612
SDM	-241.1	-217.1	-7154	-215.0	-6632
Jersey	-259.4	-174.0	-4445	-269.4	-4512
2. laktation *(lactation)*					
RDM	-359.3	-325.9	-9766	-363.3	-9278
SDM	-343.3	-261.9	-8150	-348.1	-9291
Jersey	-463.2	-289.4	-6561	-391.4	-6127

* Pedersen & Christensen (1984)

Tabel 3.9 Regressionskoefficienter ved samtidig analyse af effekten af FKI og SKI (2. laktation).
Coefficients of regression from the joint analysis of the effects of FKI and SKI (second lactation).

	Samlet analyse *(Joint analysis)*		Samlet analyse *(Joint analysis)*	
	FKI	SKI	RFKI	RSKI
Smørfedt *(SMF)*				
RDM	0.1743	0.1793	-273.4	-309.1
SDM	0.2308	0.1949	-363.5	-308.3
Jersey	0.1941	0.3025	-286.9	-444.6
Protein *(PRT)*				
RDM	0.1433	0.1704	-224.9	-284.6
SDM	0.1450	0.1478	-231.1	-239.6
Jersey	0.1088	0.1916	-158.2	-279.2
Mælk *(MLK)*				
RDM	5.0948	4.9304	-8177	-8263
SDM	5.2748	4.5199	-8573	-7324
Jersey	2.9308	4.3499	-4294	-6284

grund af den depressive indflydelse, drægtighed udøver på ydelsen, vil køer, som bliver ikælvet tidligt i laktationen opnå lavere 305-dages ydelse. Omvendt kan årsagen til at koen ikælves tidligt netop være lav ydelse i den første del af laktationen. For avlsværdivurderingen er problemstillingen identisk med den, som findes for det foregående kælvningsinterval, nemlig at individer med dårlig frugtbarhed (langt kælvningsinterval) gennemgående må formodes at opnå de bedste ydelsesresultater.

I tabel 3.9 er anført resultaterne fra en analyse, hvor både SKI og FKI indgik samtidigt i modellen. Det viste sig, at denne model gav tilnærmelsesvis samme estimater for FKI og SKI, som når de de to uafhængige variable blev analyseret hver for sig. Det er et udtryk for, at den effekt, som FKI udøver på ydelsen, i realiteten er uafhængig af den effekt, som SKI udøver. Dette var delvist i modstrid med resultaterne fra den tidligere undersøgelse (Pedersen og Christensen, 1984), hvor man fandt, at effekten af SKI blev reduceret lidt, når effekten af FKI samtidigt indgik i modellen.

3.2.6 Opsummering af resultaterne vedrørende de systematiske miljøfaktorers indflydelse på proteinydelsen.

Proteinydelsen påvirkes på samme måde som smørfedt- og mælkeydelsen af de systematiske miljøfaktorer. Der vil være numeriske forskelle i effekternes størrelse, men når resultaterne vurderes i forhold til de respektive gennemsnitsydelser (eller med protein-smørfedtforholdet taget i betragtning) blev mange af forskellene elimineret. For de enkelte miljøfaktorer gælder følgende:

1. Kælvningsårstid (KMND). Sæsonvariationen i proteinydelse var identisk med smørfedtydelsens sæsonvariation i samtlige laktationer og i alle 3 racer, når protein-smørfedtforholdet tages i betragtning.
2. Besætningsgennemsnit (BGNS). Det rullende 12-måneders besætningsgennemsnit af smørfedtydelser havde forholdsvis mindre indflydelse på proteinydelsen end på smørfedtydelsen.
   Forklaringen er, at BGNS beregnes på basis af smørfedtydelserne, og at protein-smørfedtforholdet langtfra er konstant fra ko til ko. Det bevirker, at BGNS ikke med samme sikkerhed kan forklare proteinydelsen.
3. Alder ved 1. kælvning (ALDER). Alder ved 1. kælvning påvirkede protein- og smørfedtydelsen i samme grad, undtagent hos RDM, hvor proteinydelsen blev stærkere påvirket end smørfedtydelsen.
4. Kælvningsinterval (FKI og SKI). Længden af det foregående kælvningsinterval påvirkede ikke proteinydelsen så stærkt som smørfedtydelsen. Omvendt havde det samtidige kælvningsinterval større effekt på proteinydelsen end på smørfedtydelsen.

3.3 Resultater fra analysen af additive genetiske og tilfældige miljømæssige parametre.

Datagrundlaget for analysen af de genetiske parametre var, som tidligere nævnt, smørfedt-, protein- og mælkeydelser samt de tilhørende procenttal korrigeret ved hjælp af model (1). Herved blev der taget hensyn til følgende faktorer:

1. Kælvningsår.
2. Kælvningsmåned.
3. Vekselvirkningen mellem kælvningsår og kælvningsmåned.
4. I 1. laktation lineær og kvadratisk effekt af alder ved 1. kælvning.
5. Besætningsgennemsnit inden for kælvningsår.

Kun 1., 2. og 3. laktation blev analyseret, idet antallet af observationer i hver af de efterfølgende laktationer var for lille til, at der kunne forventes brugbare resultater.

Efter korrektion for effekt af systematiske miljøeffekter blev der foretaget en opdeling i ungtyre- og brugstyredøtre, og de 2 datasæt blev analyseret særskilt. I det følgende er kun resultaterne fra analysen af ungtyredøtrene omtalt, da de er mest relevante i forbindelse med avlsværdivurderingen af tyre og køer.

Ved analysen af relationerne mellem laktationerne blev datamaterialet yderligere reduceret, idet oplysninger fra 2. og senere laktationer kun blev medtaget, hvis de foregående laktationer var kendt.

I tabel 3.10 er vist en oversigt over antallet af tyre og antallet af effektive døtre pr. tyr i de analyserede datasæt. Disse tal vil sam-

Tabel 3.10 Antallet af tyre og effektive døtre pr. tyr i de analyserede datasæt.
Number of sires and of effective daughters per sire in the sets of data analysed.

	Laktation *Lactation*	Antal tyre *Number of sires* RDM	SDM	Jersey	Eff. døtre/tyr *Eff. dghts./sire* RDM	SDM	Jersey
Total antal *(Total)*	1	318	934	359	12.1	13.2	19.7
	2	309	812	357	10.2	10.0	16.3
	3	271	623	317	6.4	7.5	12.6
Reduceret datasæt* *Reduced data set*	2	260	496	270	10.3	12.2	20.7
	3	105	181	114	4.6	4.8	7.0

* Datasæt anvendt i analysen af relationer mellem laktationer.
Data used in the analysis of relations between lactations.

men med størrelsesordenen af parameterestimaterne være bestemmende for middelfejlen (spredningen) på estimaterne. Det fremgår, at antallet af effektive døtre pr. tyr var lavt. Det skyldes dels, at der ikke blev stillet krav vedrørende afkomsgruppens minimumsstørrelse i denne undersøgelse, og dels at der kun indgik proteinkontrollerede køer i undersøgelsen.

3.3.1 Heritabilitetsestimater.

I tabel 3.11 er anført de fundne heritabilitetsestimater. I appendiks A, tabel A11-A13, findes estimaterne af de tilsvarende genetiske og fænotypiske spredninger samt fejlen på heritabilitetsestimaterne. I 1. laktation var heritabiliteten for smørfedtydelse 0.27, 0.25 og 0.27 for henholdsvis RDM, SDM og Jersey. De tilsvarende resultater for proteinydelse var 0.30, 0.30 og 0.29 og for mælkeydelse 0.26, 0.29 og 0.33. Det vil sige, at heritabiliteten var 0.02-0.05 enheder højere for proteinydelse end for smørfedtydelse.

Hos RDM var heritabiliteten af fedt- og proteinprocent næsten dobbelt så stor som heritabiliteten af de tilsvarende ydelser. Hos SDM var specielt heritabilitetsestimatet for proteinprocent meget højt, mens det hos Jersey var højt for både fedt- og proteinprocent.

Generelt var heritabiliteterne højere end de estimater, som blev opsummeret af Maijala & Hanna (1974), og dem som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984). Sammenlignet med estimaterne i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) var specielt estimaterne i 2. og 3. laktation høje. Det kan være forårsaget af, at der i nærværende undersøgelse ikke blev stillet krav om kendskab til de foregående laktationer, d.v.s. der indgik 2. og 3. laktationsydelser, hvor koens ydelse i de foregående laktationer ikke var kendt. Det kunne tænkes at skabe større genetisk variabilitet i materialet og dermed højere heritabiliteter.

Pedersen & Christensen (1984) fandt, at heritabiliteten af 1. laktations smørfedtydelse hos Jersey var meget lav, ca. 0.15, mens den her var 0.27. For eventuelt at klarlægge årsagen til denne store forskel

Tabel 3.11 Heritabilitetsestimater fra ungtyredøtre.
Estimates of heritability from daughters of young bulls.

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH
1. laktation *(lactation)*						
RDM	0.27	0.30	0.26	0.41	0.51	0.49
SDM	0.25	0.30	0.29	0.57	0.80	0.67
Jersey	0.27	0.29	0.33	0.85	0.69	0.55
2. laktation *(lactation)*						
RDM	0.18	0.17	0.15	0.37	0.40	0.49
SDM	0.22	0.27	0.28	0.53	0.51	0.53
Jersey	0.26	0.29	0.30	0.70	0.59	0.51
3. laktation *(lactation)*						
RDM	0.29	0.38	0.34	0.35	0.66	0.48
SDM	0.19	0.34	0.37	0.46	0.63	0.45
Jersey	0.25	0.29	0.27	0.60	0.48	0.43

Tabel 3.12 Estimater af heritabiliteten fra smørfedtydelsen beregnet for hver årgang af tyre (fra ungtyredøtre).
Heritabilities of fat yield estimated within year of birth of the sires (daughters of young bulls).

	Dette datasæt *(Present data)*			Data fra P&C84* *(Data from P&C84)*		
	RDM	SDM	Jersey	RDM	SDM	Jersey
1966				0.49	0.17	0.22
1967				0.25	0.17	0.27
1968				0.15	0.11	0.22
1969				0.16	0.14	0.22
1970				0.40	0.38	0.11
1971				0.24	0.17	0.10
1972				0.15	0.19	0.16
1973				0.25	0.31	0.07
1974	0.23	0.37	0.21	0.16	0.32	
1975	0.36	0.19	0.23	0.27	0.24	
1976	0.24	0.20	0.34			
1977	0.21	0.26	0.21			
1978	0.39		0.16			
Pooled	0.27	0.25	0.27	0.23	0.24	0.15

* Pedersen & Christensen (1984)

blev heritabiliteten beregnet inden for hvert af tyrenes fødselsår både i nærværende datasæt og i det datasæt, som blev benyttet af Pedersen & Christensen (1984). Resultaterne er anført i tabel 3.12. Det må bemærkes, at datagrundlaget for visse årgange var meget svagt. I 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) var hovedparten af tyrene født i årene 1968-72, mens langt de fleste tyre i nærværende undersøgelse var fra årene 1974-77. Af tabel 3.12 fremgår, at den genetiske variation i tyrematerialet hos Jersey var ringe i begyndelsen af 70'erne. Siden er den genetiske variation blevet større, og der er ingen tvivl om, at en heritabilitet på 0.15 undervurderer den nuværende genetiske variabilitet på smørfedtydelse indenfor Jersey.

3.3.2 Korrelationer mellem ydelser fra samme laktation.

3.3.2.1 Genetiske korrelationer.

I tabel 3.13 og 3.14 er anført estimaterne af de genetiske korrelationer mellem ydelsesmål fra samme laktation. I appendiks A, tabel A14 og A15 findes middelfejlen på disse estimater. Mellem smørfedt- og mælkeydelse varierede de genetiske korrelationer fra 0.67 til 0.86. Korrelationerne var højest hos RDM og mindst hos Jersey. Der var ingen systematiske forskelle mellem laktationer. Protein- og mælkeydelse udviste endnu stærkere genetisk sammenhæng, idet alle de beregnede estimater lå i intervallet 0.78-0.90. Der var ingen systematiske raceforskelle eller effekt af laktationsnummer.
Smørfedt- og proteinydelse var ligeledes stærkt genetisk korreleret med estimater varierende fra 0.69 til 0.85. Sammenhængen var gennemgående lidt svagere hos SDM end hos RDM og Jersey.

Estimaterne af den genetiske korrelation mellem smørfedt- og mælkeydelse var for RDM's og Jerseys vedkommende næsten identiske med dem, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984). Det må bemærkes, at korrelationen i begge undersøgelser var mindre end 0.70 hos Jersey. For SDM's vedkommende var der en tendens til, at estimaterne fra nærværende undersøgelse var lidt lavere. Det kan skyldes, at variationen i fedtprocent er forøget som følge af indkrydsningen med Holstein-Friesian.

Tabel 3.13 Estimater af genetiske korrelationer inden for laktationer mellem ydelser indbyrdes og procenter indbyrdes (ungtyredøtre).
Estimates of genetic correlations within lactations between yield records and between percentages (from daughters of young bulls).

Egenskaber *Traits*	SMF PRT	SMF MLK	PRT MLK	FPCT PPCT	FPCT PSFH	PPCT PSFH
1. laktation *(lactation)*						
RDM	0.83	0.80	0.90	0.44	-0.69	0.32
SDM	0.69	0.70	0.78	0.48	-0.60	0.38
Jersey	0.85	0.67	0.87	0.79	-0.76	-0.04
2. laktation *(lactation)*						
RDM	0.73	0.73	0.83	0.39	-0.46	0.38
SDM	0.74	0.70	0.84	0.57	-0.69	0.16
Jersey	0.84	0.69	0.87	0.74	-0.69	-0.04
3. laktation *(lactation)*						
RDM	0.81	0.86	0.82	0.39	-0.56	0.53
SDM	0.77	0.75	0.82	0.58	-0.54	0.32
Jersey	0.84	0.68	0.88	0.71	-0.71	-0.09

Tabel 3.14 Estimater af genetiske korrelationer inden for laktationer mellem ydelser og procenter (ungtyredøtre).
Estimates of genetic correlations within lactations between yield records and percentages (from daughters of young bulls).

Egenskaber *Traits*	SMF FPCT	SMF PPCT	SMF PSFH	PRT FPCT	PRT PPCT	PRT PSFH	MLK FPCT	MLK PPCT	MLK PSFH
1. laktation *(lactation)*									
RDM	0.31	0.09	-0.26	-0.11	0.27	0.32	-0.31	-0.18	0.19
SDM	0.30	-0.07	-0.36	-0.19	0.24	0.42	-0.47	-0.42	0.13
Jersey	0.24	0.16	-0.24	-0.19	0.02	0.30	-0.56	-0.48	0.39
2. laktation *(lactation)*									
RDM	0.45	0.06	-0.40	-0.06	0.35	0.33	-0.28	-0.24	0.11
SDM	0.26	-0.02	-0.33	-0.25	0.11	0.39	-0.52	-0.45	0.25
Jersey	0.27	0.14	-0.25	-0.15	0.09	0.32	-0.51	-0.42	0.33
3. laktation *(lactation)*									
RDM	0.19	0.06	-0.14	-0.11	0.41	0.45	-0.33	-0.17	0.14
SDM	0.02	-0.08	-0.09	-0.35	0.15	0.57	-0.64	-0.44	0.32
Jersey	0.35	0.24	-0.26	-0.10	0.17	0.31	-0.45	-0.32	0.36

Mælkeydelse var negativt genetisk korreleret med såvel fedtprocent som proteinprocent (henholdsvis -0.31 til -0.64 og -0.17 til -0.48). Den genetiske sammenhæng mellem mælkeydelse og fedt- og proteinprocent var mindre stærk i RDM end i SDM og Jersy.

Smørfedtydelsen var moderat positivt genetisk korreleret med mælkens fedtindhold (0.02 til 0.45), og meget svagt genetisk korreleret med proteinprocenten (-0.08 til 0.24). For den sidstnævnte relation syntes der at være forskel mellem de tre racer, idet der hos SDM er fundet korrelationer med negativt fortegn i alle 3 laktationer, mens der indenfor Jersey var en klar positiv sammenhæng i alle 3 laktationer.

Mælkens fedt- og proteinprocent er positivt genetisk korrelerede egenskaber. Af tabel 3.13 fremgår, at korrelationen var stærk indenfor Jerseyrracen (0.71 - 0.79). Hos SDM lå estimaterne i intervallet 0.48 - 0.58, mens de hos RDM kun var ca. halvt så store som indenfor Jersey (0.39 - 0.44).

Ud fra disse resultater kan man forudse følgende virkning på mælkens koncentration.

1. Ensidig selektion for mælkeydelse vil indebære, at både fedt- og proteinprocent falder.
2. Ensidig selektion for smørfedtydelse vil indebære svagt stigende fedtprocenter og uændrede proteinprocenter.
3. Ensidig selektion for proteinydelse vil indebære en svag stiging i proteinprocenten og et svagt fald i fedtprocenten.

3.3.2.2 Fænotypiske korrelationer.

I tabel 3.15 og 3.16 er anført estimaterne af de fænotypiske korrelationer mellem ydelsesmål fra samme laktation. I appendiks A, tabel A16 og A17, kan de tilsvarende miljømæssige korrelationer findes. Helt generelt var der god overensstemmelse mellem resultaterne af denne analyse og dem i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). Specielt kan det bemærkes, at korrelationen mellem smørfedt og fedtprocent hos RDM og SDM var højere (0.22-0.23 i 1. laktation) end i 567. beretning (ca. 0.17). I begge undersøgelser blev hos Jersey fundet en betydeligt lavere fænotypisk korrelation mellem smørfedtydelse

Tabel 3.15 Estimater af fænotypiske korrelationer mellem ydelser indbyrdes og procenter indbyrdes (ungtyredøtre).
Estimates of genetic correlations within lactations between yield records and between percentages (from daughters of young bulls).

Egenskaber *Traits*	SMF PRT	SMF MLK	PRT MLK	FPCT PPCT	FPCT PSFH	PPCT PSFH
1. laktation *(lactation)*						
RDM	0.91	0.88	0.95	0.51	-0.74	0.18
SDM	0.88	0.86	0.93	0.52	-0.71	0.20
Jersey	0.92	0.88	0.94	0.65	-0.69	0.12
2. laktation *(lactation)*						
RDM	0.91	0.89	0.94	0.52	-0.66	0.25
SDM	0.89	0.86	0.93	0.58	-0.69	0.17
Jersey	0.92	0.87	0.93	0.64	-0.66	0.14
3. laktation *(lactation)*						
RDM	0.88	0.87	0.92	0.46	-0.69	0.27
SDM	0.88	0.84	0.91	0.55	-0.70	0.20
Jersey	0.91	0.86	0.93	0.60	-0.68	0.14

Tabel 3.16 Estimater af fænotypiske korrelationer inden for laktationer mellem ydelser og procenter (ungtyredøtre).
Estimates of phenotypic correlations within lactations between yield records and percentages (from daughters of young bulls).

Egenskaber *Traits*	SMF FPCT	SMF PPCT	SMF PSFH	PRT FPCT	PRT PPCT	PRT PSFH	MLK FPCT	MLK PPCT	MLK PSFH
1. laktation *(lactation)*									
RDM	0.23	-0.06	-0.31	-0.09	0.01	0.11	-0.25	-0.31	0.05
SDM	0.23	-0.09	-0.33	-0.12	0.01	0.14	-0.30	-0.36	0.05
Jersey	0.13	-0.05	-0.22	-0.14	-0.02	0.16	-0.36	-0.36	0.13
2. laktation *(lactation)*									
RDM	0.26	-0.07	-0.36	-0.03	0.03	0.05	-0.20	-0.32	-0.04
SDM	0.25	-0.10	-0.39	-0.06	-0.03	0.05	-0.27	-0.39	-0.02
Jersey	0.15	-0.09	-0.28	-0.12	-0.04	0.11	-0.33	-0.39	0.06
3. laktation *(lactation)*									
RDM	0.33	-0.01	-0.36	-0.01	0.13	0.12	-0.18	-0.25	0.01
SDM	0.34	0.00	-0.40	0.00	0.10	0.08	-0.21	-0.31	-0.01
Jersey	0.22	-0.06	-0.33	-0.08	-0.01	0.09	-0.29	-0.37	0.04

og fedtprocent (0.12 - 0.13). Korrelationen mellem mælkeydelse og fedtprocent var en smule lavere (ca. 0.05 enheder) end i 567. beretning. Jersey-racen adskilte sig fra RDM og SDM ved en mere negativ sammenhæng mellem disse to egenskaber.

Som det var tilfældet med de genetiske korrelationer fandtes en betydeligt stærkere sammenhæng mellem protein- og mælkeydelse end mellem smørfedt- og mælkeydelse og igen var korrelationen mellem smørfedt- og proteinydelsen intermediær. Det var også bemærkelsesværdigt, at den fænotypiske korrelation mellem proteinydelse og proteinprocent var meget nær 0.

3.3.3 Korrelationer mellem ydelser i forskellige laktationer.

3.3.3.1 Genetiske korrelationer.

Som det fremgik af tabel 3.10, var antallet af effektive døtre pr. ungtyr meget lavt i den del af datamaterialet, som kunne anvendes i analysen af relationerne mellem laktationer. For at reducere middelfejlen på estimaterne blev det besluttet, at analysere ungtyre- og brugstyredøtre samlet. Herved kan estimaterne være påvirket af systematiske fejl (bias) forårsaget af selektionen, men middelfejlene bliver i mindre.

Estimaterne af de genetiske korrelationer mellem ydelser i forskellige laktationer er anført i tabel 3.17 og de tilsvarende middelfejl kan findes i appendiks A, tabel A18. Middelfejlen var forholdsvis stor på mange af estimaterne, og resultaterne skal vurderes med stor forsigtighed. Karakteristisk var dog, at de genetiske korrelationer mellem smørfedt-, protein- og mælkeydelse i forskellige laktationer var noget lavere end dem, som blev rapporteret af Maijala & Hanna (1974) og lidt lavere end dem, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984).

3.3.3.2 Fænotypiske korrelationer (gentagelseskoefficienter).

De fænotypiske korrelationer mellem ydelser fra forskellige laktationer kaldes også gentagelseskoefficienter, og er en vigtig størrelse ved beregningen af avlsværdital for køer (Y-tal). Resultaterne er

Tabel 3.17 Estimater af genetiske korrelationer mellem ydelsen i forskellige laktationer.
Estimates of genetic correlations between yield records from different lactations.

Race *Breed*	Laktationer *Lactations*	Egenskab *Trait* SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH
RDM	1-2*	0.39	0.35	0.45	0.94	0.79	0.99
	1-2	0.63	0.43	0.55	0.89	0.55	(1.06)
	2-3	(1.24)	(1.51)	(6.05)	0.87	0.78	0.87
	1-3	0.57	-0.64	(-1.23)	0.97	0.63	(1.05)
SDM	1-2*	0.73	0.75	0.70	0.94	0.89	0.92
	1-2	0.44	0.55	0.60	(1.03)	(1.03)	0.82
	2-3	0.51	0.65	0.63	(1.00)	(1.04)	(1.10)
	1-3	0.86	0.91	0.89	0.84	(1.00)	0.96
Jersey	1-2*	0.73	0.77	0.84	0.95	0.90	0.91
	1-2	0.53	0.67	0.53	0.83	0.74	0.82
	2-3	0.31	0.47	0.56	0.94	0.98	0.84
	1-3	0.44	0.55	0.45	0.86	0.78	0.87

*Køer med mindst 2 laktationer, de øvrige resultater vedrører køer med mindst 3 laktationer.
Cows with at least 2 lactations; remaining results are from cows with at least 3 lactations.

Tabel 3.18 Estimater af fænotypiske korrelationer mellem ydelsen i forskellige laktationer.
Estimates of phenotypic correlations between yield records from different lactations.

Race *Breed*	Laktationer *Lactations*	Egenskab *Trait* SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH
RDM	1-2*	0.37	0.41	0.40	0.65	0.52	0.57
	1-2	0.38	0.40	0.36	0.65	0.49	0.55
	2-3	0.40	0.44	0.39	0.69	0.56	0.55
	1-3	0.43	0.41	0.43	0.63	0.60	0.53
SDM	1-2*	0.38	0.42	0.41	0.72	0.56	0.60
	1-2	0.37	0.43	0.41	0.68	0.58	0.57
	2-3	0.39	0.47	0.44	0.72	0.59	0.58
	1-3	0.36	0.40	0.43	0.63	0.64	0.54
Jersey	1-2*	0.34	0.40	0.41	0.76	0.63	0.61
	1-2	0.33	0.37	0.34	0.73	0.63	0.65
	2-3	0.30	0.37	0.34	0.77	0.66	0.60
	1-3	0.39	0.45	0.45	0.71	0.64	0.60

*Køer med mindst 2 laktationer, de øvrige resultater vedrører køer med mindst 3 laktationer.
Cows with at least 2 lactations; remaining results are from cows with at least 3 lactations.

anført i tabel 3.18. Ligesom i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) fandtes gentagelseskoefficienterne for smørfedt-, protein- og mælkeydelse, at være i underkanten af 0.40, mens den i mange tidligere undersøgelser (Maijala & Hanna, 1974) oftest har ligget i området 0.4-0.5. Af tabel 3.18 fremgår også, at der var en tendens til lidt højere gentagelseskoefficienter for proteinydelse og mælkeydelse end for smørfedtydelse.

3.4 Resultater fra analysen af de avlsmæssige konsekvenser af selektion for højere proteinydelse.

3.4.1 Avlsmæssig fremgang ved selektion på enkeltegenskaber.

I tabel 3.19 er angivet den forventede årlige genetiske fremgang (GF/år, afsnit 2.3.2.2, side 31) i de enkelte egenskaber, når selektionsindekset (I) og den sammensatte genotype (A) omfattede en og samme egenskab (d.v.s. ved selektion på enkeltegenskaber). I tabellen er også medtaget resultaterne for selektion på værdistof (VDS=SMF + PRT) og for selektion, baseret på det norske indeks (FPCM). Selvom disse indekser er kombinationer af flere egenskaber, behandles de beregningsmæssigt som en enkelt egenskab, og resultaterne kan vurderes på lige fod med dem, som findes for enkeltegenskaber i øvrigt.

Der blev beregnet resultater for hver race for sig, idet de tidligere omtalte genetiske parametre dannede grundlaget for beregningerne. Derimod blev samme avlsplan anvendt for alle tre racer, selvom selektionsintensiteterne inden for Jersey kan blive større end i RDM og SDM, fordi der ikke lægges vægt på forbedring i kødproduktionsegenskaberne. I praksis er forskellen dog ringe, fordi der i Jersey igangsættes forholdsvis færre ungtyre. De racemæssige forskelle, som fremgår af tabel 3.19, skyldes altså forskelle i heritabiliteter, genetiske spredninger og genetiske korrelationer. Det må bemærkes, at specielt den genetiske spredning på smørfedtydelsen hos Jersey var større end i tidligere undersøgelser (Pedersen & Christensen, 1984; Pedersen, 1980; Petersen, 1980). Inden for SDM var de genetiske korrelationer mellem ydelsesegenskaberne generelt lave, mens specielt den genetiske korrelation mellem smørfedt- og mælkeydelse var lav hos

Tabel 3.19 Genetisk fremgang pr. år ved selektion på enkeltegenskaber.
Genetic response per year by single trait selection.

Race / *Breed*	RDM			SDM			Jersey		
Egenskab / *Trait*	SMF	PRT	MLK	SMF	PRT	MLK	SMF	PRT	MLK
Selektionsindeks / *Selection index*									
SMF *(R-index)*	3.9	2.7	73.7	3.7	2.2	71.6	4.2	2.4	54.8
PRT *(P-index)*	3.3	3.3	84.5	2.6	3.3	82.1	3.6	2.8	71.7
MLK *(M-index)*	3.1	2.9	91.7	2.7	2.5	104.8	3.0	2.6	85.1
FPCT	1.3	-0.4	-29.9	1.3	-0.7	-54.3	1.2	-0.6	-54.6
PPCT	0.4	1.0	-18.6	-0.3	0.9	-52.9	0.8	0.1	-45.4
VDS *(-index)*	3.7	3.1	81.3	3.4	2.8	81.2	4.1	2.6	62.9
FPCM *(-index)*	3.6	3.2	86.0	3.2	3.0	90.5	3.9	2.7	71.2

Tabel 3.20 Ændring i procenttallene efter 10 års selektion.
Changes in relative yield traits as a result of 10 year of selection.

Race / *Breed*	RDM			SDM			Jersey		
Egenskab / *Trait*	FPCT	PPCT	PSFH	FPCT	PPCT	PSFH	FPCT	PPCT	PSFH
Selektionsindeks / *Selection index*									
SMF *(R-index)*	0.26	0.03	-0.04	0.15	-0.03	-0.04	0.19	0.05	-0.01
PRT *(P-index)*	-0.03	0.06	0.02	-0.11	0.10	0.05	-0.19	-0.01	0.02
MLK *(M-index)*	-0.11	-0.04	0.01	-0.23	-0.15	0.01	-0.49	-0.17	0.03
FPCT	0.54	0.13	-0.07	0.75	0.24	-0.08	1.43	0.48	-0.06
PPCT	0.24	0.33	0.03	0.39	0.57	0.05	1.10	0.57	-0.02
VDS *(-index)*	0.07	0.05	0.00	0.03	0.02	0.00	0.05	0.02	0.00
FPCM *(-index)*	0.01	0.04	0.01	-0.06	0.00	0.01	-0.11	-0.03	0.01
Opr. værdi / *Value, outset*	4.14	3.44	0.83	3.99	3.30	0.83	6.15	3.94	0.64

Jersey. Som helhed må siges, at de parametre, som blev fundet hos RDM, svarede bedst til dem, som almindeligvis antages at være gældende for malkekvægpopulationer (Maijala & Hanna, 1974). Derfor er der lagt størst vægt på beskrivelsen af disse resultater.

På grundlag af resultaterne i tabel 3.19 og gennemsnitstallene for 1. laktation (appendiks A, tabel A1-A3) blev effekten af 10 års selektion på procenttallene beregnet. Resultaterne er vist i tabel 3.20.

Ved selektion på proteinydelse alene fremfor på smørfedtydelse alene, blev proteinydelsen 0.4-1.1 kg større, mens smørfedtydelsen faldt tilsvarende (0.6-1.1 kg). Samtidigt forøgedes mælkeproduktionen 10-17 kg. Fedtprocenten var svagt faldende, mens proteinprocenten forblev konstant eller steg svagt (tabel 3.20). Selektion for højere proteinydelse følges altså af en forholdsvis stor fremgang i mælkeydelsen, og det bliver derfor vanskeligere at fastholde fedtprocenten.

Ved ensidig selektion for større mælkeydelse blev fremgangen i smørfedt- og proteinydelse mindre end, hvis der blev selekteret direkte på de to egenskaber, nedgangen var dog mindst for proteinydelsen. Resultatet er en konsekvens af, at der var stærkere sammenhæng mellem protein- og mælkeydelse end mellem smørfedt- og mælkeydelse. Fremgangen i mælkeydelse var selvfølgelig stor for dette alternativ, og fedt- og proteinprocenten faldt stærkt (tabel 3.20).

Mulighederne for forbedring af procenttallene er gode, fordi deres arvelighed var høj. Resultaterne i tabel 3.19 viser dog klart, at smørfedt- og proteinydelsen langtfra blev forbedret tilsvarende. Årsagen er, at forbedringen i procenterne især fremkommer som resultat af en lavere mælkeydelse, mens smørfedt- og proteinmængden kun i mindre grad blev styrket.

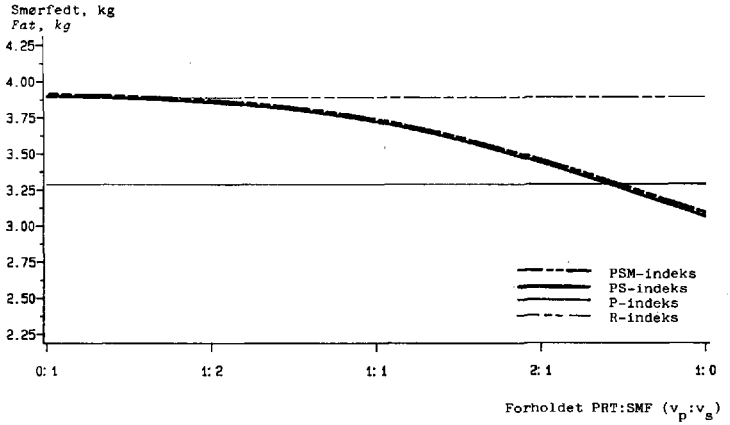
Selektion på værdistof (VDS-indeks) og det norske indeks (FPCM-indeks) gav stort set identiske resultater, dog var fremgangen i proteinydelse lidt større ved anvendelse af FPCM-indekset.

3.4.2 Avlsmæssig fremgang ved selektion på indekser af protein-, smørfedt- og mælkeydelse.

Ved selektion på enkeltegenskaber bliver resultaterne for smørfedt-, protein- og mælkemængde ens uanset det valgte avlsmål, og afhænger kun af de genetiske og fænotypiske parametre. Størrelsesordenen af de vægtfaktorer (b-værdierne), der anvendes ved sammenvejningen af egenskaberne i PS- og PSM-indekset vil også afhænge af avlsmålets vægtfaktorer (v-værdierne). I de følgende fire figurer (3.9-3.12) er fremgangen ved anvendelse af PS- og PSM-indekset vist sammen med den fremgang, der kunne opnås ved selektion på smørfedtydelse alene og på proteinydelse alene (genetiske parametre fra RDM). I alle fire figurer blev det antaget, at der ikke lægges vægt på forbedring af mælkeydelsen (v_m = 0 i den sammensatte genotype).

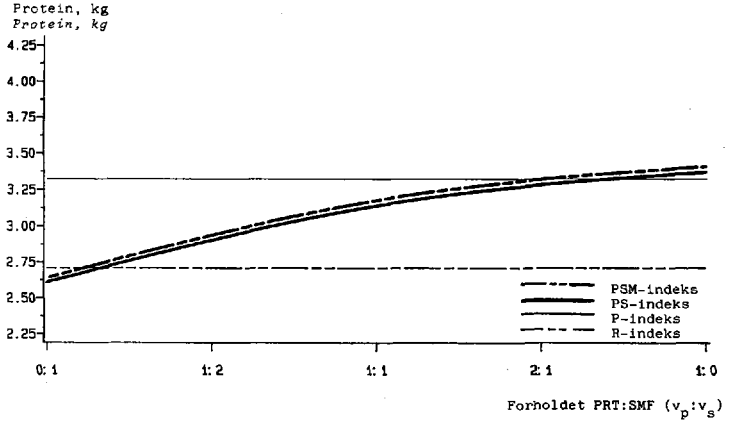
Af figur 3.9 fremgår, at hvis avlsmålet udelukkende var forbedring af smørfedtydelsen (v_p:v_s=0:1), gav PS- og PSM-indekset næsten samme resultat som selektion på smørfedtydelsen alene. Hvis proteinet havde større vægt i avlsmålet, blev fremgangen i smørfedtydelse mindre, således at den til sidst var mindre end ved direkte selektion på proteinydelsen. Det modsatte kurveforløb findes i figur 3.10, hvor resultaterne vedrørende årlig fremgang i proteinydelsen er vist. I begge figurer (3.9 og 3.10) var forskellen mellem PS- og PSM-indekset lille. Det beror på, at den genetiske korrelation mellem mælkeydelse på den ene side og de to andre ydelsesegenskaber på den anden er høj. I SDM (og til dels også hos Jersey), hvor de genetiske korrelationer var lavere fandtes også lidt større forskelle mellem PS- og PSM-indekset.

Figur 3.11 og 3.12 illustrerer, hvorledes en årlig genetisk fremgang af denne størrelsesorden vil påvirke fedt- og proteinprocenter over en 10 års periode. Beregningerne tog udgangspunkt i gennemsnitsydelserne for 1. laktation (appendiks A, tabel A1-A3). Af figur 3.11 fremgår, at uanset om PS- eller PSM-indekset anvendes, vil større vægt på forbedring af proteinydelsen bevirke, at fedtprocenten bliver vanskeligere at fastholde. Her var der forskel mellem PS- og PSM-indekset, idet PS-indekset gav den mindste stigning i fedtprocenten. Af figur 3.12 fremgår, at proteinprocenten kun i ringe grad var påvirket af hvilket selektionsindeks, der anvendtes, og at der under alle omstændigheder opnåedes en svag stigning i proteinprocenten.



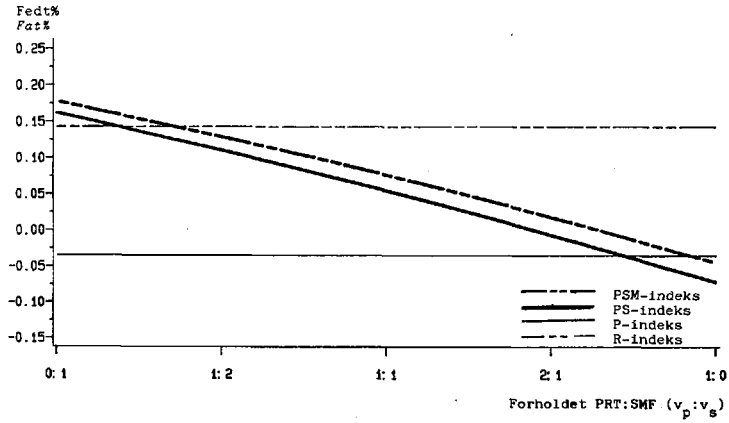
Figur 3.9 Genetisk fremgang pr. år i smørfedtydelse hos RDM afhængigt af værdi af protein og smørfedt (v_p:v_s, v_m=0) og selektionsindeks.

Genetic response per year in fat yield in RDM dependent of value of protein and fat (v_p:v_s, v_m=0) and dependent of selection index.

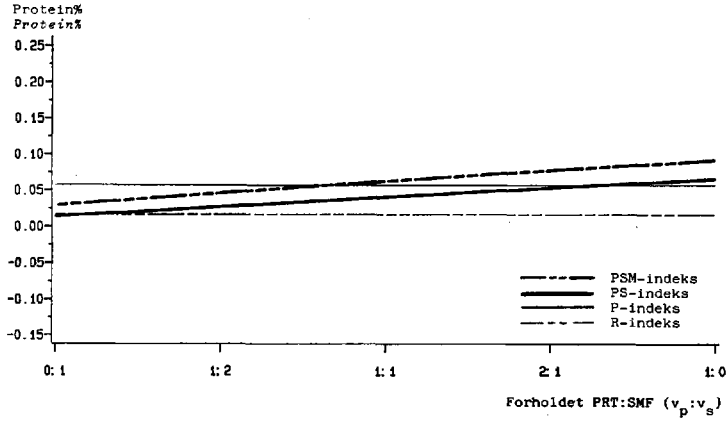


Figur 3.10 Genetisk fremgang pr. år i proteinydelse hos RDM afhængigt af værdien af protein og smørfedt (v_p:v_s, v_m=0) og selektionsindeks.

Genetic response per year in protein yield in RDM dependent of value of protein and fat (v_p:v_s, v_m=0) and dependent of selection index.



Figur 3.11 Ændring i fedtprocenten hos RDM ved 10 års selektion afhængigt af værdi af protein og smørfedt (v_p:v_s, v_m=0) og selektionsindeks.
Change in fat percentage in RDM by 10 years of selection dependent of value of protein and fat (v_p:v_s, v_m=0) and dependent of selection index.



Figur 3.12 Ændring i proteinprocenten hos RDM ved 10 års selektion afhængigt af værdien af protein og smørfedt(v_p:v_s, v_m=0) og selektionsindeks.
Change in protein percentage in RDM by 10 years of selection dependent of value of protein and fat (v_p:v_s, v_m=0) and dependent of selection index.

3.4.3 Samlet avlsmæssig fremgang.

Den samlede genetiske fremgang blev udtrykt ved hjælp af den økonomiske værdi af 1 års avlsarbejde pr. ko i racen, målt over en periode på 20 år (V, afsnit 2.4.2.2, side 32). Da kun ydelsesegenskaberne blev taget i betragtning i denne undersøgelse, blev beregningerne ved hjælp af geneflow-metoden relativt let gennemskuelige. Resultaterne svarede næsten til dem, som ville være fremkommet, ved simpelt hen at anvende 10 gange den årlige genetiske fremgang som mål for værdien af 1 års avlsarbejde (se afsnit 2.4.2.1, side 26-29).

Samtlige resultater blev udtrykt som afvigelse fra dem, som kunne opnås ved selektion på smørfedtydelse alene (R-indeks). De aktuelle priser blev beregnet således, at der uanset avlsmål og indeks opnåedes en fortjeneste (= salgspris - foderomkostninger) på kr. 1.40 pr. kg mælk med 4% fedt og 3.2% protein. Denne pris svarer til den, som blev benyttet i beregningerne i 513. beretning (Andersen et al., 1981) og i S-indeksrapporten (1983). I appendiks B er beregningsmetoden beskrevet nærmere. I tabel 3.21 er de beregnede værdier for v_s, v_p og v_m angivet for alle de undersøgte avlsmål. Den samlede værdi af den genetiske fremgang blev derefter fundet ved at multiplicere disse kilopriser med den mængdemæssige fremgang.

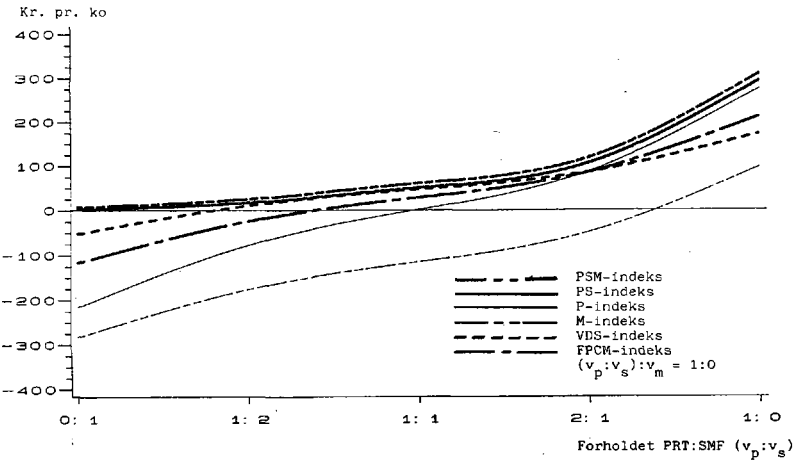
I figur 3.13 - 3.15 er vist resultaterne hos RDM for alle de undersøgte avlsmål og selektionsindekser. Først må det kraftigt påpeges, at de ikke må anvendes til at fastlægge det mest optimale avlsmål, men kun til ved et givet avlsmål at vurdere værdien af forskellige selektionsindekser. Med den hidtidige prisudvikling taget i betragtning vil positiv vægt på mælkeydelsen (figur 3.15), samt protein-smørfedt prisforhold mindre end 0.75 (midt imellem 1:2 og 1:1) være usandsynlige i praksis.

Figurerne indeholder mange detaljer, men følgende hovedresultater fremhæves:

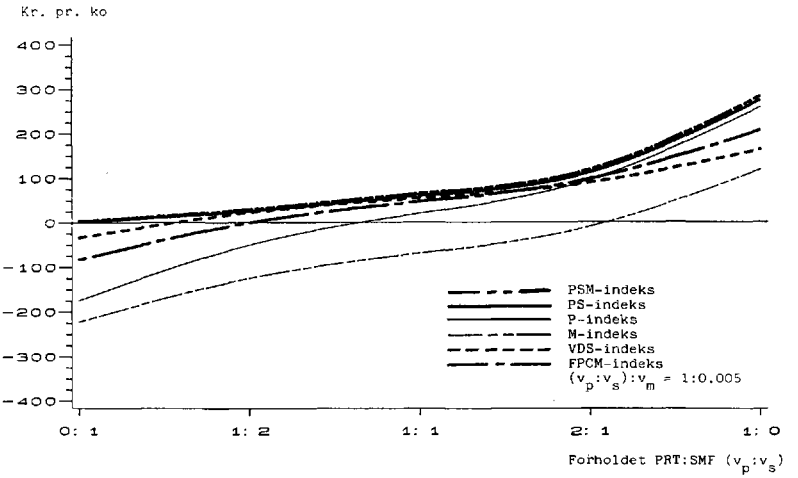
1. PSM-indekset gav altid mindst lige så gode resultater som PS-indekset. Forskellen var mindst, når der blev lagt stor vægt på forbedring af smørfedtydelsen (v_p:v_s = 0:1). Når mælkens værdi var negativ (figur 3.15), blev PSM-indekset klart overlegent i forhold til de øvrige indekser.

Tabel 3.21 Aktuel fortjeneste (kr. pr. kg) smørfedt, protein og mælk ved beregningen af den samlede værdi af avlsarbejdet.
Actuel values for profit per kg of fat, protein and milk used in the calculation of total response from one year of selection.

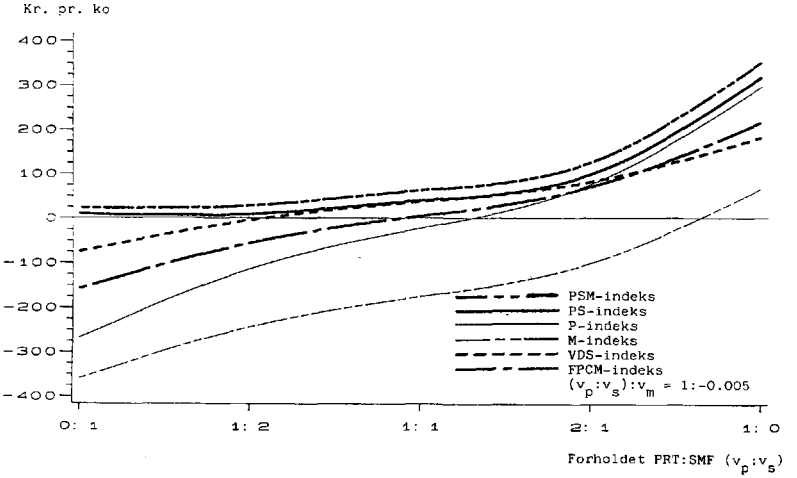
		Protein-smørfedtforholdet (v_p:v_s) *Protein-fat ratio (v_p:v_s)*				
		0:1	1:2	1:1	2:1	1:0
Smørfedt						
$(v_p+v_s):v_m$	= 1: 0.005	31.11	22.14	17.07	11.65	0.00
	1: 0.000	35.00	25.11	19.44	13.34	0.00
	1:-0.005	40.00	28.99	22.58	15.59	0.00
Protein						
$(v_p+v_s):v_m$	= 1: 0.005	0.00	10.91	17.07	23.66	37.84
	1: 0.000	0.00	12.37	19.44	27.08	43.75
	1:-0.005	0.00	14.28	22.58	31.65	51.85
Mælk						
$(v_p+v_s):v_m$	= 1: 0.005	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19
	1: 0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1:-0.005	-0.20	-0.22	-0.23	-0.24	-0.26



Figur 3.13 Værdi af et års avlsarbejde pr. ko i populationen (RDM) afhængigt af værdien af protein og smørfedt (v_p:v_s) og af selektionsindeks.
Profit from one year of selection per cow (RDM) dependent of value of protein and fat (v_p:v_s).



Figur 3.14 Værdi af et års avlsarbejde pr. ko i populationen (RDM) afhængigt af værdien af protein og smørfedt (v_p:v_s) og af selektionsindeks.
Profit from one year of selection per cow (RDM) dependent of value of protein and fat (v_p:v_s).



Figur 3.15 Værdi af et års avlsarbejde pr. ko i populationen (RDM) afhængigt af værdien af protein og smørfedt (v_p:v_s) og af selektionsindeks.
Profit from one year of selection per cow (RDM) dependent of value of protein and fat (v_p:v_s).

2. Mens selektion på basis af PS- og PSM-indekset altid gav positive resultater i forhold til anvendelse af R-indekset, var selektion på proteinydelse alene (P-indekset) kun positiv, hvis vægtforholdet $v_p:v_s$ var større end 0.75 - 1.25. Skæringspunktets beliggenhed var afhængig af den vægt, der blev lagt på forbedring af mælkeydelse. Hvis der blev lagt stor vægt på forbedring af proteinydelsen var P-indekset næsten lige så effektivt som PS-indekset.
3. Selektion på mælkeydelse alene (M-indekset) gav i næsten alle tilfælde de dårligste resultater. Kun hvis der blev lagt meget stor vægt på forbedring af proteinydelsen ($v_p:v_s$ = 1:0) var dette indeks mere effektivt end selektion på smørfedt alene (R-indekset). Jo større negativ vægt mælkemængden havde, desto dårligere selektionskriterium var selvfølgelig M-indekset, fordi mælkeydelsen netop fremmes specielt ved anvendelsen af dette indeks.
4. Resultaterne for værdistofindekset (VDS-indeks) var meget lig dem, som blev opnået med PS-indekset, når protein-smørfedtforholdet var omkring 1:1 i avlsmålet. Hvis der var lagt enten mere, eller mindre, vægt på forbedring af proteinydelsen, blev udbyttet pr. ko mindre, end hvis selektionen havde været baseret på protein- eller smørfedtydelse alene. Det norske indeks (FPCM-indeks) virkede dårligere end værdistofindekset, undtagent når der blev lagt stor vægt på forbedring af proteinydelsen.

I tabel 3.22 er vist et uddrag af de resultater, som dannede basis for illustrationerne i figur 3.13 - 3.15. (Samtlige resultater for alle racer findes i appendix A, tabel A20 - A22). Af tabel 3.22 fremgår, at med de genetiske parametre, som blev fundet for SDM (karakteristisk ved "lave" genetiske korrelationer), blev fordelen ved at anvende PS- eller PSM- indekset større end hos RDM. Hos Jersey var der ikke så store positive udslag, hvilket beror på at selektion på smørfedtydelse alene gav forholdsvis bedre resultater på grund af den usædvanlige store genetiske spredning på smørfedtydelse. Sammenlignes derimod PS- og PSM-indekset med selektion på proteinydelse alene var forskellen lige så stor som hos RDM og SDM.

I Jerseybladet (Pedersen, 1984) er offentliggjort resultaterne fra en lignende undersøgelse for Jersey, hvor overlegenheden af PSM-indekset var betydeligt større end, der blev fundet her. Forskellen beror på, at der her er anvendt den spredning på smørfedtydelsen, som fandtes i de genetiske analyser (18.74 kg), mens Pedersen (1984) benyttede en lidt lavere (og måske mere realistisk) genetisk spredning på smørfedtydelse (16.0 kg).

De i tabel 3.22 (og appendiks A, tabel A20 - A22) anførte beløb skal kunne dække de ekstra omkostninger ved at fremskaffe proteinregistreringerne og beregne avlsværditallene. Hvis der i avlsmålet lægges lige stor vægt på forbedring af protein- og smørfedtydelse (1:1), men ingen vægt på mælkeydelse, var resultatet for RDM 60 kr. Her vil anvendelse af PSM-indekset kunne dække ekstraudgifter ved proteinkon-

Tabel 3.22 Værdi af et års avlsarbejde pr. ko målt som afvigelse fra de resultater, der opnås ved selektion på smørfedtydelse alene.
Total response (Dkr.) by one year of selection per cow as deviation from results by selection on fat yield only.

Race / *Breed*	RDM		SDM		Jersey	
$v_m/(v_p+v_s)$	0.000	-0.005	0.000	-0.005	0.000	-0.005
PSM-indeks						
$v_p:v_s$=0:1	7	22	22	59	13	37
1:1	60	62	86	106	30	30
1:0	307	350	541	652	208	205
PS-indeks						
$v_p:v_s$=0:1	2	9	17	35	4	14
1:1	50	39	77	65	27	14
1:0	291	317	529	607	207	198
P-indeks						
$v_p:v_s$=0:1	-215	-268	-387	-463	-216	-282
1:1	2	-23	-2	-26	-32	-75
1:0	273	296	479	540	199	191
VDS-indeks						
$v_p:v_s$=0:1	-52	-75	-101	-135	-53	-77
1:1	46	37	75	65	18	2
1:0	170	182	295	323	106	104

trol op til 60/12 kr. = 5 kr. pr. kontrollering. Når det forudsættes, at der skal foretages en fedtbestemmelse under alle omstændigheder, er de reelle udgifter til en proteinbestemmelse langt mindre end 5 kr. (Høj, 1985). Det må derfor konkluderes, at proteinregistrering med fordel kan anvendes i avlsarbejdet, hvis proteinydelsen tillægges blot næsten lige så stor betydning som smørfedtydelsen. Derimod vil selektion på proteinydelse alene kun være bedre end selektion på smørfedtydelse, hvis mælkeprotein har større økonomisk værdi end smørfedt. PS- og specielt PSM-indekset vil altid give de bedste resultater.

Resultaterne i tabel 3.22 og appendiks A, tabel A20 - A22 afviger ikke i det væsentlige fra dem, som er fundet i tidligere undersøgelser (f.eks. Petersen, 1975; Anderson et al, 1978). Men konklusionerne er ændret, fordi udgifterne ved bestemmelse af mælkens proteinindhold er reduceret betydeligt siden da.

3.4.4 Avlsplanens betydning.

Indtil nu har kun resultater for alternative avlsmål, selektionsindeks og genetiske parametre været berørt, mens avlsplanen har været forudsat ens i alle tilfælde. Den avlsmæssige fremgang findes i princippet, som summen af den avlsmæssige fremgang i de forskellige avlsdyrkategorier (f.eks. 1. kalvs køer, 2. kalvs køer, ungtyre, brugstyre). Den genetiske fremgang (DG) kan inden for hver avlsdyrkategori beregnes ved hjælp af følgende formel, som også var beskrevet i afsnit 2.4.1, side 26:

$$DG = i\, r_{AI}\, \sigma_A$$

hvor

DG var den genetiske fremgang for den sammensatte genotype.
i var selektionsintensiteten.
r_{AI} var sikkerheden på avlsværditallene.
σ_A var den genetiske spredning på den sammensatte genotype (A).

Hvis alle øvrige faktorer undtagent selektionsindeks holdes konstante vil r_{AI} være den eneste størrelse, som kan variere i den anførte for-

mel. Forskelle i størrelsesorden af sikkerhed ved avlsværdivurderingen (r_{AI}) er altså den faktor, som giver forskelle mellem selektionsindekserne.

I tabel 3.23 er givet en oversigt over størrelsen af r_{AI} for forskellige avlsdyrkategorier. Avlsmålet blev forudsat at være: $v_p:v_s$ = 1:1 og $(v_p:v_s):v_m$ = 1:0 og de genetiske parametre fra RDM blev anvendt. Kun for selektion på smørfedtydelse alene (R-indekset) er sikkerhederne angivet, mens resten af resultaterne er procentiske afvigelser. Derved kan det direkte aflæses, hvor meget hvert selektionsindeks vil ændre den genetiske fremgang i den pågældende avlsdyrkategori. Af tabel 3.23 fremgår at de største udsving findes i de informationssvage avlsdyrkategorier (der hvor sikkerheden i forvejen er lav, d.v.s. for køer og for tyre med små afkomsgrupper). Her er det endvidere således, at de indekser, som inddrager mest mulig information, giver de største positive udslag (PSM-indekset).

Tabel 3.23 Sikkerhed ved avlsværdivurderingen af forskellige avlsdyrkategorier. Genetiske parametre fra RDM. Avlsmål $v_p:v_s$=1:1, $(v_p+v_s):v_m$=1:0.000.

Accuracy of evaluation of different categories of individuals. Genetic parameters from RDM. Aggregate genotype: $v_p:v_s$=1:1, $(v_p+v_s):v_m$=1:0.000.

Selektionsindeks *Selection index*	Køer, antal lakt. *Cows, no. of lact.* 1	2	3	Tyre, antal afkom *Sires, no. of progeny* 10	25	50	100
R-indeks	0.50	0.60	0.65	0.62	0.77	0.85	0.90
Afvigelse,% *Deviation*							
P-indeks	3.7	3.0	2.6	1.6	0.3	-0.5	-1.0
M-indeks	-10.0	-9.5	-9.0	-9.4	-9.0	-8.7	-8.6
VDS-indeks	4.0	3.2	2.8	3.9	3.8	3.8	3.8
FPCM-indeks	2.3	1.6	1.2	2.4	2.4	2.4	2.5
PS-indeks	4.6	4.1	3.8	4.1	3.9	3.8	3.8
PSM-indeks	8.6	7.0	6.0	5.2	4.2	3.9	3.8

Hvis f.eks. ægtransplantationer bliver mere udbredte, kan selektionsintensiteten i tyremødreleddet forøges, og dermed vil en større del af den samlede genetiske fremgang hidrøre fra denne avlsdyrkategori. Det medfører igen, at fordelen ved at anvende PSM-indekset forøges.

Konklusionen er, at ved valg af selektionsindeks må også tages den anvendte avlsplan i betragtning, fordi de forskellige indekser vil give forskellige resultater afhængigt af hvor meget de enkelte avlsdyrkategorier bidrager til det samlede resultat. Hovedreglen er, at jo stærkere der selekteres i de avlsdyrkategorier, hvor sikkerheden på avlsværditallet er lavt, jo mere betydningsfuldt bliver det at inddrage al tilgængelig information ved beregning af selektionsindekset. For resultaterne i denne undersøgelse betyder det, at PSM-indeksets overlegenhed øges, hvis der på grund af øget brug af ægtransplantationer skal anvendes færre tyremødre. Samme konsekvens har det, hvis der af andre årsager foretrækkes avlsplaner, hvor afkomsgruppestørrelsen hos tyrene er meget mindre end i dag.

I princippet burde også de eksisterende avlsplaner revurderes, hvis selektionskriteriet ændres. Hvis PSM-indekset anvendes, skulle der sandsynligvis lægges større vægt på selektion af tyremødre. I praksis vil justeringerne dog blive meget små.

4 SAMLET DISKUSSION

Formålet med denne undersøgelse var at bestemme de miljømæssige og genetiske parametre for proteinydelse. Da datamaterialet også indeholdt oplysninger om smørfedt- og mælkeydelse, blev disse egenskaber analyseret sideløbende. Derudover blev der foretaget en analyse af konsekvenserne af at inddrage proteinydelsen i avlsarbejdet. Så vidt det var muligt, blev undersøgelsen gennemført efter helt samme retningslinier, som blev anvendt i 567. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Pedersen & Christensen, 1984).

4.1 De systematiske miljøfaktorer.

Analysen af effekten af de systematiske miljøfaktorer blev gennemført med modeller, der var tilpasset det fremtidige avlsværdivurderingssystem (Direkte Opdatering), som er beskrevet af Christensen (1980, 1983). I modellen indgik følgende faktorer:

1. Kælvningsår.
2. Kælvningsmåned.
3. Vekselvirkning mellem kælvningsår og -måned.
3. Hos 1. kalvs køer lineær og kvadratisk effekt af alder ved 1. kælvning.
5. Lineær effekt af besætningsgennemsnit, beregnet som rullende 12 måneders gennemsnit af afsluttende 305-dages ydelser korrigeret til 1. laktationsniveau.

Med denne model blev 1., 2., 3., samt senere laktationer analyseret særskilt i hver af racerne RDM, SDM og Jersey.

Kælvningsårstid. Om effekten af kælvningsmåned på ydelsen kan følgende bemærkes:

1. Årstidsvariationen i mælkeydelse var generelt større end årstidsvariationen i smørfedt- og proteinydelse. Der var således også årstidsvariation i fedt- og proteinprocenterne, omend de var mindre markante.
2. Variationen over året var betydeligt større i 1. laktation end i de øvrige laktationer.
3. Ydelsen hos Jersey var mindre påvirket af årstiden end RDM og SDM.
4. Korrektionsfaktorer beregnet på grundlag af resultaterne fra denne undersøgelse og fra 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984), adskiller sig på nogle enkelte punkter fra de hidtil anvendte (Brugerhåndbog, 1979).

Besætningsgennemsnit (BGNS). Besætningsgennemsnittet er den faktor, som har størst indflydelse på ydelsen hos den enkelte ko. Regressionen af smørfedtydelse på BGNS var væsentligt mindre end den, der blev fundet af Petersen & Madsen (1975), og som hidtil har dannet grundlag for korrektionen af 305-dages ydelser. Derimod var de større end de regressionskoefficienter, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984).

Protein- og mælkeydelsen var, når de respektive ydelsesniveauer tages i betragtning, ikke i samme grad påvirket af BGNS som smørfedtydelsen. Forklaringen er, at BGNS, beregnes ud fra smørfedtydelsen, og at protein-smørfedtforholdet og fedtprocenten langtfra er konstante fra ko til ko.

Alder ved 1. kælvning (ALDER). ALDER havde indflydelse på ydelsen både i 1., 2., og 3. laktation. Kun i 1. laktation var den kvadratiske effekt af ALDER statistisk sikker på 5% niveau. Regressionen af proteinydelse på ALDER var nummerisk mindre end regressionen af smørfedtydelse på ALDER, men når koefficienterne blev sat i relation til de respektive gennemsnitsydelser, var de af nogenlunde samme størrelsesorden. ALDER påvirker altså smørfedt-, protein- og mælkeydelse på samme måde. Resultaterne var i god overenstemmelse med dem, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984).

Foregående (FKI) og samtidigt (SKI) kælvningsinterval. Proteinydelsen var ikke i samme grad påvirket af FKI som smørfedt- og mælkeydelse.

Derimod syntes SKI, at påvirke alle 3 ydelsesegenskaber på samme måde. Både for FKI og SKI fandtes god overensstemmelse med resultaterne i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). Dårlig frugtbarhed vil afspejle sig i ydelsesresultaterne, således at individer med dårlig frugtbarhed alt andet lige opnår de bedste ydelsesresultater. Det har ikke været taget i betragtning i det hidtidige avlsværdivurderingssystem, mens der i forbindelse med ibrugtagningen af det nye avlsværdivurderingssysytem, "Direkte Opdatering" også ændres i korrektionen af ydelserne, således at der tages hensyn til længden af det samtidige kælvningsinterval og af foregående kælvningsinterval (Christensen, 1983).

4.2 De genetiske parametre.

De genetiske parametre blev bestemt efter Hendersons metode I (Henderson, 1953), der kan give fejlbehæftede (biased) estimater. En speciel undersøgelse af 1. laktationsydelsen hos RDM og Jersey viste stor overensstemmelse mellem resultater beregnet ved hjælp af Hendersons metode 1 og metode 3 (Henderson, 1953), når de samme systematiske miljøfaktorer indgik i modellen.

Heritabiliteter. Heritabiliteten af 1. laktations proteinydelse var 0.30, 0.30 og 0.29 hos RDM, SDM og Jersey henholdsvis. De tilsvarende estimater for smørfedtydelse var 0.02-0.05 lavere, men dog lidt højere end dem, som blev fundet Pedersen & Christensen (1984) og i god overensstemmelse med resultaterne opsummeret af Maijala & Hanna (1974). Mens Pedersen & Christensen (1984) fandt meget lave heritabiliteter for smørfedtydelse i Jersey, var de her af samme størrelsesorden som hos RDM og SDM. I det datamateriale, som blev anvendt til undersøgelserne i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984), var den genetiske variation mellem tyre født i begyndelsen af 70'erne (1970-72) meget lille, mens der i materialet i denne undersøgelse var endog betydelig genetisk variation mellem Jerseytyrene (hovedsaglig født i årene 1974-77).

Relationer mellem ydelser fra samme laktation. Den genetiske korrelation mellem protein- og mælkeydelse var højere end mellem smørfedt- og mælkeydelse (ca. 0.10 enheder i RDM og SDM og 0.20 enheder i Jer-

sey), og at den genetiske korrelation mellem protein- og smørfedtydelse lå et sted mellem disse to yderpunkter. Konsekvensen er, at selektion på grundlag af proteinydelsen vil følges af større stigning i mælkeydelsen, end det er tilfældet, når selektionen baseres på smørfedtydelsen. Derved vil det blive vanskeligere at fastholde protein- og specielt fedtprocenten.

Den genetiske korrelation mellem smørfedt- og mælkeydelse var hos RDM og Jersey af nogenlunde samme størrelsesorden, som i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). Specielt må det bemærkes, at der i begge undersøgelser fandtes en meget lav genetisk korrelation mellem disse to egenskaber hos Jersey. I SDM var de genetiske korrelationer mellem ydelsesegenskaberne ca. 0.10 enheder lavere end i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984). Denne forskel kan skyldes tilfældigheder, men der kan også være tale om en ændring, som er forårsaget af den højere frekvens af Holstein-Friesian gener i dette datamateriale. Herved kan ydelsesparametrene i dele af SDM-racen være ændret, og det kan påvirke størrelsesordenen af de genetiske korrelationer. Hvis det er tilfældet, vil der være tale om fænomen, som forsvinder, når andelen af Holstein-Frisian gener hos SDM stabiliseres.

Relationer mellem ydelser fra forskellige laktationer. Datagrundlaget i analysen af de genetiske korrelationer mellem ydelser fra forskellige laktationer var svagt i denne undersøgelse og de opnåede resultater noget usikre. Estimaterne af de genetiske korrelationer mellem smørfedt-, protein- og mælkeydelse i forskellige laktationer var noget lavere, end dem der blev rapporteret af Maijala & Hanna (1974) og lidt lavere end dem, som blev fundet af Pedersen & Christensen (1984). Som i 567. beretning (Pedersen & Christensen, 1984) fandtes gentagelseskoefficienter i underkanten af 0.4 for smørfedt-, protein- og mælkeydelse, mens Maijala & Hanna (1974) rapporterede gentagelseskoefficienter for disse egenskaber på 0.4 til 0.5.

4.3 Avlsmæssige konsekvenser af selektion for højere proteinydelse.

De avlsmæssige konsekvenser af selektion for højere proteinydelse vil i grove træk kunne forudsiges, når man kender de genetiske parametre.

Denne del af undersøgelsen blev gennemført for at give nogle mere eksakte mål for forskellen mellem forskellige selektionskriterier.

Ændring af selektionsgrundlaget fra selektion på smørfedtydelse alene til selektion på proteinydelse alene, ville for RDM og Jersey bevirke at ca. 1/2 kg af den årlige fremgang i smørfedtydelse ombyttes med ca. 1/2 kg protein. I SDM var udslaget større (ca. 1 kg smørfedt blev ombyttet med ca. 1 kg protein) på grund af lavere genetiske korrelation mellem protein- og smørfedtydelse. Samtidig med disse ændringer i den årlige fremgang i smørfedt- og proteinydelse, ville mælkeydelsen stige forholdsvis kraftigt, således at fedtprocenten faldt lidt og proteinprocenten forblev nogenlunde konstant. Hvis der i selektionsindekset indgik flere egenskaber samtidigt, ville ombytningen af smørfedt- med proteinydelse blive mindre.

Fra analysen af den samlede værdi af 1 års avlsarbejde kan i øvrigt følgende hovedresultater fremhæves:

1. PS- og PSM-indekset gav altid de bedste resultater, mens selektion på mælkeydelse alene (M-indekset) næsten altid var det dårligste alternativ.
2. Hvis avlsmålet var forbedring af smørfedtydelse alene var PSM-, PS- og R-indekset næsten lige effektive. Blev der lagt lige stor vægt på forbedring af protein- og smørfedtydelse, gav PSM-, PS- og VDS-indekset de bedste resultater i den nævnte rækkefølge. Var avlsmålet forbedring af proteinydelse alene, var rækkefølgen: PSM-, PS- og P-indekset.
3. Hvis den økonomiske vægtfaktor for mælkeydelse var negativ, blev PSM-indekset mere overlegent i forhold til de øvrige indekser, specielt hvis der samtidig blev lagt stor vægt på forbedring af proteinydelsen. Negativ vægt på mælkeydelse og anvendelse af PSM-indekset, er en indirekte selektion for højere fedt- og proteinprocent, men det må bemærkes, at fremgangen i protein- og smørfedtydelse samtidig hæmmes.
4. På grund af forskellene i de genetiske parametre for de 3 racer fandtes også mindre forskelle i den samlede genetiske fremgang. I hovedtrækkene virkede de forskellige selektionsindekser dog på samme måde inden for hver af de 3 racer.

5. Da sikkerheden på avlsværditallet i forskellige avlsdyrkategorier ikke ændres proportionalt for de forskellige selektionsindekser, kan avlsplanens udformning få indflydelse på de resultater, der opnås. Specielt var det sådan, at PSM-indekset blev mere overlegent, hvis der i avlsplanen blev selekteret stærkt i avlsdyrkategorier, hvor sikkerheden i forvejen var lav (hos køer). Det kan få betydning, hvis ægtransplantation bliver mere udbredt, og selektionsintensiteten i tyremødreleddet forøges.
6. Proteinregistrering kan med fordel anvendes i avlsarbejdet, hvis forbedring af proteinydelsen blot tillægges næsten lige så stor betydning som forbedring af smørfedtydelsen, og hvis selektionskriteriet er et indeks i lighed med PS- eller PSM-indekset. Derimod vil selektion på grundlag af proteinydelsen alene kun være fordelagtig, hvis forbedring af denne egenskab tillægges meget stor vægt i avlsmålet.
7. Resultaterne fra denne undersøgelse afveg ikke væsentligt fra dem, som blev rapporteret af f.eks. Jensen (1971), Petersen (1975), Anderson et al. (1978). Konklusionerne er ændret, først og fremmest fordi udgifterne til bestemmelse af mælkens proteinindhold er reduceret væsentligt siden da.

Uanset hvilke af de her undersøgte selektionsindekser, der anvendes, vil der ikke inden for en overskuelig årrække ske større avlsmæssige ændringer i mælkens sammensætning. Når det alligevel konkluderes at proteinregistreringerne med fordel kan indgå i avlsarbejdet skyldes det at:

1. De avlsmæssige forbedringer er varige således, at de niveauforskydninger, der skabes, bevares ud i fremtiden. Derfor vil selv små ændringer på længere sigt have stor økonomisk værdi.
2. Proteinydelsen har gennem de senere år fået større økonomisk betydning, og den tendens kan forventes at fortsætte fremover. Derfor må det formodes, at der i avlsarbejdet vil blive lagt større vægt på at få denne egenskab forbedret.
3. Udgifterne til bestemmelse af mælkens proteinindhold er reduceret væsentligt gennem de senere år.

Blandt de undersøgte selektionsindekser må PSM-indekset foretrækkes, fordi det i alle situationer giver det største økonomiske udbytte af 1 års avlsarbejde. De mere simple indekser som P-indekset og VDS-indekset vil under bestemte forudsætninger give næsten lige så gode resultater, men hvis avlsmålet eller avlsplanen ændres, kan det igen blive nødvendigt at revurdere selektionskriteriet. Det problem undgås, når PSM-indekset anvendes.

LITTERATUR

Andersen, B.B, Christensen, L.G., Jensen, J., Krag, H.K., Liboriussen, T., Madsen, P., Neimann-Sørensen, A. & Petersen, P.H., 1981. Avlsværdital anvendt i dansk kvægavl anno 1981. 513. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 53 pp.

Anderson, R.D., Everett, R.W. & Van Vleck, L.D., 1978. Economic analysis of protein testing for selection. J. Dairy Sci. 61:102-108.

Bar-Anan, R. & Soller, M., 1979. The effects of days-open on milk yield and on breeding policy post-partum. Anim. Prod. 29:109-119.

Brugerhåndbog, 1979. Brugerhåndbog. Kontrolforeningerne. Landsudvalget for Kvæg, Viby, Århus.

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

Christensen, L.G., 1983. Direkte Opdatering. Opgavebeskrivelse. Stenciltryk, 78 pp.

Cunningham, E.P. & Mclintock, A.E., 1974. Selection in dual-purpose cattle populations: Effect of beef crossing and cow replacement rates. Ann. Genet. Anim. 6:227-239.

Cunningham, E.P. & Ryan, J., 1975. A note on the effect of the discount rate and length of the accounting period on the economic value of genetic improvement in cattle populations. Anim. Prod. 21:77-80.

Fewson, D., 1983. Noter fra internordisk kursus på Tune i 1983 om Gene-flow. Stenciltryk.

Hansen, L.B., Freeman, A.E. & Berger, P.J., 1983. Yield and fertility relationships in dairy cattle. J. Dairy Sci. 66:293-305.

Harris, D.L., 1964. Expected and predicted progress from index selection involving estimates of population parameters. Biometrics 20:46-72.

Hazel, L.N., 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28:476-490.

Henderson, C.R., 1953. Estimation of variance and covariance components. Biometrics 9:226-252.

Hill, W.G., 1974. Prediction and evaluation of response to selection with overlapping generations. Anim. Prod. 18:117-139.

Hillers, J.K., Young, J.W., Freeman, A.E. & Dommerholt, J., 1979. Effects of milk composition and production on the feed costs of producing milk. J. Dairy Sci. 62:1662-1664.

Hillers, J.K., Nielsen, V.H., Freeman, A.E., Dommerholt, J. & Deiter, R.E., 1980. Value of fat and protein in producer milk. J. Dairy Sci. 63:322-327.

Hillers, J.K., 1984. Sire selection under alternative systems of milk pricing. J. Dairy Sci. 67:444-448.

Høj, S., 1985. Personlig meddelelse.

Jansen, J., Dommerholt, J. & Wismans, W.M.G., 1983. Breeding plans for milk production traits in the Netherlands. Report B-211 of the Research Institute for Animal Production, "Schoonoord", Holland, 9 pp.

Jensen, B., 1971. Avlsmæssige aspekter ved selektion for mælkeproduktionsegenskaber. Licentiatafhandling i Kvægets Avl og Fodring. Husdyrbrugsinstituttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 70 pp.

Jensen, J. & Madsen, P., 1980. Vejledning til EDB-programmet KVSELIN. Stenciltryk, Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 12 pp.

Johansen, E.Ø., 1983. Udnyttelsen af ung- og brugstyrematerialet i avlsarbejdet. Hovedopgave i Kvægets Avl, Husdyrbrugsinstituttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 67 pp.

Kragelund, K., Hillel, J. & Kalay, D., 1979. Genetic and phenotypic relationship between reproduction and milk production. J. Dairy Sci. 62:468-474.

Kuipers, A. & Shook, G.E., 1980. Net returns from selection under various component testing plans and milk pricing schemes. J. Dairy Sci. 63:1006-1018.

LK-årsberetning, 1983. Årsberetning, Landsudvalget for Kvæg. Landsudvalget for Kvæg, Viby, 244 pp.

Lin, C.Y., 1978: Index selection for genetic improvement of quantitative characters. Theor. Appl. Genet. 52:49-56.

Maijala, K. & Hanna, M., 1974. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. 1st World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Madrid, Oct. 7-11, 1974.

Mbah, D.A. & Hargrove, G.L., 1982. Genetic and economic implications of selecting for milk protein. J. Dairy Sci. 65:632-637.

Mclintock, A.E. & Cunningham E.P., 1974. Selection in dual purpose cattle populations: Defining the breeding objective. Anim. Prod. 18:237-247.

Meyer, K. & Hill, W.G., 1983. A note on the effects of sampling errors on the accuracy of genetic selection indicies. Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol. 100:27-32.

Mælk & Kød, 1984. De nye EF-priser og sødmælkens afregning. Mælk og Kød Orientering. April 1984(nr. 3):7.

Olds, D., Cooper, T. & Thrift, F.A., 1979. Effect of days open on economic aspects of current lactation. J. Dairy Sci. 62:1167-1170.

Pedersen, J., 1980. Forlængelse af dellaktationer. 503. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 150 pp.

Pedersen, J., 1984. Proteinydelsens placering i avlsarbejdet. Jersey-bladet, 78 (nr. 8):12-20.

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, 122 pp.

Petersen, P.H., 1975. An economic evaluation of different selection alternatives as means for improvement of milk protein yield. Livest. Prod. Sci. 2:221-233.

Petersen, P.H., 1980. Personlig meddelelse.

Petersen, P.H., 1984. Kvægets Avl. DSR-forlag, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 261 pp.

Petersen, P.H. & Madsen, P., 1975. Undersøgelser vedrørende R-tals korrelationsfaktorer. Intern rapport. Husdyrbrugsinstituttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 6 pp.

Petersen, P.H., Ovesen, E., Christensen, L.G. & Andersen, B.B., 1973. Kvægavlens planlægning for malke- og kombinationsracer. 411. beretning fra Forsøgslaboratoriet, København, 87 pp.

Rendel, J.M. & Robertson, A., 1950. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. J. Genet. 50:1-8

Rønningen, K., 1971. Tables for estimating the loss in efficiency when selecting according to an index based on a false economic ratio between two traits. Acta. Agric. Scand. 21:33-49.

Sales, J. & Hill, W.G., 1976a. Effect of sampling errors on efficiency of selection indicies. 1. Use of information from relatives for single trait improvement. Anim. Prod. 22:1-17.

Sales, J. & Hill, W.G., 1976b. Effect of sampling errors on efficiency of selection indicies. 2. Use of information on associated traits for improvement of a single important trait. Anim. Prod. 23:1-14.

SAS User´s Guide, 1979. SAS User´s Guide. 1979 Edition. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, 494 pp.

Schaeffer, L.R. & Henderson, C.R., 1972. Effect of days dry and days open on Holstein milk production. J. Dairy Sci. 55:107-112.

Searle, S.R., 1968. Another look at Henderson´s methods of estimating variance components. Biometrics 25:749-787.

Searle, S.R., 1979. Notes on variance component estimation. A detailed account of Maximum Likelihood and kindred methodology. Biometrics Unit, Cornell University, Ithaca, New York, 146 pp.

S-indeksrapport, 1983. Rapport S-indeks for tyre. Landskontoret for Kvæg, Viby, 24 pp.

Skjervold, H., 1982. Cattle breeding in Norway. Buskap og avdrått NRF Norway, 32 pp.

Smith, C., 1978. The effect of inflation and form of investment on the estimated value of genetic improvement in farm livestock. Anim. Prod. 26:101-110.

Smith, C., 1983. Effects of changes in economic weights on the efficiency of index selection. J. Anim. Sci. 56:1057-1064.

Sweiger, L.A., Harvey, W.R., Everson, D.O. & Gregory, K.E., 1964. The variance of intraclass correlation involving groups with one observation. Biometrics 20:818-826.

Tallis, G.M., 1959. Sampling errors of genetic correlations coefficients calculated from analysis of variance and covariance. Aust. J. Stat. 1:35-43.

Thompson, J.R., Freeman, A.E. & Berger, P.J., 1982. Days-open adjusted, annualized and fat-corrected yields as alternatives to mature equivalent records. J. Dairy Sci. 65:1562-1577.

Van Vleck, L.D., 1978. Breeding for increased protein content in milk. J. Dairy Sci. 61:815-824.

Van Vleck, L.D., 1979. Notes on the theory and application of selection principles for the genetic improvement of animals. Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, New York, 257 pp.

APPENDIKS A

Tabel A1 Simple gennemsnit hos RDM, opdelt på kælvningsår.
Means in RDM by year of calving.

	Antal *Number*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH	BGNS	ALDER/ FKI
1. laktation *(lactation)*									
1978	234	215	176	5182	4.15	3.39	0.82	220	878
1979	5099	205	171	5027	4.09	3.41	0.84	209	895
1980	2250	209	174	5055	4.15	3.45	0.83	209	852
1981	8777	211	176	5081	4.16	3.46	0.84	211	871
1982	5275	220	184	5293	4.17	3.48	0.84	219	867
1983	243	217	182	5248	4.14	3.48	0.84	223	867
Total	21878	212	176	5120	4.14	3.45	0.84	213	874
2. laktation *(lactation)*									
1978	185	227	185	5489	4.14	3.38	0.82	212	405
1979	3459	218	182	5322	4.10	3.44	0.84	207	403
1980	1571	227	190	5523	4.11	3.46	0.84	207	404
1981	6433	231	194	5520	4.19	3.52	0.84	210	405
1982	3747	238	201	5697	4.19	3.54	0.85	217	403
1983	172	239	203	5740	4.18	3.55	0.85	220	405
Total	15567	229	193	5521	4.16	3.50	0.84	211	404
3. laktation *(lactation)*									
1978	70	247	198	5915	4.19	3.35	0.80	218	390
1979	1820	231	190	5631	4.12	3.38	0.83	207	388
1980	745	244	203	5982	4.09	3.39	0.83	207	387
1981	3600	241	201	5852	4.12	3.43	0.84	207	386
1982	2261	256	212	6164	4.16	3.45	0.83	216	387
1983	110	263	219	6366	4.14	3.44	0.84	223	395
Total	8606	244	202	5905	4.13	3.42	0.83	210	387
>3. laktation *(lactation)*									
1978	43	244	198	5945	4.14	3.34	0.81	213	392
1979	1265	237	195	5781	4.11	3.37	0.83	206	389
1980	597	245	202	6016	4.07	3.37	0.83	206	388
1981	3373	243	202	5943	4.09	3.41	0.84	206	390
1982	2146	255	213	6244	4.08	3.42	0.84	213	387
1983	71	262	219	6429	4.08	3.42	0.84	218	386
Total	7495	246	204	6012	4.09	3.40	0.84	208	389

Tabel A2 Simple gennemsnit hos SDM, opdelt på kælvningsår.
Means in SDM by year of calving.

	Antal *Number*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH	BGNS	ALDER/ FKI
1. laktation *(lactation)*									
1978	684	202	164	5072	4.00	3.24	0.81	205	842
1979	9557	197	163	5003	3.96	3.26	0.83	201	869
1980	4255	199	164	5065	3.93	3.24	0.83	199	853
1981	21415	203	168	5068	4.02	3.32	0.83	201	873
1982	23105	215	177	5371	4.01	3.31	0.83	212	878
1983	1248	215	178	5477	3.95	3.26	0.83	218	853
Total	60264	207	171	5182	4.00	3.30	0.83	206	873
2. laktation *(lactation)*									
1978	505	224	183	5539	4.05	3.31	0.82	205	386
1979	3920	216	179	5457	3.99	3.30	0.83	202	386
1980	2583	224	186	5643	3.98	3.30	0.83	199	395
1981	15046	225	187	5582	4.05	3.37	0.84	200	390
1982	16215	238	198	5876	4.07	3.39	0.84	210	385
1983	888	246	204	6101	4.05	3.36	0.83	216	393
Total	39157	230	191	5707	4.05	3.37	0.84	205	388
3. laktation *(lactation)*									
1978	253	245	196	6086	4.02	3.22	0.80	206	381
1979	1511	235	191	5878	4.00	3.25	0.82	201	375
1980	1458	240	197	6114	3.93	3.22	0.82	197	379
1981	9710	243	199	6061	4.01	3.30	0.83	199	374
1982	9901	255	210	6362	4.02	3.31	0.83	210	376
1983	551	261	214	6541	3.99	3.27	0.82	215	375
Total	23384	248	203	6191	4.01	3.30	0.83	204	375
>3. laktation *(lactation)*									
1978	117	251	202	6248	4.02	3.24	0.81	206	382
1979	673	235	192	5935	3.96	3.24	0.82	199	376
1980	896	242	199	6218	3.89	3.20	0.83	197	376
1981	6833	238	198	6040	3.95	3.28	0.83	196	375
1982	5860	250	207	6300	3.98	3.30	0.83	206	375
1983	326	260	215	6586	3.97	3.28	0.83	213	377
Total	14705	244	202	6163	3.96	3.28	0.83	201	375

Tabel A3 Simple gennemsnit hos Jersey, opdelt på kælvningsår.
Means in Jersey by year of calving.

	Antal *Number*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH	BGNS	ALDER/ FKI
1. laktation *(lactation)*									
1979	509	227	143	3729	6.12	3.86	0.63	233	758
1980	8980	224	143	3639	6.17	3.95	0.64	229	774
1981	9285	228	146	3693	6.19	3.96	0.64	228	775
1982	5275	237	152	3849	6.17	3.97	0.65	234	781
1983	308	239	153	3894	6.16	3.94	0.64	241	776
Total	24357	228	146	3710	6.18	3.96	0.64	230	776
2. laktation *(lactation)*									
1979	747	265	167	4248	6.26	3.95	0.63	232	383
1980	7161	254	163	4068	6.27	4.03	0.64	229	387
1981	7012	256	165	4093	6.28	4.05	0.65	227	388
1982	4051	266	172	4250	6.28	4.07	0.65	233	385
1983	194	274	176	4380	6.28	4.03	0.64	240	390
Total	19165	258	166	4126	6.28	4.04	0.65	229	387
3. laktation *(lactation)*									
1979	515	274	174	4458	6.18	3.92	0.64	231	373
1980	5194	271	174	4358	6.24	4.00	0.64	228	379
1981	5117	275	176	4403	6.26	4.02	0.65	227	378
1982	2828	283	183	4541	6.25	4.05	0.65	233	376
1983	124	284	183	4567	6.23	4.01	0.65	234	373
Total	13778	275	177	4418	6.25	4.02	0.65	229	378
>3. laktation *(lactation)*									
1979	943	282	180	4625	6.11	3.90	0.64	232	378
1980	9393	270	175	4419	6.12	3.97	0.65	227	382
1981	9464	273	178	4453	6.14	4.01	0.66	225	379
1982	5094	285	187	4642	6.14	4.04	0.66	232	378
1983	230	294	193	4813	6.14	4.03	0.66	239	373
Total	25124	275	179	4488	6.13	4.00	0.65	228	380

Tabel A4 Simple gennemsnit hos RDM, opdelt på kælvningsmåned.
Means in RDM by month of calving.

	Antal *Number*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSPH	BGNS	ALDER FKI
1. laktation *(lactation)*									
Januar	2587	207	173	5051	4.12	3.43	0.84	213	844
Februar	1121	202	168	4906	4.12	3.43	0.84	210	842
Marts	781	200	166	4828	4.14	3.44	0.84	208	848
April	608	196	163	4738	4.14	3.44	0.83	210	843
Maj	548	192	160	4636	4.14	3.45	0.84	207	857
Juni	528	196	163	4688	4.18	3.49	0.84	211	863
Juli	1127	211	176	5081	4.17	3.48	0.84	216	888
August	2133	211	177	5094	4.15	3.48	0.84	212	907
September	2862	216	180	5217	4.15	3.47	0.84	211	917
Oktober	2209	219	182	5293	4.14	3.45	0.84	211	895
November	3337	219	182	5274	4.17	3.46	0.83	214	868
December	4037	214	178	5191	4.14	3.44	0.83	216	855
Total	21878	212	176	5120	4.14	3.45	0.84	213	874
2. laktation *(lactation)*									
Januar	1946	232	194	5604	4.15	3.47	0.84	211	409
Februar	1059	228	190	5504	4.15	3.46	0.84	208	423
Marts	1300	222	187	5405	4.12	3.46	0.84	206	427
April	917	218	183	5255	4.16	3.49	0.84	208	427
Maj	572	213	179	5112	4.17	3.52	0.85	206	424
Juni	492	217	183	5139	4.23	3.58	0.85	208	416
Juli	654	217	184	5164	4.22	3.59	0.85	211	387
August	1088	220	187	5241	4.20	3.58	0.85	211	371
September	1246	230	194	5510	4.18	3.54	0.85	211	378
Oktober	1231	240	200	5713	4.20	3.51	0.84	212	395
November	2193	238	199	5745	4.15	3.48	0.84	213	399
December	2869	236	197	5695	4.15	3.47	0.84	213	405
Total	15567	229	193	5521	4.16	3.50	0.84	211	404
3. laktation *(lactation)*									
Januar	1064	249	205	6046	4.12	3.40	0.83	211	389
Februar	596	241	199	5874	4.10	3.39	0.83	207	392
Marts	832	230	190	5599	4.10	3.40	0.83	205	390
April	622	229	190	5583	4.11	3.41	0.83	204	396
Maj	421	228	190	5520	4.15	3.45	0.84	205	406
Juni	297	231	193	5536	4.18	3.48	0.84	210	394
Juli	386	232	195	5587	4.16	3.50	0.85	210	380
August	522	233	196	5626	4.16	3.49	0.84	210	373
September	553	249	207	5976	4.17	3.47	0.84	210	376
Oktober	582	252	208	6042	4.17	3.45	0.83	210	378
November	1205	254	210	6132	4.14	3.42	0.83	212	383
December	1526	255	210	6216	4.11	3.39	0.83	214	388
Total	8606	244	202	5905	4.13	3.42	0.83	210	387
>3. laktation *(lactation)*									
Januar	764	253	208	6175	4.11	3.38	0.83	210	394
Februar	502	243	202	5972	4.07	3.38	0.83	206	384
Marts	893	237	197	5835	4.07	3.38	0.84	203	388
April	616	230	192	5665	4.07	3.40	0.84	203	394
Maj	409	228	193	5624	4.07	3.43	0.85	204	398
Juni	324	232	195	5684	4.09	3.44	0.85	205	399
Juli	301	239	201	5840	4.10	3.45	0.85	209	395
August	423	236	197	5712	4.13	3.46	0.84	209	385
September	483	250	208	6039	4.14	3.46	0.84	210	384
Oktober	504	255	212	6210	4.12	3.43	0.84	211	381
November	1029	258	213	6299	4.10	3.40	0.83	212	384
December	1247	254	210	6255	4.06	3.37	0.83	212	387
Total	7495	246	204	6012	4.09	3.40	0.84	208	389

Tabel A5 Simple gennemsnit hos SDM, opdelt på kælvningsmåned.
Means in SDM by month of calving.

	Antal *Number*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH	BGNS	ALDER/ FKI
1. laktation *(lactation)*									
Januar	6729	205	169	5208	3.95	3.26	0.83	206	850
Februar	2863	198	164	5002	3.97	3.28	0.83	202	853
Marts	2255	194	161	4916	3.96	3.28	0.83	201	858
April	2031	189	156	4758	3.99	3.30	0.83	201	852
Maj	1765	188	156	4719	3.99	3.31	0.83	202	856
Juni	1733	191	159	4774	4.02	3.35	0.84	203	861
Juli	3391	198	165	4929	4.03	3.35	0.83	205	878
August	5767	206	171	5083	4.06	3.37	0.83	206	901
September	7133	211	175	5253	4.04	3.34	0.83	205	910
Oktober	5270	216	177	5366	4.04	3.32	0.82	206	887
November	9745	215	176	5376	4.01	3.28	0.82	207	872
December	11582	210	172	5304	3.96	3.36	0.83	208	856
Total	60264	207	171	5182	4.00	3.30	0.83	206	873
2. laktation *(lactation)*									
Januar	4388	233	193	5824	4.01	3.33	0.83	206	395
Februar	2906	226	188	5667	3.99	3.33	0.84	199	405
Marts	3138	222	184	5563	3.99	3.33	0.84	198	407
April	2091	218	182	5441	4.02	3.35	0.84	200	405
Maj	1380	217	183	5402	4.03	3.39	0.85	202	392
Juni	1334	214	181	5278	4.07	3.44	0.85	201	382
Juli	1938	219	184	5344	4.11	3.45	0.84	204	362
August	2922	221	186	5375	4.12	3.47	0.85	206	361
September	3104	232	194	5679	4.10	3.43	0.84	206	370
Oktober	3053	240	198	5879	4.09	3.39	0.83	206	381
November	5692	240	198	5943	4.05	3.35	0.83	207	390
December	7211	237	196	5912	4.02	3.33	0.83	209	392
Total	39157	230	191	5707	4.05	3.37	0.84	205	388
3. laktation *(lactation)*									
Januar	2633	250	204	6289	3.98	3.26	0.82	205	379
Februar	2014	240	198	6071	3.96	3.27	0.83	198	376
Marts	2368	238	197	6009	3.96	3.28	0.83	198	380
April	1436	232	193	5873	3.96	3.29	0.83	199	384
Maj	923	233	194	5850	3.99	3.33	0.84	199	386
Juni	858	236	196	5857	4.03	3.36	0.84	200	377
Juli	1107	237	196	5834	4.07	3.37	0.83	204	362
August	1231	243	202	5974	4.08	3.39	0.83	205	364
September	1408	252	207	6191	4.08	3.36	0.83	206	366
Oktober	1561	261	212	6391	4.09	3.33	0.82	207	371
November	3515	257	210	6412	4.02	3.28	0.82	207	374
December	4330	256	209	6435	3.98	3.25	0.82	209	376
Total	23384	248	203	6191	4.01	3.30	0.83	204	375
>3. laktation *(lactation)*									
Januar	1619	249	205	6299	3.95	3.26	0.83	202	375
Februar	1666	237	198	6084	3.90	3.26	0.84	194	370
Marts	1902	234	195	5978	3.91	3.26	0.84	195	374
April	1084	230	192	5854	3.94	3.29	0.84	197	383
Maj	750	230	193	5849	3.94	3.30	0.84	198	389
Juni	620	232	195	5840	3.97	3.35	0.85	201	384
Juli	613	237	198	5929	4.01	3.35	0.84	202	378
August	589	239	199	5905	4.06	3.38	0.84	204	370
September	685	246	204	6095	4.03	3.35	0.84	204	367
Oktober	860	258	211	6386	4.05	3.32	0.82	205	372
November	1922	258	212	6493	3.98	3.27	0.83	206	374
December	2395	252	206	6394	3.94	3.24	0.83	205	376
Total	14705	244	202	6163	3.96	3.28	0.83	201	375

Tabel A6 Simple gennemsnit hos Jersey, opdelt på kælvningsmåned.
Means in Jersey by month of calving.

	Antal *Number*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH	BGNS	ALDER/ FKI
1. laktation *(lactation)*									
Januar	2794	228	146	3740	6.11	3.91	0.64	231	763
Februar	1515	218	140	3585	6.11	3.92	0.64	227	769
Marts	1595	213	137	3502	6.11	3.93	0.65	224	776
April	1251	213	137	3480	6.14	3.95	0.65	224	784
Maj	912	208	134	3378	6.18	3.96	0.64	222	786
Juni	817	216	140	3492	6.22	4.02	0.65	228	789
Juli	1352	225	144	3587	6.30	4.03	0.64	230	784
August	1902	230	147	3670	6.28	4.03	0.64	231	789
September	2192	235	151	3769	6.27	4.01	0.64	231	787
Oktober	2188	235	150	3789	6.22	3.97	0.64	229	776
November	3549	238	152	3871	6.18	3.95	0.64	233	773
December	4290	235	150	3845	6.13	3.91	0.64	234	766
Total	24357	228	146	3710	6.18	3.96	0.64	230	776
2. laktation *(lactation)*									
Januar	2333	264	169	4242	6.25	3.99	0.64	231	387
Februar	1353	257	165	4161	6.21	3.99	0.65	226	396
Marts	1657	250	161	4055	6.18	3.99	0.65	222	403
April	1194	246	159	3971	6.20	4.02	0.65	224	407
Maj	851	240	156	3864	6.24	4.06	0.65	222	412
Juni	648	243	156	3810	6.40	4.13	0.65	224	392
Juli	865	248	160	3917	6.36	4.11	0.65	228	380
August	1173	250	162	3931	6.39	4.14	0.65	231	370
September	1280	256	166	4030	6.40	4.13	0.65	231	371
Oktober	1493	262	170	4191	6.29	4.07	0.65	230	379
November	2535	267	172	4270	6.28	4.04	0.65	233	381
December	3783	266	170	4252	6.27	4.01	0.64	233	384
Total	19165	258	166	4126	6.28	4.04	0.65	229	387
3. laktation *(lactation)*									
Januar	1711	280	178	4500	6.23	3.98	0.64	231	377
Februar	1019	271	174	4391	6.18	3.98	0.65	225	377
Marts	1342	266	172	4350	6.13	3.95	0.65	222	385
April	1011	261	169	4242	6.17	4.00	0.65	223	392
Maj	646	263	170	4207	6.26	4.04	0.65	224	395
Juni	498	257	166	4093	6.29	4.08	0.65	224	391
Juli	602	264	171	4186	6.34	4.11	0.65	227	377
August	758	268	173	4222	6.36	4.11	0.65	230	369
September	800	274	176	4311	6.39	4.11	0.65	231	371
Oktober	974	280	180	4452	6.30	4.05	0.65	229	371
November	1791	287	184	4608	6.25	4.02	0.64	233	372
December	2626	286	182	4591	6.25	3.98	0.64	233	374
Total	13778	275	177	4418	6.25	4.02	0.65	229	378
>3. laktation *(lactation)*									
Januar	2930	281	182	4612	6.11	3.95	0.65	229	380
Februar	1910	273	178	4600	6.08	3.96	0.65	225	377
Marts	2913	269	176	4445	6.06	3.96	0.66	223	381
April	2063	265	173	4370	6.06	3.97	0.66	224	388
Maj	1411	259	170	4255	6.09	4.00	0.66	223	396
Juni	1052	258	169	4190	6.16	4.04	0.66	223	395
Juli	1075	264	174	4289	6.18	4.07	0.66	226	387
August	1255	266	174	4251	6.27	4.10	0.66	229	377
September	1342	273	178	4384	6.23	4.08	0.66	229	372
Oktober	1593	280	182	4512	6.23	4.05	0.65	229	371
November	3088	286	186	4643	6.16	4.02	0.65	232	375
December	4492	285	184	4659	6.13	3.97	0.65	231	376
Total	25124	275	179	4488	6.13	4.00	0.65	228	380

Tabel A7 Effekt af kælvningsmåned på smørfedtydelsen.
Effect of month of calving on fat yield.

Race *Breed*	RDM				SDM				Jersey			
Laktation *Lactation*	1	2	3	>3	1	2	3	>3	1	2	3	>3
Januar	-4.80	-3.21	-4.98	-0.35	-4.02	-3.22	-3.03	0.01	-6.27	-1.23	-6.87	3.29
Februar	-7.36	-4.36	-7.12	-5.43	-7.50	-2.47	-5.55	-4.42	-11.54	-1.47	-10.10	-6.52
Marts	-8.08	-8.79	-15.49	-8.45	-10.33	-6.00	-7.81	-8.30	-14.60	-5.42	-11.34	-7.63
April	-14.12	-14.40	-16.29	-15.82	-15.65	-11.35	-14.88	-13.33	-15.89	-11.04	-17.04	-13.16
Maj	-16.63	-17.70	-17.39	-19.08	-18.31	-14.21	-13.96	-14.55	-19.26	-14.99	-16.92	-18.74
Juni	-16.50	-15.81	-20.61	-16.15	-15.90	-16.07	-12.78	-16.35	-16.24	-15.16	-22.87	-19.55
Juli	-6.20	-18.95	-19.29	-13.26	-11.86	-14.88	-15.27	-12.57	-8.38	-13.61	-18.02	-16.23
August	-3.66	-15.01	-17.69	-16.22	-5.83	-14.33	-9.23	-12,51	-4.82	-14.07	-18.08	-18.20
September	2.51	-5.28	-2.18	-3.15	0.60	-3.18	-1.50	-5.31	1.51	-8.51	-12.03	-11.41
Oktober	6.58	3.80	0.80	1.96	5.35	4.01	5.77	5.18	2.92	-0.48	-5.08	-3.89
November	5.04	1.95	-0.24	3.63	4.95	3,97	2.89	5.51	2.94	1.04	-0.37	-1.03
December	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennemsnit *Average yield*	212	229	244	246	207	230	248	244	228	258	275	275

Tabel A8 Effekt af kælvningsmåned på proteinydelsen.
Effect of month of calving on protein yield.

Race *Breed*	RDM				SDM				Jersey			
Laktation *Lactation*	1	2	3	>3	1	2	3	>3	1	2	3	>3
Januar	-3.87	-3.22	-5.28	-2.49	-2.92	-2.60	-2.93	-0.24	-4.23	-1.66	-4.41	-3.45
Februar	-6.18	-4.00	-5.95	-4.91	-5.91	-1.59	-3.71	-1.24	-7.20	-0.87	-5.23	-3.70
Marts	-7.05	-6.65	-12.85	-7.37	-8.04	-4.35	-4.95	-4.96	-8.89	-3.01	-5.71	-3.84
April	-12.28	-11.74	-13.33	-12.61	-12.67	-8.78	-10.12	-8.70	-9.80	-6.12	-8.12	-7.58
Maj	-13.52	-13.73	-13.33	-13.22	-14.03	-9.16	-8.47	-8.98	-12.35	-8.10	-8.96	-10.41
Juni	-13.46	-11.38	-15.70	-11.36	-11.58	-10.42	-7.85	-9.07	-9.34	-9.49	-12.06	-11.23
Juli	-4.41	-12.90	-13.49	-8.98	-8.34	-10.24	-11.09	-7.40	-5.59	-7.92	-8.96	-8.27
August	-1.57	-9.45	-11.56	-11.83	-3.67	-8.92	-4.78	-7.61	-2.87	-7.43	-9.28	-10.55
September	2.61	-2.10	-0.43	-1.58	1.14	-0.83	-0.40	-2.59	0.80	-4.43	-6.04	-6.13
Oktober	5.21	2.72	0.53	2.25	3.87	3.15	3.87	3.73	1.20	0.76	-1.65	-2.15
November	3.58	1.98	-0.52	2.26	3.17	3.06	1.64	4.62	1.64	1.16	0.96	0.01
December	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennemsnit *Average yield*	176	193	202	204	171	191	203	202	146	166	177	179

Tabel A9 Effekt af kælvningsmåned på mælkeydelsen.
Effect of month of calving on milk yield.

Race *Breed*	RDM				SDM				Jersey			
Laktation *Lactation*	1	2	3	>3	1	2	3	>3	1	2	3	>3
Januar	-95	-77	-156	-85	-92	-81	-86	-35	-92	-4	-86	-41
Februar	-186	-113	-197	-180	-207	-60	-145	-76	-185	-9	-116	-75
Marts	-231	-189	-415	-253	-275	-144	-203	-197	-242	-50	-109	-90
April	-366	-365	-434	-439	-441	-313	-372	-353	-282	-153	-222	-183
Maj	-433	-471	-507	-507	-508	-390	-393	-386	-361	-240	-282	-296
Juni	-462	-488	-621	-460	-478	-495	-415	-464	-326	-329	-393	-357
Juli	-184	-522	-567	-401	-387	-507	-527	-417	-244	-280	-344	-302
August	-112	-430	-515	-516	-266	-496	-391	-477	-170	-300	-351	-390
September	24	-167	-159	-204	-082	-202	-196	-276	-63	-210	-270	-256
Oktober	129	20	-100	-40	41	-6	-25	-23	-12	-20	-107	-130
November	83	47	-68	24	64	52	-3	75	18	11	5	-37
December	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennemsnit *Average yield*	5120	5521	5905	6012	5182	5707	6191	6163	3710	4126	4418	4488

Tabel A10 Effekt af tomperiodens længde på ydelsesresultaterne. Tomperiode = SKI - drægtighedsperiode; drægtighedsperioden antages at være 281, 279 og 280 dage hos henholdsvis RDM, SDM og Jersey.
Effect of days open on yield records. Days open = SKI - length of gestation; length of gestation was assumed to be 281, 279 and 280 days in RDM, SDM and Jersey, respectively.

	Tomperiode *Days open*		100/Tomperiode *100/Days open*	
Laktation *Lactation*	1	2	1	2
Smørfedtydelse *(SMF)*				
RDM	0.1134	0.2119	-13.06	-21.84
SDM	0.1389	0.2162	-12.92	-16.73
Jersey	0.1513	0.3166	-13.49	-19.36
Proteinydelse *(PRT)*				
RDM	0.0956	0.1972	-11.24	-18.85
SDM	0.1236	0.1611	-11.80	-13.09
Jersey	0.1018	0.1994	- 8.93	-11.65
Mælkeydelse *(MLK)*				
RDM	3.1888	5.8836	-363.0	-564.4
SDM	4.1128	5.0061	-378.6	-409.2
Jersey	2.6402	4.5627	-221.5	-264.8

Tabel A11 Estimater af den additive genetiske spredning på ydelsen hos døtre af ungtyre.
Estimates of the additive genetic standard deviation of yield records from daughters of young bulls.

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	VPCT	PSFH
1. laktation *(lactation)*							
RDM	17.34	14.55	411.3	0.21	0.13	0.28	0.039
SDM	16.81	14.36	463.1	0.26	0.18	0.38	0.051
Jersey	18.74	12.50	362.1	0.46	0.19	0.62	0.030
2. laktation *(lactation)*							
RDM	16.98	13.14	366.4	0.21	0.14	0.29	0.043
SDM	19.36	16.66	552.0	0.28	0.16	0.39	0.047
Jersey	21.47	14.09	387.9	0.44	0.19	0.59	0.030
3. laktation *(lactation)*							
RDM	22.54	20.02	568.5	0.21	0.17	0.31	0.045
SDM	18.26	18.23	607.4	0.25	0.17	0.37	0.043
Jersey	21.94	14.35	373.3	0.40	0.17	0.53	0.029

Tabel A12 Estimater af den fænotypiske spredning på ydelsen hos døtre af ungtyre.
Estimates of phenotypic standard deviation of yield records from daughters of young bulls.

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	VPCT	PSFH
1. laktation *(lactation)*							
RDM	33.28	26.50	804.9	0.32	0.18	0.44	0.056
SDM	33.53	26.35	857.0	0.34	0.20	0.48	0.062
Jersey	36.29	23.02	626.0	0.50	0.23	0.67	0.040
2. laktation *(lactation)*							
RDM	40.50	31.67	948.9	0.35	0.22	0.50	0.062
SDM	41.58	31.87	1036.0	0.38	0.23	0.55	0.064
Jersey	42.37	26.39	710.1	0.52	0.25	0.71	0.042
3. laktation *(lactation)*							
RDM	42.09	32.62	971.7	0.35	0.20	0.48	0.065
SDM	41.77	31.47	1001.3	0.37	0.21	0.51	0.064
Jersey	44.08	26.82	719.6	0.51	0.24	0.69	0.043

Tabel A13 Middelfejlen på heritabilitetsestimaterne.
Standard deviation of the estimates of heritability.

Egenskab *Trait*	SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	VPCT	PSFH
1. laktation *(lactation)*							
RDM	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06
SDM	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
Jersey	0.03	0.03	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05
2. laktation *(lactation)*							
RDM	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06
SDM	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
Jersey	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05
3. laktation *(lactation)*							
RDM	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08
SDM	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Jersey	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.05

Tabel A14 Middelfejl på estimaterne af genetiske korrelationer mellem ydelser fra samme laktation hos døtre og ungtyre. *Within lactation standard deviation of the estimates of genetic correlations between yield records from daughters of young bulls.*

Egenskaber *Trait*	SMF PRT	SMF MLK	PRT MLK	FPCT PPCT	FPCT PSFH	PPCT PSFH
1. laktation *(lactation)*						
RDM	0.04	0.05	0.02	0.08	0.05	0.08
SDM	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04
Jersey	0.03	0.05	0.02	0.03	0.03	0.06
2. laktation *(lactation)*						
RDM	0.10	0.10	0.06	0.10	0.09	0.09
SDM	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	0.06
Jersey	0.03	0.06	0.03	0.04	0.04	0.08
3. laktation *(lactation)*						
RDM	0.06	0.01	0.05	0.13	0.12	0.10
SDM	0.06	0.06	0.03	0.07	0.07	0.07
Jersey	0.04	0.08	0.03	0.05	0.05	0.09

Tabel A15 Middelfejl på estimaterne af genetiske korrelationer mellem ydelser fra samme laktation hos døtre af ungtyre. *Within lactation standard deviation of estimates of genetic correlations between yield records from daughters of young bulls.*

Egenskaber *Trait*	SMF FPCT	SMF PPCT	SMF PSFH	PRT FPCT	PRT PPCT	PRT PSFH	MLK FPCT	MLK PPCT	MLK PSFH
1. laktation *(lactation)*									
RDM	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
SDM	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Jersey	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07
2. laktation *(lactation)*									
RDM	0.13	0.14	0.12	0.15	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14
SDM	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07
Jersey	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08
3. laktation *(lactation)*									
RDM	0.18	0.15	0.16	0.16	0.12	0.13	0.16	0.14	0.15
SDM	0.11	0.11	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08
Jersey	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10

Tabel A16 Estimater af de miljømæssige korrelationer mellem ydelser fra samme laktation hos døtre af ungtyre.
Within lactation estimates of environmental correlations between yield records from daughters of young bulls.

Egenskaber *Trait*	SMF PRT	SMF MLK	PRT MLK	FPCT PPCT	FPCT PSFH	PPCT PSFH
1. laktation *(lactation)*						
RDM	0.94	0.91	0.97	0.58	-0.79	0.04
SDM	0.95	0.92	0.99	0.69	-0.91	-0.29
Jersey	0.95	0.97	0.97	0.20	-0.65	0.38
2. laktation *(lactation)*						
RDM	0.94	0.92	0.96	0.60	-0.82	0.14
SDM	0.95	0.91	0.96	0.60	-0.69	0.17
Jersey	0.95	0.94	0.96	0.46	-0.66	0.35
3. laktation *(lactation)*						
RDM	0.92	0.87	0.98	0.58	-0.79	-0.08
SDM	0.93	0.89	0.96	0.53	-0.83	0.06
Jersey	0.94	0.93	0.95	0.48	-0.65	0.34

Tabel A17 Estimater af miljømæssige korrelationer mellem ydelser fra samme laktation hos døtre af ungtyre.
Within lactation estimates of environmental correlations between yield record from daughters and young bulls.

Egenskaber *Trait*	SMF FPCT	SMF PPCT	SMF PSFH	PRT FPCT	PRT PPCT	PRT PSFH	MLK FPCT	MLK PPCT	MLK PSFH
1. laktation *(lactation)*									
RDM	0.31	0.09	-0.26	-0.11	0.27	0.32	-0.31	-0.18	0.19
SDM	0.30	-0.07	-0.36	-0.19	0.24	0.42	-0.47	-0.42	0.13
Jersey	0.24	0.16	-0.24	-0.19	0.02	0.30	-0.56	-0.48	0.39
2. laktation *(lactation)*									
RDM	0.45	0.06	-0.04	-0.06	0.35	0.33	-0.28	-0.24	0.11
SDM	0.26	-0.02	-0.33	-0.25	0.11	0.39	-0.52	-0.45	0.25
Jersey	0.27	0.14	-0.25	-0.15	0.09	0.32	-0.51	-0.42	0.33
3. laktation *(lactation)*									
RDM	0.19	0.06	-0.14	-0.11	0.41	0.45	-0.33	-0.17	0.14
SDM	0.02	-0.08	-0.09	-0.35	0.15	0.57	-0.64	-0.45	0.32
Jersey	0.35	0.24	-0.26	-0.10	0.17	0.31	-0.45	-0.32	0.36

Tabel A18 Middelfejlen på estimaterne af genetiske korrelationer mellem ydelser fra forskellige laktationer.
Standard deviation of estimates of genetic correlations between yield records from different lactations.

	Laktation *Lactation*	Egenskab *(Trait)* SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH
RDM	1-2*	0.19	0.20	0.16	0.00	0.05	0.00
	1-2	0.19	0.33	0.24	0.00	0.23	0.00
	2-3	0.39	>1.00	>1.00	0.03	0.21	0.03
	1-3	0.55	0.68	>1.00	0.00	0.32	0.00
SDM	1-2*	0.06	0.05	0.06	0.00	0.02	0.01
	1-2	0.29	0.24	0.20	0.00	0.00	0.08
	2-3	0.34	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00
	1-3	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Jersey	1-2*	0.06	0.05	0.03	0.01	0.02	0.02
	1-2	0.19	0.14	0.19	0.05	0.08	0.06
	2-3	0.27	0.20	0.19	0.01	0.00	0.06
	1-3	0.25	0.18	0.19	0.05	0.07	0.05

*Køer med mindst 2 laktationer; de øvrige resultater vedrører køer med mindst 3 laktationer
Cows with at least 2 lactations; remaining results are from cows with at least 3 lactations.

Tabel A19 Estimater af miljømæssige korrelationer mellem ydelser fra forskellige laktationer.
Estimates of environmental correlations between yield record from different lactations.

	Laktation *Lactation*	Egenskab *(Trait)* SMF	PRT	MLK	FPCT	PPCT	PSFH
RDM	1-2*	0.37	0.42	0.38	0.44	0.33	0.28
	1-2	0.15	0.41	0.23	0.37	0.45	0.27
	2-3	0.18	0.25	0.28	0.38	0.52	0.16
	1-3	0.43	0.57	0.57	0.24	0.66	0.15
SDM	1-2*	0.26	0.31	0.29	0.53	0.32	0.41
	1-2	0.35	0.39	0.33	0.51	0.33	0.46
	2-3	0.37	0.38	0.33	0.58	0.34	0.35
	1-3	0.26	0.23	0.23	0.53	0.39	0.40
Jersey	1-2*	0.23	0.28	0.14	(-3.65)	-0.48	0.26
	1-2	0.20	0.17	0.22	(2.79)	0.02	0.15
	2-3	0.30	0.31	0.20	-0.33	-0.75	0.30
	1-3	0.38	0.39	0.46	0.40	0.07	0.19

*Køer med mindst 2 laktationer; de øvrige resultater vedrører køer med mindst 3 laktationer
Cows with at least 2 lactations; remaining results are from cows with at least 3 lactations.

Tabel A20 Samlet udbytte (kr.) af et års avlsarbejde pr. ko i racen målt som afvigelse fra de resultater, der opnås ved selektion på smørfedtydelse alene. Resultater fra RDM.
Total response (Dkr.) from 1 year of selection per cow, expressed as deviation from results obtained by selecting on fat yield only. Results from RDM.

Vægt på mælkeydelse (v_m)	Protein-smørfedtforhold ($=v_p/v_s$) 0:1	1:2	1:1	2:1	1:0
Smørfedt *(R-index)*					
0.005	1352	1305	1278	1249	1188
0.000	1389	1338	1309	1278	1209
-0.005	1437	1382	1350	1315	1238
PSM-indeks					
0.005	3	30	64	117	281
0.000	7	25	60	118	307
-0.005	22	28	62	125	350
PS-indeks					
0.005	1	26	59	111	272
0.000	2	17	50	105	291
-0.005	9	9	39	98	317
P-indeks					
0.005	-175	-50	20	95	257
0.005	-215	-77	2	87	273
-0.005	-268	-113	-23	76	296
M-indeks					
0.005	-223	-125	-69	-10	118
0.000	-283	-176	-114	-48	96
-0.005	-360	-243	-174	-100	66
VDS-indeks					
0.005	-35	22	54	88	162
0.000	-52	10	46	85	170
-0.005	-75	-5	37	81	182
FPCM-indeks					
0.005	-84	-1	46	96	205
0.000	-117	-25	28	85	209
-0.005	-158	-56	4	70	215

Tabel A21 Samlet udbytte (kr.) af et års avlsarbejde pr. ko i racen målt som afvigelse fra de resultater, der opnås ved selektion på smørfedtydelse alene. Resultater fra SDM.
Total response (Dkr.) from 1 year of selection per cow, expressed as deviation from results obtained by selecting on fat yield only. Results from SDM.

Vægt på mælkeydelse (v_m)	Protein-smørfedtforhold ($=v_p/v_s$) 0:1	1:2	1:1	2:1	1:0
Smørfedt *(R-index)*					
0.005	1295	1205	1155	1101	985
0.000	1328	1229	1173	1112	979
-0.005	1372	1261	1197	1127	970
PSM-indeks					
0.005	11	34	89	182	478
0.000	22	31	86	189	541
-0.005	59	49	106	223	652
PS-indeks					
0.005	9	31	86	178	474
0.000	17	22	77	178	529
-0.005	35	14	65	179	607
P-indeks					
0.005	-327	-108	16	149	434
0.005	-387	-142	-2	149	479
-0.005	-463	-187	-26	149	540
M-indeks					
0.005	-282	-144	-66	17	197
0.000	-377	-227	-141	-48	154
-0.005	-498	-335	-240	-136	94
VDS-indeks					
0.005	-75	26	82	143	273
0.000	-101	11	75	144	295
-0.005	-135	-9	65	145	324
FPCM-indeks					
0.005	-142	-1	79	164	347
0.000	-193	-37	52	149	359
-0.005	-259	-84	17	128	376

Tabel A22 Samlet udbytte (kr.) af et års avlsarbejde pr. ko i racen målt som afvigelse fra de resultater, der opnås ved selektion på smørfedtydelse alene. Resultater fra Jersey.
Total response (Dkr.) from 1 year of selection per cow, expressed as deviation from results obtained by selecting on fat yield only. Results from Jersey.

	Protein-smørfedtforhold ($=v_p/v_s$)				
Vægt på mælkeydelse (v_m)	0:1	1:2	1:1	2:1	1:0
Smørfedt *(R-index)*					
0.005	1431	1316	1251	1182	1032
0.000	1512	1387	1316	1239	1071
-0.005	1616	1481	1402	1316	1125
PSM-indeks					
0.005	5	18	42	81	218
0.000	13	13	30	65	208
-0.005	37	21	30	59	205
PS-indeks					
0.005	2	17	41	80	216
0.000	4	8	27	64	208
-0.005	14	2	14	46	198
P-indeks					
0.005	-165	-59	2	66	205
0.005	-216	-99	-32	41	199
-0.005	-282	-151	-76	7	191
M-indeks					
0.005	-361	-223	-146	-62	116
0.000	-460	-311	-226	-134	67
-0.005	-587	-425	-331	-229	0
VDS-indeks					
0.005	-34	7	30	54	107
0.000	-53	-8	18	45	106
-0.005	-77	-27	2	33	104
FPCM-indeks					
0.005	-91	-17	25	69	165
0.000	-131	-51	-4	46	154
-0.005	-184	-95	-43	14	139

APPENDIX B

De aktuelle priser pr. kg smørfedt (p_s), protein (p_p) og mælk (p_m) blev beregnet ud fra den givne fortjeneste (kr. 1.40) og sammensætning (4% fedt og 3.2% protein), samt de relative vægtfaktorer i den sammensatte genotype (v_s, v_p, v_m) efter følgende retningslinier:

Idet
$$v_p/v_s = f_{ps} = p_p/p_s$$
$$v_m/v_s = f_{ms} = p_m/p_s$$

fås
$$p_p = f_{ps}\, p_s$$
$$p_m = f_{ms}\, p_s$$

Endvidere er:
$$0.04\, p_s + 0.032\, p_p + p_m = 1.40$$

Ved erstatning af p_p ($=f_{ps}\, p_s$) og p_m ($=f_{ms}\, p_s$) fås:
$$0.04\, p_s + 0.032\, f_{ps}\ p_s + f_{ms}\, p_s = 1.40$$

Løsning af ligningen med hensyn til p_s giver
$$p_s = 1.40/(0.04 + 0.032\, f_{ps} + f_{ms})$$

Herefter findes p_p og p_m ud fra de tidligere angivne ligninger
$$p_p = f_{ps}\, p_s$$
$$p_m = f_{ms}\, p_s$$

Hvis $v_s = 0$ er f_{ps} og f_{ms} ikke defineret, men hvis
$$f_{sp}\ (= v_s/v_p) = p_s/p_p\ (=0)$$
$$f_{mp}\ (= v_m/v_p) = p_m/p_p$$

fås
$$p_s = f_{sp}\, p_p = 0$$
$$p_m = f_{mp}\, p_p$$

Endvidere er

$$0.04\ p_s + 0.032\ p_p + p_m = 1.40$$

Ved erstatning af p_s og p_m fås

$$0.04\ f_{sp} + 0{,}032\ p_p + f_{mp}\ p_p = 1.40$$

Løsningen af ligningen med hensyn til p_p giver

$$p_p = 1.40/(0.04\ f_{sp} + 0.032 + f_{mp})$$
$$= 1.40/(0.032 + f_{mp}) \quad \text{da } f_{sp} = 0$$

Herefter findes p_s og p_m ud fra de tidligere angivne ligninger

$$p_s = f_{sp}\ p_p = 0$$
$$p_m = f_{mp}\ p_p$$