

# 660

## Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

---

Vagn Østergaard og A. Neimann-Sørensen (red.)  
Afd. for forsøg med kvæg og får

### **Grundlag for valg af avlsmål og tilhørende produktionssystem i mælkeproduktionen**

*Basis for Choice of Breeding Goal  
and matching Production System  
within Dairy Herds*

With English summary and subtitles



---

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a/s 1989



## FORORD

Nærværende beretning har baggrund i de seneste års udvikling inden for malkekvæget. Malkekøernes mælkeydelse er steget meget stærkt, og - som det fremgår af beretningen - kan den store fremgang i meget nær lige grad tilskrives indsatsen henholdsvis inden for avl og inden for fodring, pasning mv.

Kvægbrugerne har med stor dygtighed udnyttet de nyeste resultater fra forskningen og har især satset på at øge mælkeydelsen pr. ko, fordi de har ment herved at kunne opnå den største økonomiske fordel.

Udviklingen har været genstand for en betydelig debat ved møder og i fagpressen i den senere tid, og der er stillet spørgsmål om dens rigtighed.

Der er peget på, at hovedmålet for avls- og tilhørende driftsvalg på langt sigt må rettes mod det størst mulige nettooverskud pr. kg produkt (mælk eller værdistof) og ikke - som vi er vant til - mod ydelsen pr. ko. Det har flere konsekvenser, bl.a. en større hensyntagen til den med mælkeproduktionen følgende kødproduktions mængde og kvalitet.

Ønsket om den brugervenlige og konstitutionsstærke ko, der kan omsætte et stort grovfoder, er ofte fremhævet af kvægbrugeren; herved bringes de genetiske og fysiologiske følgevirkninger af en ensidig satsning på høj mælkeydelse i focus. Adskillige undersøgelser, såvel ved Afdelingen som fra udlandet, har vist, at der er grund til at skærpe opmærksomheden omkring disse forhold, da mange af følgevirkningerne er negative. Det betyder, at marginaludbyttet af indsatsen kan blive væsentligt reduceret, hvis der ikke tages tilstrækkeligt hensyn til de nævnte brugs- og konstitutionsegenskaber.

Ved en tværfaglig indsats har Afdelingen med denne beretning foretaget en dyberegående analyse og vurdering af de forannævnte forhold for derved at give et samlet og sikrere grundlag end hidtil for valg af de kommende års avlsmål med tilhørende produktionssystem.

Ved arbejdets planlægning og gennemførelse har der været nær kontakt til Landskontoret for kvæg, og det er aftalt, at denne beretning følges op af en fællesrapport mellem Afdelingen og Landskontoret, hvori mulighederne for en praktisk opfølgning af beretningens resultater vil blive nærmere beskrevet.

Manuskriptet er renskrevet af Birgitte Fangel, Jonna Pedersen og Lene Pedersen.

Forsøgsanlæg Foulum, august 1989.

A. Neimann-Sørensen

# INDHOLDSFORTEGNELSE

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. MÆLKEPRODUCENTENS PROBLEMSTILLING VED VALG AF AVLSSSTRATEGI, I MÆLKEPRODUKTIONEN, Vagn Østergaard .....                             | 6  |
| 2. FODERNIVEAUETS BETYDNING FOR FODEREFFEKTIVITETEN, V. Friis Kristensen og Ole Aaes .....                                             | 10 |
| 2.1 Indledning .....                                                                                                                   | 12 |
| 2.2 Årsager til foderniveauets påvirkning af foderudnyttelsen .....                                                                    | 13 |
| 2.2.1 Fordøjeligheden af næringsstofferne ved stigende foderniveau .....                                                               | 13 |
| 2.2.2 Tab af energi i methan og urin .....                                                                                             | 17 |
| 2.2.3 Udnyttelse af omsættelig energi .....                                                                                            | 19 |
| 2.3 Dataanalyse .....                                                                                                                  | 20 |
| 2.3.1 Materiale og metoder .....                                                                                                       | 20 |
| 2.3.2 Resultater .....                                                                                                                 | 24 |
| 2.4 Litteratur .....                                                                                                                   | 39 |
| 3. GENETISKE OG AVLSMÆSSIGE ASPEKTER VEDRØRENDE FODEROPTAGELSE, FODERUDNYTTELSE OG KØDPRODUKTIONSEGENSKABER, Bernt Bech Andersen ..... | 45 |
| 3.1 Indledning og problemstilling .....                                                                                                | 47 |
| 3.2 Definition og beskrivelse af de enkelte egenskaber ..                                                                              | 48 |
| 3.2.1 Foderoptagelseskapaaciteten .....                                                                                                | 48 |
| 3.2.2 Foderudnyttelsen .....                                                                                                           | 48 |
| 3.2.3 De vigtigste kødproduktionsegenskaber .....                                                                                      | 49 |
| 3.3 Egenskabernes variation og arvbarhed .....                                                                                         | 51 |
| 3.3.1 Foderoptagelse .....                                                                                                             | 51 |
| 3.3.2 Foderudnyttelse .....                                                                                                            | 53 |
| 3.3.3 Kødproduktionsegenskaber .....                                                                                                   | 53 |
| 3.4 Egenskabernes korrelation til ydelsesanlæg .....                                                                                   | 56 |
| 3.5 Avlsmæssige foranstaltninger .....                                                                                                 | 60 |
| 3.6 Litteratur .....                                                                                                                   | 62 |
| 4. SUNDHED OG AVL, L. Gjøl Christensen .....                                                                                           | 64 |
| 4.1 Indledning .....                                                                                                                   | 66 |
| 4.2 Frekvens og økonomisk betydning .....                                                                                              | 67 |
| 4.3 Arvbarhed for sygdomsresistens .....                                                                                               | 68 |
| 4.4 Sammenhæng mellem ydelse og sygdomsfrekvens .....                                                                                  | 70 |
| 4.5 De seneste års udvikling i sygdomsfrekvens .....                                                                                   | 71 |
| 4.6 Sygdom i relation til laktationsnummer og laktationsstadium .....                                                                  | 72 |
| 4.7 Sygdom i relation til driftsledelse og avlsmæssige tiltag .....                                                                    | 73 |
| 4.7.1 Besætningsforskelle .....                                                                                                        | 73 |
| 4.7.2 Genotype - miljø interaktion .....                                                                                               | 74 |
| 4.7.3 Forskelle mellem racer og selekterede linier ..                                                                                  | 75 |
| 4.7.4 Korrelerede ændringer ved selektion for ydelse ..                                                                                | 76 |
| 4.7.5 Direkte avl for sygdomsresistens .....                                                                                           | 78 |
| 4.8 Litteratur .....                                                                                                                   | 80 |

|                                                                                                                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. REPRODUKTION OG AVL, L. Gjøl Christensen .....</b>                                                                                                                                                          | <b>84</b>  |
| 5.1 Indledning .....                                                                                                                                                                                              | 86         |
| 5.2 Arvbarhed og variation for frugtbarhed .....                                                                                                                                                                  | 87         |
| 5.3 Sammenhæng mellem ydelse og frugtbarhed .....                                                                                                                                                                 | 87         |
| 5.4 De senere års udvikling i frugtbarhed .....                                                                                                                                                                   | 89         |
| 5.5 Frugtbarhed i relation til driftsledelse og avlsmæssige tiltag .....                                                                                                                                          | 92         |
| 5.5.1 Besætningsforskelle .....                                                                                                                                                                                   | 92         |
| 5.5.2 Korrelerede ændringer ved selektion for ydelse .....                                                                                                                                                        | 94         |
| 5.5.3 Avl for bedre frugtbarhed .....                                                                                                                                                                             | 96         |
| 5.6 Litteratur .....                                                                                                                                                                                              | 99         |
| <br><b>6. MALKERØERNES FODEREFFEKTIVITET VED FORSKELLIGT AVLSMATERIALE, DRIFTSVALG OG FODERSTYRKE. HELÅRSFORSØGSBESÆTNINGER I ÅRENE 1967 TIL 1986, Vagn Østergaard, L. Gjøl Christensen og Iver Thyssen .....</b> | <b>101</b> |
| 6.1 Indledning .....                                                                                                                                                                                              | 103        |
| 6.2 Materiale og metoder .....                                                                                                                                                                                    | 103        |
| 6.3 Resultater .....                                                                                                                                                                                              | 106        |
| 6.3.1 Fodereffektivitet for racer og staldtyper ....                                                                                                                                                              | 106        |
| 6.3.2 Fodereffektivitetens udvikling 1967 - 86 ....                                                                                                                                                               | 107        |
| 6.4 Avlsmæssig fremgang 1965 - 88, RDM og SDM .....                                                                                                                                                               | 114        |
| 6.5 Diskussion .....                                                                                                                                                                                              | 116        |
| 6.6 Litteratur .....                                                                                                                                                                                              | 124        |
| <br><b>7. ØKONOMISK VIRKNING AF ALTERNATIVT AVLSVALG I MÆLKEPRODUKTIONEN, Vagn Østergaard .....</b>                                                                                                               | <b>126</b> |
| 7.1 Indledning .....                                                                                                                                                                                              | 128        |
| 7.2 Økonomiske resultatmål .....                                                                                                                                                                                  | 128        |
| 7.3 Modelopbygning og datagrundlag .....                                                                                                                                                                          | 130        |
| 7.3.1 Produktionssystem .....                                                                                                                                                                                     | 131        |
| 7.3.2 Biologiske nøgletal .....                                                                                                                                                                                   | 132        |
| 7.3.3 Økonomiske nøgletal .....                                                                                                                                                                                   | 138        |
| 7.3.4 Model .....                                                                                                                                                                                                 | 142        |
| 7.4 Modelresultater og følsomhedsanalyser .....                                                                                                                                                                   | 142        |
| 7.5 Økonomisk resultat af genetisk ændring af enkelt-egenskaber .....                                                                                                                                             | 144        |
| 7.6 Diskussion .....                                                                                                                                                                                              | 146        |
| 7.7 Litteratur .....                                                                                                                                                                                              | 150        |
| <br><b>8. PERSPEKTIVET FOR VALG AF AVLSSTRATEGI I MÆLKEPRODUKTIONEN, A. Neimann-Sørensen og Vagn Østergaard .....</b>                                                                                             | <b>155</b> |

# ABSTRACTS

## Chapter

|    |                                                                                                                                      |     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2. | The effect of feeding level on feed efficiency .....                                                                                 | 11  |
| 3. | Genetic aspects of appetite, feed utilization and beef production capacity .....                                                     | 46  |
| 4. | Health at different genotype .....                                                                                                   | 65  |
| 5. | Reproduction at different genotype .....                                                                                             | 85  |
| 6. | Feed efficiency at different genotype, production system and feeding level in danish dairy farms during the years 1967 to 1986 ..... | 102 |
| 7. | Economic effect of different dairy cow genotype .....                                                                                | 127 |

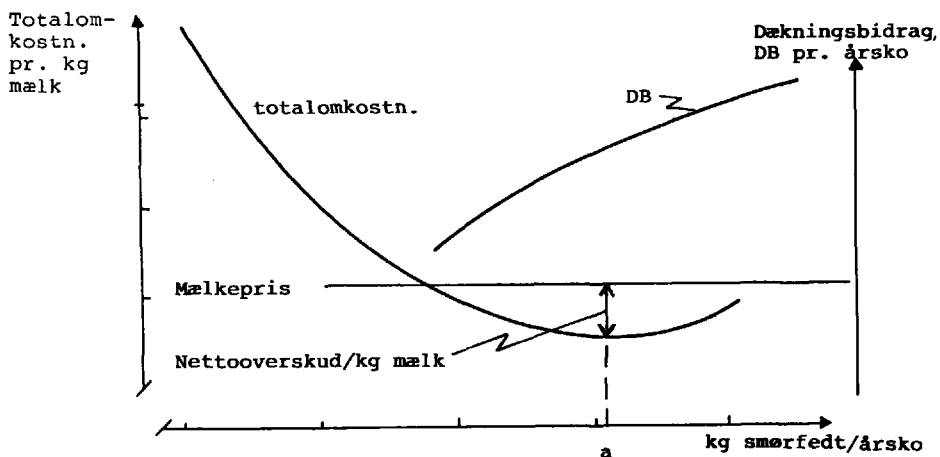
# 1. MÆLKEPRODUCENTENS PROBLEMSTILLING VED VALG AF AVLSSSTRATEGI I MÆLKEPRODUKTIONEN

Vagn Østergaard

Mælkeproducenten må producere i en verden, der er meget dynamisk - både på grund af biologiske, teknologiske og økonomiske ændringer. Gennem forskning og udvikling ændres de biologiske ressourcer og teknologiske muligheder, medens økonomiske og politiske kræfter også påvirker priserne på mælk og kød samt hjælpemidler og arbejdskraft. Det kan også forventes, at det omgivende samfund skærper kravene til kvalitet, husdyrvelfærd og miljø.

Fra begyndelsen af 70'erne ved Danmarks indtræden i De Europæiske Fællesskaber frem til indførelsen af mælkekvote var det lønnende for den enkelte kvægbruger at øge mælkeydelsen pr. ko gennem såvel avl som miljøforbedring, især fodring og pasning. Dette medførte en stærkt stigende ydelse, således fra 212 til 282 kg smørfedt pr. årsko i de ydelseskontrollerede besætninger fra 1971-73 til 1987-88 (Landsudvalget for Kvæg 1974 og 1988). Udtrykt i 4% mælk er ydelsen ca. 7000 kg pr. årsko i 1988-89. I samme periode ændredes kødproduktionsegenskaberne i ugunstig retning hos SDM og DRK.

Da den enkelte kvægbrugers indflydelse på mælke- og kødprisen er begrænset, må indsatsen i produktionens planlægning og gennemførelse være rettet mod måden at producere på, herunder sætte fokus på omkostningsbesparelser og produktkvalitet. Planlægningen af den mest fordelagtige strategi for fremtidens produktion af mælk og kød har som hovedmål at opnå den størst mulige fortjeneste fra mælkekvægholdet ved at gøre dette så konkurrencedygtigt som muligt. Dette hovedmål indfries ved det produktionssystem (avls- og driftsvalg), der på langt sigt giver det største nettooverskud pr. kg produkt (mælk eller værdistof), hvilket opnås ved minimering af de samlede produktionsomkostninger pr. enhed, (jf. pkt. a i figur 1.1) og ikke ved maksimering af dækningsbidraget pr. årsko. Samtidigt må der tages hensyn til produktkvalitet, dyrenes sundhed og frugtbarhed. I mælkeproduktionen er det vigtigt, at der foretages en korrektion for nettooverskud fra den medfølgende kødproduktion (jf. kapitel 7). Ikke økonomiske mål som præference for given race og opnåelse af en vis prestige kan også være seriøse mål hos nogle kvægbrugere.



Figur 1.1 Totalomkostninger pr. kg mælk og DB pr. årsko ved stigende ydelser i Holstein-Friesian-besætninger med forskellig driftsledelse (Allaire & Thraen, 1985. J. Dairy Sci. 68). Total costs per kg milk and gross margin at increasing yield per cow and year in Holstein-Friesian herds with different management (Allaire & Thraen, 1985. J. Dairy Sci. 68).

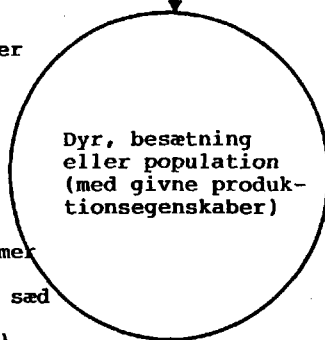
Ovennævnte økonomiske hovedmål, er ved den strategiske planlægning, gyldigt for såvel en race som landets samlede kvæghold, fordi dette fører til den bedste konkurrenceevne. For avlsarbejdet er den strategiske planlægning især vigtig pga. det lange generationsinterval og et perspektiv på 2-3 generationer eller ca. 10-15 år.

For den enkelte producent gælder dette mål om omkostningsminimering også, når der foreligger en eller anden form for loft over mælkeproduktionen for hans/hendes bedrift. En sådan grænse for produktionen kan eksempelvis være en følge af såvel mælkekvoteering som miljøregler om et maksimum af naturgødning produceret pr. ha jordtilliggende.

De hovedvariabler eller -faktorer, der har indflydelse på malkekoen og dens produktion, er skematiseret i figur 1.2. Selv under danske forhold er der stor variation fra bedrift til bedrift med hensyn til disse faktorer og dermed i forudsætningerne for produktionens gennemførelse. Det miljø, som fremtidens malkeko vil blive udsat for, vil ikke være statisk, men vil ændre sig over tiden. Følgelig bliver tilpasningen af avlsmål m.m. nødvendig.

Indsats (Miljø inkl. avlsprogr.)

1. Foder
  - biprodukter
  - græs
  - andet grovfoder
  - tilskudsfoder
2. Driftsledelse og arbejde.
3. Stald, inventar m.m.
4. Sundhedsprogrammer
5. Befrugtning med sæd eller embryon. (avlsprogrammer).



Sundhed/sygdom:

1. Mastitis
2. Kælvnings besvær
3. Ketosis, andre stofskiftesygdomme
4. Laminitis, andre klo- eller lemme-sygdomme.

Udbytte (produkter):

1. Mælkemængde (=laktose)
2. Mælkefedt
3. Mælkeprotein
4. Kødproduktion
  - antal kalve
  - slagtedyr
  - avlsdyr
5. Gødning

**Figur 1.2 Hovedfaktorer, der påvirker malkekoen, dens produktion og effektivitet. Skematisk fremstilling.**

Main factors influencing the dairy animal, its production and efficiency. Simplified outline.

Om hovedfaktorerne i figur 1.2 bør iagttages:

I nogle bedrifter vil foderrationen primært blive baseret på afgræsning og i andre på nulgræsning. Rationer på stald vil i nogle egne udgøres primært af biprodukter fra handelsafgrøder og i andre egne af en kombination af bederoer og græsmarksfoder. Driftsledelsen og arbejdskraften kan tænkes at blive en begrænsende ressource på grund af bedre alternative aflønningsmuligheder uden for kvægbedriften. Staldanlæggene nedslides efterhånden og nogle erstattes af enklere og billigere anlæg for at opnå såvel billiggørelse som fleksibilitet.

Sundhedsprogrammer vil fortsat blive videreudviklet, men deres anvendelse vil bero på såvel fodermesterens og driftslederens uddannelse som besætningsstørrelse. Den teknologiske udvikling vil virke til fremme af besætningsstørrelse, men udviklingen kan afdæmpes eller forhindres af politiske indgreb som f.eks. mælkekvotering. Befrugtning af såvel kvier som køer kan tænkes at kunne foretages ved kønssorterede embryoner. Bliver dette muligt vil det have en revolutionerende virkning på avlsarbejdet, men et stort udviklings- og implementeringsarbejde for praktisk anvendelse forestår, herunder en markant billig-gørelse, hvis det skal få betydning uden for den egentlige avl af elitedyr.

Formålet med denne beretning er ved en videnskabelig analyse og syntese af både publicerede og ikke-publicerede forsøgsresultater at fremlægge såvel det biologiske grundlag som de beregningsmodeller, der er nødvendige for at kunne fastlægge den optimale strategi for tilpasning af mælke- og kødproduktionen i malkekvægbesætningen, primært kombinationsracebesætningerne.

Fodereffektivitetens afhængighed af foderniveau og rationens sammensætning, udfodring m.m. gennemgås i kapitel 2.

Genotypens og dermed avlsindsatsens betydning for foderoptagelse, foderudnyttelse og kødproduktionsegenskaberne behandles i kapitel 3, mens betydningen for sundhed og reproduktion uddybes i kapitlerne 4 og 5.

Malkekoens fodereffektivitet ved forskelligt avlsmateriale og driftsvalg beskrives i kapitel 6 ved resultater fra Helårsforsøgsbesætninger i årene fra 1967 til 1986.

En økonomisk simuleringsmodel samt dennes forudsætninger og resultater beskrives i kapitel 7, mens perspektivet for valg af avlsstrategi i mælkeproduktionen gives i kapitel 8.

## 2. FODERNIVEAUETS BETYDNING FOR FODEREFFEKTIVITETEN

V. Friis Kristensen og Ole Aaes

### Sammendrag og konklusion

Når malkekøer forsynes med stigende mængder energi i foderet, følger udslaget i form af energi i de samlede livsytringer det aftagende merudbyttes lov. Foreliggende resultater fra fodrings- og respirationsforsøg har vist, at med stigende foderniveau reduceres fordøjeligheden af specielt rationens cellevægsstoffer. Dette fald i fordøjeligheden bliver der helt eller delvist kompenseret for ved samtidig mindsket tab af energi i methan og urin. Derimod er udnyttelsen af den omsættelige energi til givne livsytringer konstant ved stigende foderniveau.

I nærværende kapitel analyseres data fra to forsøgsprojekter, i hvilke der var stor variation i foderniveauet, og hvor fodringen ikke blev reguleret efter ydelsen. Forsøgene er udført indenfor de første 20 uger af laktationsperioden. I det ene af disse projekter blev fordøjeligheden af rationen bestemt hos kørerne på det aktuelle foderniveau.

Af denne analyse kan følgende konkluderes:

- med stigende foderniveau fra ca. 13 til ca. 21 FE blev fordøjeligheden af organisk stof reduceret med fra 5 op til 15%-enheder i forhold til fordøjeligheden ved fodring på vedligeholdsniveau,
- omregnet pr. multiplum af vedligeholdelsesbehovet reduceredes fordøjeligheden af organisk stof med 2,4 %-enheder på det laveste foderniveau og 4,2-4,4 %-enheder ved de højeste foderniveauer,
- det beregnede forbrug af energi (FE) til livsytringer (Y) med stigende foderniveau (x) (FE pr. dag) kunne beskrives ved følgende ligning:  $Y = -1,47 + 1,43x - 0,026x^2$ ,
- fodereffektiviteten faldt fra 100% ved ca. 12 FE til 84% ved 20 FE, mens den marginale effektivitet faldt fra 81 til 39%.

**Abstract:** Kristensen, V.F. & Aaes, O., 1989. The effect of feeding level on feed efficiency. Rep. 660, Nat. Inst. Anim. Sci., Denmark. Address: P.O. Box 39, DK-8830 Tjele. Chapter 2, 35pp. (English subtitles).

In dairy cows the response measured as the sum of energy expenditures on maintenance, milk yield and energy retention with an increasing feeding level is following the law of diminishing returns. Literature data from feeding experiments and measures of calorimetric balances have shown a reduction in digestibility, especially of cell wall substances, with increasing feeding level. This reduction is partly or completely compensated for by decreased losses of energy in methane and urine. The utilization of the metabolizable energy, however, is independent of the feeding level.

In this chapter data from two research projects are analyzed, both of which was characterized by a broad margin in feeding levels, and in which feeding was not regulated according to yield. The experimental periods was of 10 to 17 weeks duration and placed within the first 20 weeks of lactation. The digestibility of the diets at the actual feeding level was determined in one of the projects.

From this analysis the following conclusions were made:

- when the feeding level was increased from 100 to 150 MJ NE<sub>1</sub> per cow per day the digestibility of the organic matter was decreased by 5 up to 15 percentage units, compared to the digestibility at the maintenance level (determined in sheep)
- per multiple of the maintenance level the reduction was 2.4 percentage units at the lowest feeding level and 4.2-4.4 percentage units at the highest levels
- the sum of energy expenditures on maintenance, milk yield and changes in body reserves calculated from standards (Y) (Van Es, 1978) was related to the calculated energy intake (X) (NE<sub>1</sub> per day) as shown in the following equation:  $Y = -19.6 + 1.62X - 0.00426X^2$
- above 100 MJ NE<sub>1</sub> per cow per day the gross feed efficiency (total energy expenditures/energy intake) was decreased at an increasing rate from 100% down to 84% at 157 MJ NE<sub>1</sub>, while the marginal efficiency was reduced from 81% to 39%.

## 2.1 Indledning

Det er forlængst erkendt, at ændringen i mælkeproduktionen med stigende foderniveau følger et aftagende merudbytte (Jensen et al., 1942; Yates et al., 1942). Men mælkeproduktionen i sig selv er ikke et godt grundlag for beregning af fodereffektiviteten, især ikke når dellaktationer danner basis for analysen. Andelen af den optagne energi og de optagne næringsstoffer, der bliver anvendt til mælkeproduktion, er meget varierende og afhænger af bl.a. laktationsstadiet, foderrationens sammensætning og fodringsprincippet. Men også når det gælder den totale energiudnyttelse, d.v.s. den energimængde der kommer til udtryk ved vedligeholdelse, vægtændring (mobilisering, aflejring) og produktion, er der tale om et aftagende merudbytte. Dette er vist i mange publikationer begyndende så langt tilbage som i 1930 (ARC, 1980).

Som udtryk for energiudnyttelsen bruges begrebet fodereffektivitet. Fodereffektiviteten defineres som forbruget af energi (FE) til de samlede livsytringer (beregnet på basis af standardnormer) i % af den beregnede optagne energi.

I nyere energivurderingssystemer er der indbygget korrektioner for denne aftagende energiudnyttelse. I Holland (van Es, 1978), UK (ARC, 1965 og 1980) og USA (NRC, 1978 og 1988) korrigeres for det aftagende medudbytte med stigende foderniveau. I det franske system korrigeres nettoenergien for både foderniveau, kraftfoderandel og grovfoderkvalitet, d.v.s. for associative effekter (Vermorel, 1978).

Ved analyse af produktionsniveauets betydning for det økonomiske afkast i kvægholdet er det meget væsentligt at inddrage foderniveauets betydning for fodereffektiviteten. Danfær (1983) analyserede på grundlag af danske forsøgsdata sammenhængen mellem foderniveauet og fodereffektiviteten. Denne analyse følges op og søges uddybet i dette kapitel. Analysen er baseret på litteraturstudier samt to danske forsøgsprojekter. Den kan belyse relationerne i en given population, mens det efterfølgende kapitel bl.a. beskæftiger sig med en mulig genetisk betinget variation i fodereffektiviteten.

Målet med denne analyse er at belyse sammenhængen mellem foderniveauet og energiudnyttelsen hos malkekøer, således at det kan bruges til optimering af foderindsatsen ved planlægning af malkekøernes fodring. Resultatet skal desuden også bidrage til at belyse konsekvenserne af valg af forskellige strategier for mælke- og kødproduktionen. Årsagerne til den faldende energiudnyttelse søges beskrevet.

## 2.2 Årsager til foderniveauets påvirkning af foderudnyttelsen

Energiomsætningen hos drøvtyggere beskrives normalt ved følgende begreber:

Foderets bruttoenergi er forbrændingsvarmen i foderet.

Tilsyneladende fordøjelig energi er bruttoenergien i det optagne foder minus bruttoenergien i den udskilte gødning.

Omsættelig energi er bruttoenergien i det optagne foder minus bruttoenergien i gødning, urin og brændbare gasser (methan).

Energi i mælk er forbrændingsvarmen i den producerede mælk.

Varmeproduktion er den varme, som dyret afgiver til omgivelserne.

Energiretention er ændringen i den energimængde, der er oplagret i kroppen. Den kan være enten positiv eller negativ.

Tabene af energi i forbindelse med omsætningen fremkommer som energi i gødning, urin og methan samt varmeafgivelsen fra kroppen. En del af sidstnævnte skyldes varmetab fra forgæringsprocesserne i fordøjelseskanalen, og er på basis af en række foreliggende beregninger og undersøgelser vurderet til at udgøre ca. 7% af den omsættelige energi (ARC, 1980). Forgæringsvarmen synes ikke at være genstand for stor variation og vil ikke blive diskuteret i det følgende. Diskussionen skal omfatte variationer i tab i gødning, urin og methan samt eventuelle variationer i den del af varmetabet, der stammer fra den intermediære omsætning.

### 2.2.1 Fordøjeligheden af næringsstofferne ved stigende foderniveau.

En betydningsfuld faktor i forbindelse med udnyttelsen af næringsstofferne i produktionen af mælk og kød er fordøjelsen af nærings-

stofferne, og de faktorer der påvirker denne. De fleste systemer til fodermiddelvurdering tager udgangspunkt i en fordøjelighedsbestemmelse foretaget på får fodret på vedligeholdsniveau, mens anvendelsen af fodermidlet sker på fodringsniveauer, der ligger helt op til 5 x vedligeholdsniveauet. Samtidig fodres der ikke kun med et fodermiddel, men med flere fodermidler sammen, der evt. kan påvirke fordøjeligheden ved de såkaldte associative effekter (samspilseffekter). De associative effekter er årsag til, at fordøjeligheden af en foderation ikke er den samme som summen af fordøjeligheden af enkeltfodermidlerne i rationen. Associative effekter er normalt negative, da forøget fordøjelighed af et fodermiddel p.g.a. tilførsel af et næringsstof i underskud, f.eks. protein, ikke bliver betragtet som en associativ effekt (Mould, 1988). Størrelsen af de associative effekter afhænger af flere faktorer, f.eks. tildelingsfrekvens, fodringsprincip, foderniveau og fodersammensætning.

Ud over foderniveauet spiller de associative effekter og vekselvirkningerne mellem sidstnævnte og foderniveauet en rolle for foderationens fordøjelighed. Et højere foderniveau kan kun opnåes ved at ombytte fodermidler med lav energikoncentration (FE/kg ts) til fodermidler med høj energikoncentration. Det betyder i praksis, at cellevægsfraktionen formindskes og sukker-stivelsesandelen forøges.

Der er nogen forskel på, hvor stor betydning et øget foderniveau har haft på fordøjeligheden af næringsstofferne i forskellige forsøg. Ved beregning af  $NE_1$  (nettoenergi til laktation) i U.S.A. (NRC, 1978) anvendes en nedgang på 4% af TDN pr. multiplum af vedligeholdsniveauet. Denne korrektion er baseret på resultater fundet af Moe et al. (1965) og Ekern (1972). I Holland og England (Van Es, 1978; ARC, 1980) korrigeres den omsættelige energi svarende til et fald i fordøjeligheden på ca. 3% af bruttoenergien pr. multiplum af vedligeholdsniveauet, men her korrigeres for mindsket tab i methan og urin (se senere). De foran nævnte forskelle er lidt større end fundet af Llano & DePeters (1985) og Colucci et al. (1982). De to sidstnævnte har imidlertid kun 2 foderniveauer, så det kan ikke afgøres, om faldet er konstant. Alle har haft højeste foderniveau på omkring eller over 4 x vedligehold.

Wiktorsson (1971) fandt, at en øgning af foderniveauet gav samme fordøjelighed af organisk stof på alle niveauer. Foderniveauet blev øget fra 6 kg ts. pr. dag til 20 kg ts. ved at ændre kraftfoderandelen fra 0 til 67% af ts. Det er imidlertid udtryk for et fald i fordøjeligheden, da den potentielle fordøjelighed stiger med stigende kraftfoderandel. Dette forhold er ligeledes vist af Wagner (illustreret af Tyrrell & Moe, 1975). Resultatet af at øge kraftfoderandelen over 37,5% var en øgning i tørstofoptagelsen, ikke en øgning af fordøjeligheden af totalrationen.

En forøgelse af foderoptagelsen er ensbetydende med en stigning i passagehastigheden gennem vommen (Colucci et al., 1982). Denne forøgelse af passagehastigheden betyder kortere tid til forgæring i vommen, og mindre drøvtygning på de enkelte partikler. Det betyder, at det er de næringsstoffer, der har den laveste nedbrydningshastighed, som fordøjes mindre, når passagehastigheden øges. Det er først og fremmest cellevægsfraktionerne, som normalt har lave nedbrydningshastigheder, som fordøjes dårligere. Det er tydeligt vist af Thomsen (1980), som også viser, at mængden af cellevægsstoffer i rationen spiller en rolle for, hvor stor nedgangen i fordøjeligheden bliver. Ved små mængder cellevægsstoffer (ca. 20%) kan fordøjeligheden halveres.

Robinson et al. (1987) finder, at foderniveauet spiller en meget større rolle for nedgangen i fordøjeligheden af rationen, end kraftfoderets indhold af stivelse eller let fordøjelige cellevægsstoffer. Sutton et al. 1987 finder heller ingen forskel i nedgangen i fordøjeligheden af organisk stof, når der bruges cellevægsrigt kraftfoder mod stivelsesrigt kraftfoder. Derimod betyder en stigende kraftfoderandel på samme foderniveau, at forskellen øges mellem den potentielle og den aktuelle fordøjelighed. Bines et al. (1988) finder ligeledes en stor indflydelse af både kraftfoderandelen og foderniveauet på fordøjeligheden af tørstof, men der er tilsyneladende ingen vekselvirkning mellem foderniveau og kraftfoderandel. Wagner (cit. Tyrrell & Moe, 1975) finder dog, at nedgangen i fordøjeligheden med stigende foderoptagelse øges væsentlig, når andelen af kraftfoder i rationen øges.

At denne vekselvirkning mellem kraftfoderandel og foderniveau må findes hænger sammen med de associative effekter. Når kraftfoderandelen hæves, øges forgæringshastigheden af rationen. Den efterfølgende sænkning af pH medfører, at de cellulolytiske bakteriers aktivitet nedsættes, hvorfor der sker en nedgang i fordøjeligheden af cellevægsstofferne. Når foderniveauet samtidig hæves, øges ligeledes passagehastigheden, og fordøjelsen af cellevægsstofferne sænkes yderligere. Derudover kan (i nogle tilfælde) kraftfoderets sammensætning spille en yderligere rolle for, hvor stor nedgangen i fordøjelsen af rationen bliver.

Den øgede passagehastighed kan også være forklaringen på, at i de rationer hvor der indgår majs, er fordøjeligheden af stivelse nedsat ved øget foderniveau (Colucci et al. 1982). En tilsvarende reduktion i fordøjeligheden af stivelse forekommer ikke med andre vigtige stivelseskilder som byg og hvede (Robinson et al. 1987), hvilket skyldes, at nedbrydningshastigheden for majsstivelse er langsommere end f.eks. for stivelse fra byg og hvede. Sutton (1981) sammenlignede majs og byg til fistulerede køer og fandt, at når det drejede sig om byg passerede kun 1/4 så meget stivelse uforgæret fra vommen som ved majsfodringen. Tyndtarmens kapacitet til at nedbryde og absorbere stivelsen samt forgæringskapaciteten i blind- og tyktarm er derefter begrænsende for den totale fordøjelighed. Afhængig af findeling og passagehastighed fordøjes mellem 47 og 88% af den stivelse, der passerer gennem maverne, i tyndtarmen. 33 til 62% af den stivelse, der stadig ikke er fordøjet forgæres i tyktarmen. Det giver en total fordøjelse af majsstivelse på 87 til 98% (Owens et al., 1986). Udnyttelsen af stivelsen, der fordøjes i tyndtarmen, er imidlertid mere effektiv end hvis den forgæres i vommen (Owens et al., 1986), idet tabet i form af forgæringsvarme undgås. Derfor behøver et fald i stivelsesfordøjeligheden ikke at betyde så meget for den totale udnyttelse af rationen.

I det omfang protein og andre celleindholdsstoffer er beskyttet mod mikroorganismerne kan fordøjeligheden af disse stoffer sænkes ved øget foderniveau og øget kraftfoderandel i rationen. Disse stoffer vil dog for det meste blive fordøjet efter vommen. Det bekræftes af Thomsen (1983) og Robinson et al., (1987). Proteinfordøjeligheden kan

dog være sænket (Ekern, 1972). Colucci et al., 1982 finder også et betydeligt fald i fordøjeligheden af celleindholdsstofferne, men det er med en stor andel af majs i foderrationen.

De foreliggende resultater viser, at der er en varierende nedgang i fordøjeligheden af organisk stof ved stigende foderniveau. Denne variation må hovedsaglig tilskrives den effekt, der opstår ved at foderrationens sammensætning ændres, når foderniveauet øges. Ved konstant fodersammensætning er nedgangen i fordøjeligheden pr. multiplum af vedligehold ens for alle foderniveauer. Men hvis foderrationens sammensætning ændres, så bliver nedgangen større jo større andelen af hurtigforgærbare næringsstoffer er. Det kan ligeledes konkluderes, at det er cellevægsstofferne, der fordøjes dårligere, da der kun er en lille eller slet ingen nedgang i fordøjeligheden af fedt, protein og let hydrolyserbare kulhydrater. Undtagelser forekommer dog ved fodring med majs eller hele kerner af byg og hvede.

Når foderniveauet øges, falder fordøjeligheden mest på de kraftfoder-rige rationer. Det betyder, at selv om den potentielle fordøjelighed øges når kraftfoderandelen stiger, så bliver fordøjeligheden af totalrationen på produktionsniveau ofte næsten konstant.

## 2.2.2 Tab af energi i methan og urin

En række undersøgelser viser overensstemmende, at med stigende foderniveau mindskes energitabene i methan og urin. Blaxter (1969) konkluderede, at faldet i methantabet var størst for rationer med høj fordøjelighed. For foder med en tilsyneladende fordøjelighed på 67% var faldet i methanproduktionen 1% af bruttoenergien i foderet, når foderniveauet øgedes med 1 multiplum af vedligeholdsbehovet. Ved en fordøjelighed på 77% var faldet 1,5%. I 43 forsøg fandtes, at energiuudskillelsen i urin faldt med i gennemsnit  $0,7 \pm 0,13\%$  af bruttoenergien for en stigning i foderniveauet på 1 x vedligeholdsbehovet. Den samlede effekt af ændringer i fordøjelighed og tab af energi i methan og urin, som følge af øget foderniveau, fandtes at resultere i en lille stigning i omsættelig energi, når rationens energikoncentration (målt i omsættelig energi ved vedligehold/bruttoenergi) var større end 0,60. Ved lavere energikoncentration skete et mindre fald i

mængden af omsættelig energi med stigende foderniveau. Foderniveauet var ikke ret højt i disse forsøg, hvorfor der ikke kunne forventes ret stor effekt på omsættelig energi i foderet.

Schiemann et al. (1971) fandt i forsøg med 21 forskellige rationer et fald i fordøjelsen af energi på  $3 \pm 1,1\%$  pr. multiplum af vedligeholdsholdsbehovet. Faldet var størst ved højeste kraftfoderniveau. To trediedele af dette tab blev kompenseret ved formindsket tab af energi i methan og urin, som begge formindskedes med ca.  $1\%$  af bruttoenergien. Det vil sige, at faldet i omsættelig energi i  $\%$  af bruttoenergi i gennemsnit var ca.  $1\%$ -enhed pr. multiplum af vedligeholdsholdsbehovet. Foderniveauet hos malkekøer i disse forsøg varierede fra 2,3 til 3,7 x vedligehold og alle data på vedligeholdsniveau stammer fra forsøg med får. Ligesom det var tilfældet med faldet i fordøjeligheden, fandtes også at nedgangen i omsættelig energi var størst ved kraftfoderrige rationer. Det blev konkluderet, at der for rationer med et træstofindhold  $< 19\%$  fandtes en reduktion i omsættelig energi i  $\%$  af bruttoenergi på  $1,4\%$ -enheder pr. multiplum af vedligeholdsholdsbehov mod kun  $0,3\%$ -enheder for rationer med  $> 19\%$  træstof.

Flatt et al. (1969) fandt en reduktion i methantabet på  $1,3$  og  $1,9\%$  af bruttoenergien pr. multiplum af vedligehold i to forskellige rationstyper. Foderniveauet varierede fra knap vedligeholdsniveau til ca.  $3,5$  x vedligehold. Tabet i urin blev reduceret med tilsvarende  $1,8$  og  $0,9\%$  for de to rationstyper. D.v.s. at den samlede reduktion i tabet var ca.  $2-3\%$  pr. multiplum af vedligehold.

De foreliggende resultater viser således, at energitabet i methan og urin reduceres med omkring  $2\%$  af bruttoenergien pr. multiplum af vedligehold. Som det gælder for fordøjeligheden, er ændringen i methantabet også påvirket af, at der samtidig med stigningen i foderniveauet sker en ændring i rationssammensætningen. Methanproduktionen er især stor, når eddikesyresproduktionen er stor, det vil sige, når der fordøjes en stor mængde cellevægsstoffer. Ombytning af grovfoder med kraftfoder reducerer i sig selv methanproduktionen. De foreliggende data giver ikke grundlag for en fyldestgørende beskrivelse af disse vekselvirkninger.

Van Es (1975) foreslog, at resultaterne fra Schiemann et al. (1971) skulle bruges i et nyt energivurderingssystem. Han valgte herfra det gennemsnitlige fald i omsættelig energi på 1% af bruttoenergien. Ved at gå ud fra en koncentration af omsættelig energi i bruttoenergi på 57% blev det beregnet, at den omsættelige energi skal reduceres med  $1 \times 100/57 = 1,8\%$  pr. multiplum af vedligeholdelsesbehovet. Denne korrektion anvendes i det nye hollandske energivurderingssystem (van Es, 1978), og ARC (1980) i UK har foreslået, at samme korrektion anvendes i det engelske system.

### 2.2.3 Udnyttelse af omsættelig energi

Energiudbyttet i form af energi i mælk plus ændring af energibalancen i kroppen ved stigende optagelse af omsættelig energi følger en ret linie (Moe & Tyrrell, 1975). Det skal understreges, at der her er tale om den faktisk optagne mængde omsættelig energi hos køerne i balanceforsøgene. Det vil sige, at udnyttelsen af den energi, der optages i organismen, er konstant uanset foderniveauet. Ydelsen varierede i disse undersøgelser fra 1 til 49 kg 4% mælk pr. ko pr. dag, og undersøgelserne indbefattede alle dele af laktationsperioden. Tilsvarende resultater er fundet ved to andre centre, hvor de mest omfattende energibalanceforsøg med malkekøer er udført (Schiemann et al., 1970; van Es et al., 1970).

Med stigende energikoncentration (omsættelig energi af bruttoenergi) i foderrationen sker der en lille stigning i den effektivitet, hvorved den omsættelige energi udnyttes (van Es, 1975). Af den grund skulle der forventes en vis stigning i energiudnyttelsen med stigende foderniveau. En sådan stigning modvejes imidlertid af, at den andel af energien, der bruges til vedligeholdelse, mindskes med stigende foderniveau, og at energiudnyttelsen til mælkeproduktion og tilvækst er ca. 10%-enheder lavere end udnyttelsen til vedligeholdelse.

I korttidsforsøg med behandling med væksthormon, som øgede ydelsen med 22%, fandtes ingen ændring i energiudnyttelsen i forhold til det kendte (Tyrrell et al., 1988). Stigningen i varmeproduktionen var som forventet på basis af litteraturværdier for partiel effektivitet ved vedligehold, mælkesyntese og udnyttelse af kropsreserver. I disse

korttidforsøg var foderoptagelsen ikke påvirket af hormonbehandlingen. Der er ikke i litteraturen fundet resultater fra målinger af energiomsætningen efter, at væksthormonbehandling har bragt foder-niveaueu op.

## 2.3 Dataanalyse

### 2.3.1 Materiale og metoder

For ikke alene at basere analysen af fodereffektiviteten i relation til foderniveaueu på det skandinaviske foderenhedssystem er der også foretaget beregninger på grundlag af det hollandske og det engelske energivurderingssystem (van Es, 1978; ARC, 1980). I beskrivelsen her er imidlertid kun medtaget beregninger baseret på det skandinaviske foderenhedssystem og det hollandske energivurderingssystem, idet det hollandske og det engelske system gav næsten identiske resultater. Beregningmåderne er beskrevet i appendiks A.

Materialet, der er brugt i analysen, hidrører fra to forsøgsprojekter, inden for hvilke, der var en tilstrækkelig stor spændvidde i foderniveauer, og i hvilke fodringen ikke blev reguleret i forhold til ydelsen. Foreløbige tal fra et af projekterne (projekt 1) indgik også i Danfærs (1983) analyse.

Det første forsøgsprojekt, herefter kaldt projekt 1, havde til formål at belyse virkningerne af forskelle i foderværdien af grovfoder (græsensilage) og mængden af kraftfoder, når grovfoderet blev givet efter ædelyst og kraftfoderet tildelt i faste mængder ad 2 gange daglig.

Forsøget var baseret på følgende plan:

|     |     |           |        |          |          |          |                   |
|-----|-----|-----------|--------|----------|----------|----------|-------------------|
| Led | 11. | Græsens., | tidlig | slættid, | 3,5 kg   | ts. i    | kraftfoder/ko/dag |
| "-  | 12. | "-        | ,      | "-       | "-       | , 6,5 kg | "- i "- "         |
| "-  | 13. | "-        | ,      | "-       | "-       | , 9,5 kg | "- i "- "         |
| "-  | 21. | "-        | ,      | middel   | slættid, | 3,5 kg   | "- i "- "         |
| "-  | 22. | "-        | ,      | "-       | "-       | , 6,5 kg | "- i "- "         |
| "-  | 23. | "-        | ,      | "-       | "-       | , 9,5 kg | "- i "- "         |

|    |     |    |   |             |    |          |    |   |    |    |
|----|-----|----|---|-------------|----|----------|----|---|----|----|
| "- | 31. | "- | , | sen slættid | ,  | 3,5 kg   | "- | i | "- | "- |
| "- | 32. | "- | , | "-          | "- | , 6,5 kg | "- | i | "- | "- |
| "- | 33. | "- | , | "-          | "- | , 9,5 kg | "- | i | "- | "- |

Forsøget gennemførtes efter samme plan over 3 år (1977-78, 1979-80 og 1980-81) på Statens Forsøgsstation, Silstrup, i samarbejde med Statens Planteavlsvforsøg.

I forsøget brugtes SDM-køer, hvoraf 37% var i l. laktation. Det første år faldt forsøgsperioden i tidsrummet 12-21 uger efter kælvning, mens den de sidste 2 år dækkede perioden 0-15 uger efter kælvning. Oplysninger om forsøgsdyrenes foderoptagelse, ydelse og vægtændringer er givet i tabel 2.1.

Ensilagen til forsøget blev fremstillet af l. slæt af en alm. raj-græsafrøde, som blev fortørret. N-gødskningen af græsset blev reguleret således, at der tilstræbtes samme råproteinindhold i afgrøden uanset slættidspunktet. Der blev hvert år kun anvendt én kraftfoderblanding som tilskud til ensilagen. Denne kraftfoderblanding var alsidigt sammensat af olieker, korn og biprodukter. Stivelsesindholdet i de totale rationer varierede i et år mellem 9 og 19% af tørstoffet og var i de to andre år 4-9%. Tabel 2.2 giver information om foderværdien af de anvendte fodermidler. For kraftfoderblandernes vedkommende blev fordøjeligheden af organisk stof estimeret ved ekstrapolation til 100% kraftfoder ud fra 4 punkter fastlagt i forsøg med blandinger af ensilage og kraftfoder med fra 0 til 55% kraftfoder på tørstofbasis. For ensilage blev fordøjeligheden bestemt ved fodring med ensilage alene. Alle fordøjelighedsforsøg er udført med får, som er tildelt 900-1000 g tørstof pr. dag.

I de efterfølgende beregninger er der i projekt 1 for ensilage både brugt værdier, som er korrigerede for tabet af flygtige stoffer ved tørstofbestemmelsen i ovn, og ukorrigerede værdier. Korrektionen for tab er beregnet som beskrevet af Pedersen & Møller (1965). I det senere beskrevne projekt 2 er der ikke foretaget bestemmelse af indholdet af alkohol i ensilagen. Der har derfor kun kunnet regnes med det ukorrigerede ensilagetørstof i projekt 2. Tallene i tabel 2.2 er fremkommet uden korrektion. I korrigerede værdier var proteinind-

holdet 0.2-0.4 procentenheder lavere end i ukorrigerede, hvorimod der praktisk taget ingen forskel var på beregnede energiværdier pr. kg tørstof.

**Tabel 2.1 Antal køer, laktationsafsnit, foderoptagelse, ydelse, vægt og vægtændring hos forsøgsdyrene i projekt 1. Holdgennemsnit, min. og max.**  
Period of lactation, feed intake, yield, live weight and live-weight changes in research project 1. Group averages, min. and max.

|                               | Forsøgsår  |            |            |
|-------------------------------|------------|------------|------------|
|                               | 1          | 2          | 3          |
| Uger efter kælvn.             | 12-21      | 0-15       | 0-15       |
| Antal køer                    | 53         | 54         | 53         |
| FE pr. dag 1)                 | 11,3-19,5  | 10,2-17,1  | 10,5-20,0  |
| FE pr. dag 2)                 | 11,4-19,8  | 10,4-17,4  | 10,6-20,2  |
| MJ NE <sub>1</sub> pr. dag 1) | 88,4-144,3 | 80,7-128,6 | 82,3-147,6 |
| MJ NE <sub>1</sub> pr. dag 2) | 89,1-146,0 | 82,4-130,9 | 82,9-149,2 |
| Kg EKM <sup>3)</sup> pr. dag  | 15,7-23,5  | 18,9-26,8  | 17,7-27,6  |
| Vægt, kg                      | 551        | 542        | 543        |
| Vægtændr., g pr. dag          | -40-+520   | -478-+232  | -258-+337  |
| % kraftfoder                  | 21-55      | 23-55      | 20-55      |

1) Ensilagetørstof ukorrigeret.

2) Ensilagetørstof korrigeret.

3) Se app. A.

**Tabel 2.2 Proteinindhold, fordøjelighed af organisk stof og energiværdier af fodermidler i projekt 1.**  
Protein content, digestibility of organic matter and energy values of feedstuffs used in project 1.

|                 | Råprot.<br>% af ts. | Fordøje-<br>lighed | Pr. kg tørstof |                    |           |
|-----------------|---------------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------|
|                 |                     |                    | MJ ME          | MJ NE <sub>1</sub> | FE        |
| Kraftfoder      | 20,7-24,7           | 77-83              | 12,3-12,7      | 7,6-7,9            | 1,05-1,12 |
| <u>Ensilage</u> |                     |                    |                |                    |           |
| Tidlig          | 13,1-15,6           | 80-84              | 11,0-11,6      | 6,7-7,2            | 0,84-0,93 |
| Middel          | 14,5-15,7           | 69-75              | 9,7-10,5       | 5,7-6,3            | 0,69-0,78 |
| Sen             | 14,6-15,4           | 66-70              | 9,2-9,7        | 5,3-5,7            | 0,64-0,69 |

Foderoptagelsen er registreret hver dag, mælkemængden i to døgn i hver uge med en ugentlig bestemmelse af fedt- og proteinindholdet i mælken. Køerne blev vejede i hver anden uge, og tilvæksten i løbet af forsøgsperioden er beregnet ved regression af legemsvægten på tiden.

Formålet med projekt 2 var at undersøge effekten af at ombytte cellevægsstoffer (græsensilage) med stivelse (byg) eller sukker (roemelasse). Variationsområdet for stivelse var i forsøget fra 2 til 31%,

mens sukkermængden varierede fra 2 til 34% af tørstoffet.

Projektet blev gennemført som holdforsøg over en 3-årig periode (1980-83) og et 4. år i 1985/86. Der var i alt 12 forskellige rationer i forsøget, men da nogle rationer var med flere gange blev der i alt 19 hold. Tabel 2.3 viser hvornår og hvor ofte de forskellige rationer var med i forsøget. Tabel 2.3 viser også sammensætningen af de 12 rationer. Der blev i alle rationerne tildelt 12% halm og 18% af en kraftfoderblanding, der var sammensat således at alle rationerne indeholdt næsten samme koncentration af protein og fedt.

Græsensilagen, der var en let fortørret 1. slæts græsensilage, blev ombyttet med byg og/eller melasse. Det betød, at mængden af græsensilage faldt fra 54% i ration 1-3 til 38% i ration 4-6, 22% i ration 7-9 og 6% i ration 10-12. Som følge heraf blev der 4 forskellige energikoncentrationer i projektet. Inden for hver energikoncentration ombyttedes byg med stigende mængde melasse på de 3 hold.

Alle forsøgsdyr indgik i forsøget 4 uger før kælvning og fik den samme behandling indtil 3 uger efter kælvning, da denne periode blev brugt som standardperiode. Forsøgsperiodens længde herefter var 17 uger. Der blev i hele perioden anvendt fuldfoder efter ædelyst. I det sidste år var 30% af køerne i 1. laktation, ellers blev der kun anvendt køer i 2. eller senere laktation. I alt 177 køer indgik i forsøget, men 8 køer gennemførte ikke af forskellige grunde. Oplysninger om forsøgsdyrenes foderoptagelse, ydelse m.v. er givet i tabel 2.4.

**Tabel 2.3 Foderrationens sammensætning i procent af tørstof og brug af forsøgsrationen(X) i de enkelte år i projekt 2.**

The composition of the feed rations in percent of dry matter, and the use of the rations(X) in different year.

| Ration (Hold) | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Kraftfoder    | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Halm (byg)    | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Græsensilage  | 54 | 54 | 54 | 38 | 38 | 38 | 22 | 22 | 22 | 6  | 6  | 6  |
| Melasse       | 16 | 8  | -  | 24 | 16 | 8  | 32 | 24 | 16 | 48 | 32 | 16 |
| Byg           | -  | 8  | 16 | 8  | 16 | 24 | 16 | 24 | 32 | 16 | 32 | 48 |
| År 1          | X  |    | X  |    | X  |    | X  |    | X  |    |    |    |
| År 2          |    | X  |    | X  | X  | X  |    | X  |    |    |    |    |
| År 3          |    |    |    |    |    |    |    |    |    | X  | X  | X  |
| År 4          |    |    |    |    | X  |    | X  |    | X  | X  | X  | X  |

Registrering af foderoptagelse, ydelse, vægt etc. gennemførtes efter samme retningslinier som i projekt 1. Fodereffektiviteten er beregnet for hvert projekt for sig ved sammenhænge mellem den beregnede energioptagelse og det på basis af normerne beregnede energiforbrug til

**Tabel 2.4 Antal køer, laktationsafsnit, foderoptagelse, ydelse, vægt og vægtændring hos forsøgsdyrene i projekt 2. Holdgennemsnit, min. og max.**  
Period of lactation, feed intake, yield, live weight and live-weight changes in research project 1. Group averages, min. and max.

|                               | Forsøgsår  |             |             |             |
|-------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                               | 1          | 2           | 3           | 4           |
| Uger eft. kælvn.              | 3-20       | 3-20        | 3-20        | 3-20        |
| Antal køer                    | 44         | 42          | 24          | 59          |
| FE pr. dag                    | 12,2-18,3  | 13,9-18,5   | 19,0-22,0   | 16,0-20,5   |
| MJ NE <sub>1</sub> pr. dag    | 89,9-128,0 | 102,8-128,8 | 136,9-149,4 | 111,2-140,2 |
| Kg EKM <sup>1</sup> ) pr. dag | 20,4-25,9  | 23,3-26,3   | 24,8-29,4   | 25,4-27,8   |
| Vægt, kg                      | 532        | 579         | 608         | 570         |
| Vægtændr. g/dag               | -74-+343   | 163-288     | 433-578     | 258-543     |
| % kraftfoder                  | 34-66      | 34-66       | 82          | 50-82       |

1) Se app. A.

livsytringer (vedligehold, mælk og vægtændring). Som model er valgt en 2. grads ligning, idet denne synes at kunne beskrive sammenhængen tilfredsstillende inden for det aktuelle interval, og idet en sådan funktion er enkel at anvende i en evt. optimeringsmodel. Ved analysen af data fra projekt 1 indgik forsøgsår som klassevariabel i modellen. Dette blev undladt i projekt 2, idet forsøgsbehandlingerne i de forskellige år ikke var symmetrisk fordelt.

### 2.3.2 Resultater

Da der ikke er lavet fordøjelighedsbestemmelse på produktionsniveau i projekt 1 er den følgende beregning af nedgang i fordøjelighed ved stigende foderniveau kun møntet på projekt 2.

Fordøjeligheden af fuldfoderblandingerne på vedligeholdsniveau er beregnet på grundlag af fordøjeligheden af enkeltfodermidlerne, som for grovfoderets vedkommende er bestemt på får, mens der for kraftfoder og melsse er anvendt tabelværdier. I tabel 2.5 er vist de beregnede fordøjeligheder og den målte fordøjelighed på køer på produktionsni-

veau. Hvert niveau er gennemsnit af 3 rationer med samme kraftfoder/-grovfoderforhold og dermed omtrent samme foderniveau.

Som det fremgår af tabel 2.5 var fordøjeligheden af organisk stof hos malkekøerne ret konstant uanset foderniveau, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne af Wiktorsson (1971) og Wagner (1965, cit. Tyrrel & Moe, 1975). Da den potentielle fordøjelighed stiger med øget kraftfoderniveau, reduceres den reelle fordøjelighed med stigende foderniveau. Reduktionen pr. multiplum af vedligehold over vedligehold er 2,4% enheder ved et foderniveau svarende til 3,1 x vedligehold. Ved foderniveau på 3,6 x vedligehold er nedgangen 3,5% enheder, mens det er 4,3% enheder ved et foderniveau på ca. 4,5 x vedligehold. Der er altså i dette tilfælde tale om et stigende fald pr. multiplum af vedligehold ved stigende foderniveau.

Det er ikke i overensstemmelse med resultaterne af Moe et al. (1965) og Ekern (1972), men derimod med resultaterne af Wagner (1965, cit. Tyrrel & Moe, 1975). Årsagen til det øgede fald i fordøjeligheden er ændringen af fodersammensætningen. Den større andel af kraftfoder ved stigende foderniveau forstærker effekten af det forøgede foderniveau, hvilket skyldes de associative effekter.

**Tabel 2.5 Fordøjeligheden af organisk stof i rationerne i projekt 2.**  
Digestibility of organic matter in the rations in project 2.

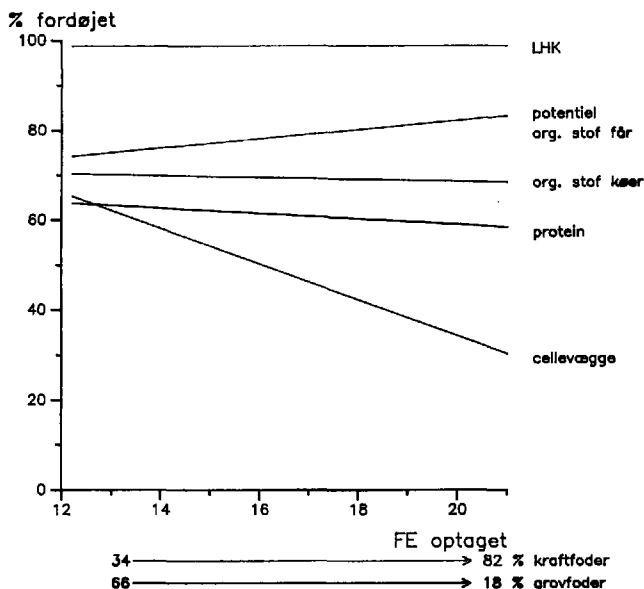
| Foderniveau                                            | 1    | 2    | 3    | 4    |
|--------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| FE optaget                                             | 13,0 | 15,7 | 18,6 | 20,4 |
| A. Fordøjelighed på vedligeholdsniveau, får            | 75   | 78   | 80   | 83   |
| B. Fordøjelighed hos køer på produktionsniveau         | 70   | 69   | 65   | 68   |
| Difference mellem A og B                               | 5    | 9    | 15   | 15   |
| Foderniveau: multipla af vedligeh. over vedligeh.      | 2,1  | 2,6  | 3,4  | 3,6  |
| Fald i ford. pr. multiplum af vedligeh. over vedligeh. | 2,4  | 3,5  | 4,4  | 4,2  |

At der ingen forskel var på rationerne med 56% kraftfoder og 82% kraftfoder kan evt. skyldes, at de associative effekter var slået helt igennem ved de 56% kraftfoder, men det kan også skyldes, at andelen af cellevægsstoffer var så lille, at en ændring i disses for-

døjelighed ikke kunne registreres på det samlede foder. At det sidste må have været tilfældet ses i tabel 2.6, som viser, at der skete et fald i fordøjeligheden af NDF og ADF for hvert trin op til den højeste energikoncentration. Der var kun en lille påvirkning af proteinfordøjeligheden og ingen af LHK fordøjeligheden. Det er i god

**Tabel 2.6 Fordøjeligheden af næringsstofferne i projekt 2 målt på køer på produktionsniveau.**  
Digestibility of the feed components in project 2 measured in cows fed ad libitum.

| Foderniveau | 1  | 2  | 3  | 4  |
|-------------|----|----|----|----|
| FK protein  | 64 | 61 | 57 | 58 |
| FK LHK      | 96 | 98 | 98 | 99 |
| FK NDF      | 62 | 52 | 38 | 28 |
| FK ADF      | 63 | 51 | 43 | 34 |



**Figur 2.1 Fordøjeligheden i relation til rationssammensætning og foderniveau i projekt 2 (eft. Krohn et al., 1984).**  
Digestibility in relation to changes in ration composition and level of feeding in project 2 (Krohn et al., 1984).

overensstemmelse med Thomsen (1983) og Robinson et al. (1987). I fig. 2.1 er resultaterne af fordøjelighedsforsøget skitseret.

Konklusionen er, at når foderniveauet øges, falder fordøjeligheden af foderet, men ændres der samtidig på sammensætningen af rationen ved at ombytte cellevægsstoffer med sukker eller stivelse, vil faldet ikke være konstant pr. multiplum af vedligehold, men øges p.g.a. de associative effekter. Størrelsen af disse kan så afhænge af flere faktorer såsom udfodringsrækkefølge, fodringshyppighed og fodringsprincip.

Hvis derimod mængden af cellevægsstoffer ombyttedes med protein, hvis fordøjelighed ikke påvirkes betydeligt, ville nedgangen i cellevægsfordøjeligheden med stigende kraftfodermængde måske ikke blive så stor. Det ville dog ikke nødvendigvis øge forsyningen med nettoenergi, idet det er energikrævende at udskille overskydende N.

Sammenhængene mellem den beregnede energioptagelse og det på basis af normerne beregnede behov for nettoenergi til livsytringer kan beskrives ved flg. ligninger, hvor  $Y$  = behov i FE eller MJ  $NE_1$  (nettoenergi til laktation) til livsytringer og  $x$  = den beregnede foderoptagelse målt i FE eller MJ  $NE_1$  pr. ko pr. dag:

#### Det skandinaviske FE-system

a. Uden korrektion af ensilagetørstof

$$\begin{aligned}\text{Projekt 1: } Y &= -2,57 + 1,53x - 0,0291x^2 \\ P &= \quad \quad 0,0014 \quad 0,052 \\ S_b &= \quad \quad 0,42 \quad 0,0141 \\ CV &= 4,19\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Projekt 2: } Y &= -0,373 + 1,33x - 0,0232x^2 \\ P &= \quad \quad 0,045 \quad 0,21 \\ S_b &= \quad \quad 0,61 \quad 0,017 \\ CV &= 3,88\%\end{aligned}$$

b. Efter korrektion af ensilagetørstof

Projekt 1:  $Y = -2,77 + 1,54x - 0,0291x^2$   
P = 0,0010 0,043  
S<sub>b</sub> = 0,41 0,014  
CV = 4,07%

Det hollandske system, uden korrektion for foderniveau

a. Uden korrektion af ensilagetørstof

Projekt 1:  $Y = -24,0 + 1,66x - 0,00443x^2$   
P = 0,0008 0,029  
S<sub>b</sub> = 0,43 0,0019  
CV = 3,38%

Projekt 2:  $Y = -15,1 + 1,58x - 0,00408x^2$   
P = 0,058 0,19  
S<sub>b</sub> = 0,77 0,0030  
CV = 4,09%

b. Efter korrektion af ensilagetørstof

Projekt 1:  $Y = -26,1 + 1,68x - 0,0045x^2$   
P = 0,0005 0,022  
S<sub>b</sub> = 0,41 0,0018  
CV = 3,28%

Det hollandske system, med korrektion for foderniveau

a. Uden korrektion af ensilagetørstof

Projekt 1:  $Y = -29,3 + 1,79x - 0,00491x^2$   
P = 0,0017 0,048  
S<sub>b</sub> = 0,50 0,0023  
CV = 3,35%

$$\begin{aligned}\text{Projekt 2: } Y &= -28,4 + 1,85x - 0,00515x^2 \\ P &= 0,053 \quad 0,18 \\ S_b &= 0,89 \quad 0,0036 \\ CV &= \end{aligned}$$

b. Efter korrektion af ensilagetørstof

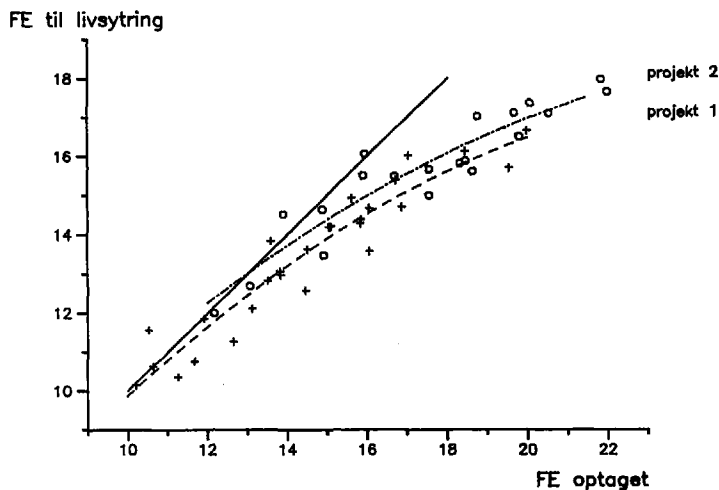
$$\begin{aligned}\text{Projekt 1: } Y &= -31,8 + 1,82x - 0,00500x^2 \\ P &= 0,0012 \quad 0,038 \\ S_b &= 0,49 \quad 0,0023 \end{aligned}$$

I figur 2.2 er indtegnet de resultater, som er anvendt i analysen, sammen med de funktioner, der er udregnet for sammenhængene mellem FE-optagelse og behov for FE til livsytringer. I de efterfølgende figurer er punkterne udeladt.

Figur 2.2 og figur 2.3 viser først sammenhængene beregnet i det skandinaviske FE-system og de tilhørende fodereffektiviteter, når der ikke er foretaget nogen korrektion af ensilagetørstof for tab af flygtige stoffer. I figur 2.2 er diagonalen indtegnet. Figuren viser som tidligere påvist af Danfær (1983), at når foderniveauet kommer over 12-13 FE, bliver energien i livsytringer beregnet ud fra standardnormer mindre end den beregnede energioptagelse. Der sker en tiltagende forringelse af foderudnyttelsen med stigende foderniveau.

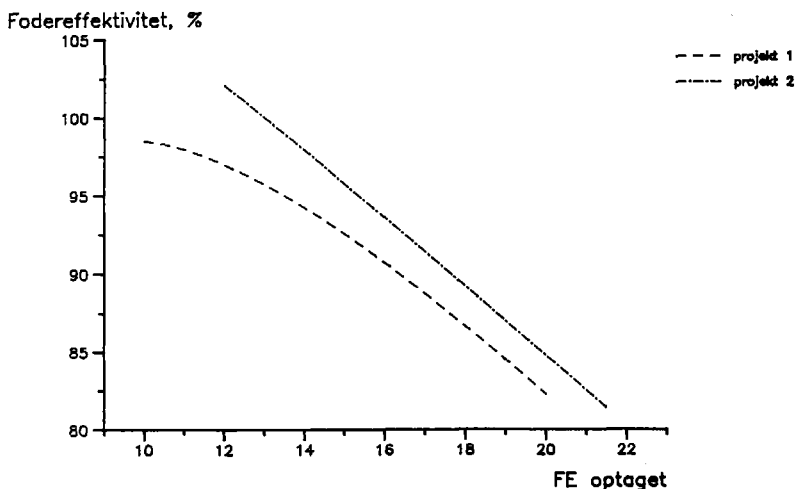
De udførte regressionsberegninger viste, at koefficienten til 2. grads leddet i projekt 1 var signifikant forskellig fra 0, hvilket ikke var tilfældet i projekt 2. Betragtet ud fra den biologiske baggrund må der dog være tale om en krumlineær sammenhæng. Årsagen til, at der ikke fandtes en signifikant krumning i projekt 2 kan være, at det ikke dækkede så lave foderniveauer som projekt 1 (figur 2.2).

Figurerne 2.4 og 2.5 viser de tilsvarende sammenhænge beregnet på basis af det hollandske energivurderingssystem, her med værdierne udregnet i  $NE_1$  (nettoenergi til laktation). I dette tilfælde er der

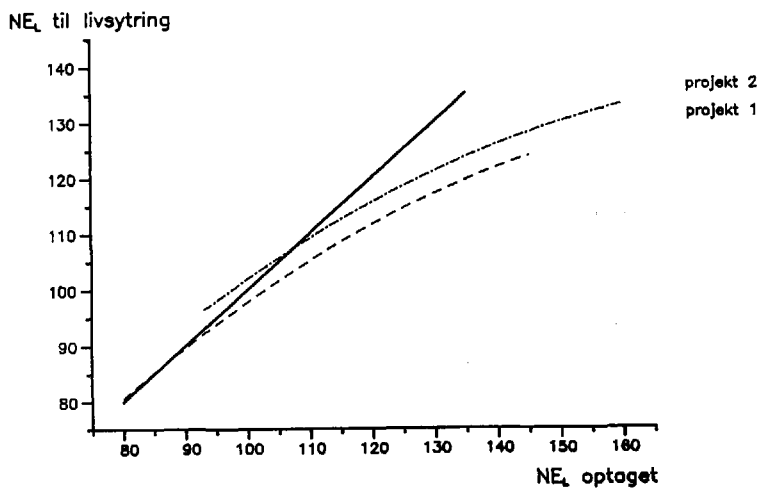


**Figur 2.2** Beregnet energiforbrug til livsytringer i relation til beregnet energioptagelse i FE. Ensilagetørstof ikke korrigeret.  
Estimated energy requirement (y) in relation to calculated energy intake (x) in Scandinavian feed units. Silage DM not corrected.

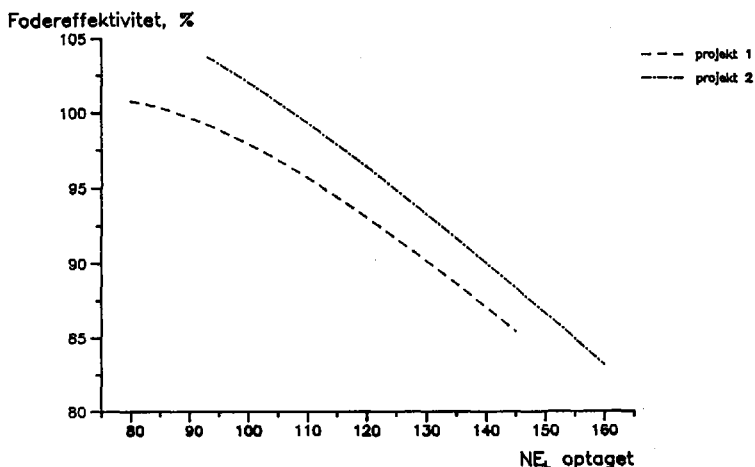
ikke foretaget nogen korrektion for foderniveauet. Uden korrektion kan det vises, hvor meget energiuudnyttelsen falder med stigende foderniveau. Disse sammenhænge er ikke meget forskellige fra dem, der fandtes ved brug af det skandinaviske FE-system.



**Figur 2.3 Fodereffektivitet i relation til foderniveau beregnet på basis af FE. Ensilagetørstof ikke korrigeret.**  
Gross feed efficiency in relation to feeding level calculated on basis of SFU. Silage DM uncorrected.



**Figur 2.4 Beregnet energiforbrug til livsytringer i relation til beregnet energioptagelse i NE<sub>1</sub>. Ensilagetørstof ikke korrigeret.**  
Estimated energy requirement (y) in relation to calculated energy intake (x) in NE<sub>1</sub>. Silage DM uncorrected.



**Figur 2.5** Fodereffektivitet i relation til foderniveau beregnet på basis af NE<sub>1</sub>. Ensilagetørstof ikke korrigeret.  
Gross feed efficiency in relation to feeding level calculated on basis of NE<sub>1</sub>. Silage DM uncorrected.

De beregnede fodereffektiviteter og ændringerne i disse med stigende foderniveau er også vist i tabel 2.7. De viste foderniveauer er her fastlagt således, at de udgør de samme multipla af vedligeholdelsesbehovet inden for de respektive systemer.

**Tabel 2.7** Beregnede fodereffektiviteter i projekt 1 og projekt 2 på basis af skandinaviske FE og på NE<sub>1</sub>. Ensilagetørstof ikke korrigeret.  
Feed efficiencies in project 1 and 2 calculated on basis of SFU and NE<sub>1</sub>. Silage DM uncorrected.

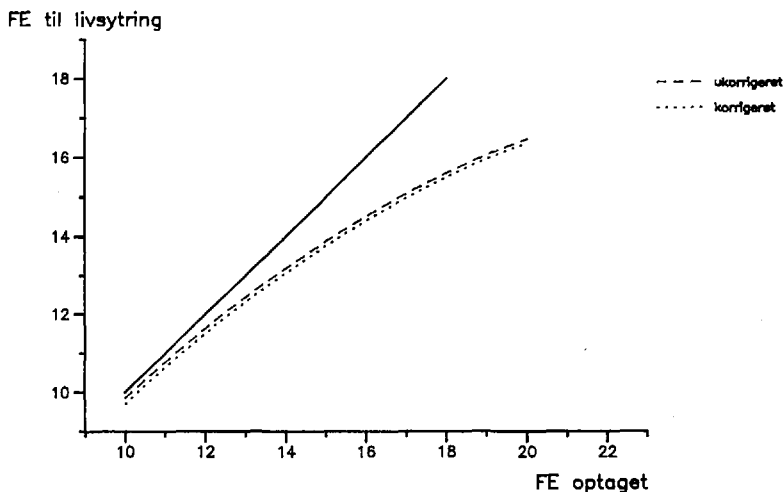
|                                    |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Foderniveau, FE                    | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    |
| Foderniveau, MJ NE <sub>1</sub>    | 93,8  | 109,6 | 125,3 | 141,1 | 156,8 |
| Multipla af vedl. 1)               | 2,8   | 3,3   | 3,7   | 4,2   | 4,7   |
| <b>FE-projekt 1</b>                |       |       |       |       |       |
| Effektivitet, %                    | 97,0  | 94,2  | 90,7  | 86,7  | 82,3  |
| Ændring                            |       | -2,8  | -3,5  | -4,0  | -4,4  |
| <b>FE-projekt 2</b>                |       |       |       |       |       |
| Effektivitet, %                    | 102,1 | 97,9  | 93,6  | 89,2  | 84,8  |
| Ændring                            |       | -4,2  | -4,3  | -4,4  | -4,4  |
| <b>MJ NE<sub>1</sub>-projekt 1</b> |       |       |       |       |       |
| Effektivitet, %                    | 99,1  | 95,7  | 91,5  | 86,7  | -     |
| Ændring                            |       | -3,4  | -4,2  | -4,8  |       |
| <b>MJ NE<sub>1</sub>-projekt 2</b> |       |       |       |       |       |
| Effektivitet, %                    | 103,6 | 99,4  | 94,7  | 89,6  | 84,3  |
| Ændring                            |       | -4,2  | -4,7  | -5,1  | -5,3  |

1) Ved legemsvægt på 555 kg.

Heraf ses det, at beregnet på denne måde, er faldet i effektiviteten med stigende foderniveau lidt større i det hollandske system end i FE-systemet.

Betragtes intervallet fra 16 FE (3,7 x vedligehold) til 20 FE (4,7 x vedligehold) var faldet i fodereffektiviteten 2,0-2,2 %-enheder pr. ekstra FE i begge projekter, når det er beregnet ved FE-systemet. Beregnet på basis af NE<sub>1</sub>-systemet, var det tilsvarende fald 2,4-2,6 %-enheder.

I figur 2.6 vises en sammenligning af sammenhængen mellem foderoptagelse og FE i livsytringer med og uden korrektion for tab af tørstof ved ovntørring under tørstofbestemmelse i ensilage. Den tilsvarende sammenligning af de beregnede effektiviteter er vist i tabel 2.8. Det giver ikke store forskelle, men faldet i effektiviteten er 0,1-0,2 %-enheder mindre pr. 2 FE efter korrektionerne.

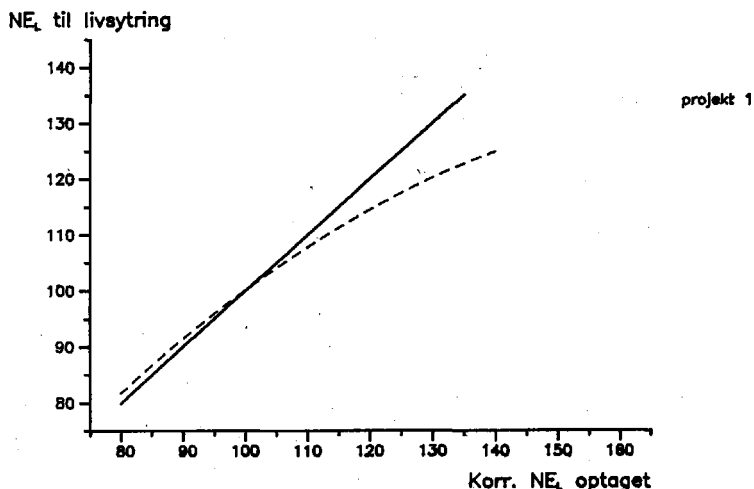


**Figur 2.6 Sammenligning af sammenhæng mellem energi til livsytringer og foderniveau med og uden korrektion af ensilagetørstof.**  
Comparison of relationships between total energy expenditure and feeding level with and without correction of silage DM.

**Tabel 2.8 Sammenligning af beregnet fodereffektivitet med og uden korrektion af ensilagetørstof for tab af flygtige stoffer ved ovntørring. Projekt 1.**  
Comparison of feed efficiencies with and without correction of silage dry matter for loss of volatiles by oven drying. Project 1.

| Foder-niveau | Uden korr.    |          | Med korr.     |          |
|--------------|---------------|----------|---------------|----------|
|              | Effek-tivitet | Æn-dring | Effek-tivitet | Æn-dring |
| 12           | 97,0          |          | 95,9          |          |
| 14           | 94,2          | -2,8     | 93,3          | -2,6     |
| 16           | 90,7          | -3,5     | 90,0          | -3,3     |
| 18           | 86,7          | -4,0     | 86,1          | -3,9     |
| 20           | 82,3          | -4,4     | 81,8          | -4,3     |

Endelig findes i figur 2.7 samt i tabel 2.9 resultaterne af beregninger foretaget ved hjælp af det hollandske energivurderingssystem med den indbyggede korrektion af foderrationens energiværdi for stigende foderniveau på 1,8% af den omsættelige energi pr. multiplum af vedligeholdelsesbehovet (se appendiks A). Disse resultater viser, at denne korrektion ved lavt foderniveau er for stor men ved højere foderniveauer ikke er stor nok til at tage højde for det faktiske fald i foderudnyttelsen.



**Figur 2.7 Sammenhæng mellem energi til livsytringer og foderniveau efter korrektion af NE<sub>l</sub> for foderniveau i henhold til det hollandske energivurderingssystem (van Es, 1978).**  
Relationship between total energy expenditure and feeding level after correction of NE<sub>l</sub> for feeding level according to the Dutch energy evaluation system (van Es, 1978).

**Tabel 2.9 Fodereffektivitet beregnet efter det hollandske energivurderingssystem med korrektion for foderniveau. Ensilagetørstof korrigeret. Projekt 1.**

Feed efficiency calculated according to the Dutch feed evaluation system with correction for feeding level. Silage DM corrected for loss of volatiles. Project 1.

| Foderniveau<br>MJ NE <sub>1</sub> korr. | Effek-<br>tivitet | Æn-<br>dring |
|-----------------------------------------|-------------------|--------------|
| 80                                      | 102,1             |              |
| 95                                      | 100,8             | -1,3         |
| 110                                     | 97,9              | -2,9         |
| 125                                     | 93,9              | -4,0         |
| 140                                     | 89,1              | -4,8         |

Der er tegn på niveauforskell i den beregnede foderudnyttelse i de to projekter, men den er ikke statistisk sikker. Beregningsresultaterne viser, at kurverne forløber næsten parallelt, og at der kun er en lille forskel på nedgangen i fodereffektiviteten de to projekter imellem, især i det interval mellem 16 og godt 20 FE, der er det mest interessante. På denne baggrund er det besluttet at danne en fælles ligning til beskrivelse af sammenhængen mellem den beregnede energioptagelse og det beregnede forbrug af energi til livsytringer. Denne ligning er dannet ved at bruge gennemsnittet af interceptværdierne og hældningskoefficienterne i de to ligninger og bliver som følger:

$$Y = -1,47 + 1,43x - 0,0261x^2$$

hvor Y = beregnet forbrug af FE til livsytringer og

x = beregnet FE-optagelse

Tabel 2.10 viser fodereffektiviteten beregnet ved hjælp af denne ligning.

Faldet i fodereffektiviteten er omtrent af samme størrelse som fundet af Danfær (1983), der angav et fald på 10%-enheder pr. multiplum af vedligehold over 12 FE. Den her beregnede sammenhæng viser dog et lidt mindre fald ved middelhøjt foderniveau. Omkring 14 FE var faldet ca. 1,8%-enheder pr. ekstra FE. Med et behov på 4,28 FE til vedligehold bliver det 4,28 x 1,8 eller ca. 7,7% pr. multiplum af vedligehold. Omkring 18 FE kan det på tilsvarende måde beregnes, at faldet var ca. 9,4%-enheder pr. multiplum af vedligehold.

Som tidligere nævnt synes faldet i energiudnyttelsen først at begynde, når foderniveauet overstiger ca. 12 FE. Det er i god overensstemmelse med de resultater af Schiemann et al. (1971), der er omtalt i afsnit 2.2.2., og som kun viste meget små ændringer i omsættelig energi som følge af stigende foderniveau, når grovfoderandelen var høj (= højt træstofindhold i rationen). Under disse forhold blev faldet i fordøjelighed næsten fuldstændig kompenseret ved mindsket tab i methan og urin. Tilsvarende fandt Blaxter (1969) kun små ændringer i omsættelig energi som følge af øget foderniveau i for

**Tabel 2.10 Fodereffektivitet beregnet ud fra fællesfunktionen for projekt 1 og projekt 2. Ensilagetørstof ikke korrigeret.**

Feed efficiency calculated from equation based on the results of both project 1 and project 2. Silage DM uncorrected.

| Foderniveau | Effektivitet | Ændring | % reduktion<br>pr. multiplum<br>af vedligehold <sup>1)</sup> | Marginal<br>effektivitet |
|-------------|--------------|---------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| FE          |              |         |                                                              |                          |
| 12          | 99,4         |         | -0,3                                                         | 81                       |
| 14          | 96,0         | -3,4    | -1,7                                                         | 70                       |
| 16          | 92,1         | -3,9    | -2,9                                                         | 60                       |
| 18          | 87,9         | -4,2    | -3,8                                                         | 49                       |
| 20          | 83,5         | -4,4    | -4,5                                                         | 39                       |

1) (Effektivitet-100)/(multiplum af vedl. -1)

søg, hvor foderniveauet kun øgedes til 2-3 x vedligehold. Observationerne i projekt 2 var i god overensstemmelse hermed, idet faldet i fordøjeligheden ved et foderniveau på ca. 12 FE kan antages at have været af samme størrelse (ca. 2%) som reduktionen i tabet i methan og urin.

I næstsidste kolonne i tabel 2.10 vises den beregnede reduktion i energiudnyttelsen (fra 100) pr. multiplum foderniveauet var øget over vedligeholdsniveauet. Disse tal viser klart, at det ikke for dette materiale ville være korrekt at regne med et konstant fald i energiudnyttelsen pr. multiplum af vedligehold, således som det gøres i de hollandske, engelske og amerikanske energivurderingssystemer. Faldet var stigende med stigende foderniveau. Dette er i overensstemmelse med det stigende fald i fordøjeligheden, som blev beskrevet i afsnit 2.2.1.

Sutton et al. (1988) fandt i modsætning til denne undersøgelse en rimelig god overensstemmelse mellem beregnet energioptagelse og energiforbrug til livsytringer med stigende foderniveau i meget tidlig laktation (1-8 uger efter kælvning). Der regnes som tidligere nævnt i det engelske system med en reduktion af omsættelig energi på 1,8% pr. multiplum af vedligeholdsniveau. Men på senere laktationsstadier blev energiidnyttelsen forringet med stigende foderniveau, således at der skulle et usandsynligt stort energiindhold i tilvæksten (mere end i ren fedtaflejring) til at forklare forskellen.

Van der Honing et al. (1977) og Vermorel (1978) fandt, at de nye energivurderingssystemer viste en god overensstemmelse mellem beregnet energioptagelse og energiforbrug, og bedre end de tidligere systemer, der i princippet var baseret på stivelsesenhedssystemet. Disse undersøgelser var i stor udstrækning baseret på ældre forsøg, i hvilke foder- og ydelsesniveauet var ret lavt. Resultaterne passer derfor godt med den her foreliggende analyse, hvor der er fundet en reduktion i energiidnyttelsen på ca. 1,8% pr. multiplum af vedligeholdsbehovet ved et foderniveau på 14 FE. Det er netop denne reduktion, der regnes med i det hollandske system.

I tabel 2.11 vises resultater af beregninger over, hvor stor en del af nedgangen i rationens energiværdi, der kan forklares ud fra de fundne nedgange i fordøjelighed i projekt 2. Det er forudsat, at hele nedgangen i fordøjeligheden af organisk stof skyldes reduktion af fordøjeligheden af cellevægssoffer. Der er desuden, i henhold til de i afsnit 2.2.2 diskutererede resultater fra litteraturen, foretaget en korrektion for mindsket tab af energi i methan og urin på 2% af bruttoenergien pr. multiplum af vedligehold.

Beregningerne viser den nedgang i  $NE_1$ , der er resultatet af ændringerne i fordøjeligheden og i energitabet i methan og urin. Til sammenligning er i tabellen indsat differencerne mellem optaget  $NE_1$  og beregnet forbrug af  $NE_1$  til livsytringer. Denne sammenligning viser ved foderniveau 1, 2 og 3 en god overensstemmelse mellem den fundne reduktion i energiidnyttelsen med stigende foderniveau og den beregnede reduktion i  $NE_1$ , der skyldes ændringer i fordøjelighed og tab i methan og urin. På det højeste foderniveau var der ikke over-

ensstemmelse mellem de målte ændringer i fordøjeligheden og nedgangen i energiudnyttelse.

Set på baggrund af den ret usikre bestemmelse af fordøjeligheden (begrænset antal dyr), er der en god overensstemmelse mellem den beregnede nedsættelse af optagelsen af omsættelig energi og nedgangen i den beregnede fodereffektivitet. Hertil kommer, at den mest usikre

**Tabel 2.11 Tab i energi p.g.a. nedgang i fordøjeligheden ved stigende foderniveau. MJ/dag.**

Loss of energy because of decreasing digestibility with increasing feeding level. MJ/day.

| Foderniveau                                                    | 1    | 2     | 3     | 4     |
|----------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| NE <sub>1</sub> optaget                                        | 99,9 | 117,1 | 136,0 | 148,8 |
| 1) Reduktion i fordøjet organisk stof, g/dag                   | 700  | 1422  | 2640  | 2790  |
| 2) Ford. energi i det uford. org. stof (17,5 KJ/g)             | 12,3 | 24,9  | 46,2  | 48,8  |
| 3) Formindskelse af tab i urin og methan:<br>% af bruttoenergi | 4,2% | 5,2%  | 6,8%  | 7,0%  |
| MJ                                                             | 11,9 | 16,4  | 23,8  | 25,6  |
| 4) Ialt tabt ME                                                | 0,4  | 8,5   | 22,4  | 23,2  |
| 5) Ialt tabt NE <sub>1</sub>                                   | 0,3  | 5,4   | 14,3  | 14,9  |
| 6) NE <sub>1</sub> opt.-NE <sub>1</sub> -livsytring            | -1,5 | 1,1   | 12,8  | 20,3  |

- 1) Organisk stof x fald i fordøjelighed.
- 2) Det antages, at det er cellevægsstoffer, der udgør den ufordøjede fraktion.
- 3) Tabet i urin og methan falder 2% for hvert multiplum af vedligehold over vedligehold, beregnet af bruttoenergien.
- 4) Forskellen mellem tabet p.g.a. af fordøjelighedsfaldet og det sparede tab p.g.a. methantabsformindskelsen.
- 5) NE<sub>1</sub> er beregnet som 0,64 x ME
- 6) Forskellen mellem NE<sub>1</sub> optaget og NE<sub>1</sub>-livsytring.

faktor i disse beregninger er ændringerne i energiindholdet i kropsvævene, som ikke kendes. Det må antages, at der ved stor tilvækst kan være tale om en relativ større fedtaflejring og dermed større energi-aflejring end ved lille tilvækst. Der kan også være tale om ændringer i kroppens væskeindhold. Det kan være forklaringen på en mulig mindre

reduktion i energiudnyttelsen end beregnet ved det højeste foderniveau i tabel 2.11.

På trods af de usikkerheder, der er indeholdt i de foretagne beregninger, er det rimeligt at konkludere, at den nedgang, der er fundet i energiudnyttelsen med stigende foderniveau tilsyneladende kan forklares af de ændringer, der sker i fordøjelsen af først og fremmest cellevægsstofferne og i energitabene i methan og urin. I de to forsøgsprojekter, der ligger til grund for analysen, var der meget store forskelle i rationssammensætning. I projekt 1 opnåedes de højeste foderniveauer ved brug af ensilage med meget høj foderværdi, og andelen af kraftfoder nåede ikke over 55%. I projekt 2 brugtes grovfoder af lav kvalitet og en høj kraftfoderandel (82%) ved de høje foderniveauer. Det kunne tyde på, at faldet i energiudnyttelsen ikke er særlig afhængig af rationens sammensætning. Det skal dog nævnes, at fodringsprincipperne også var forskellige, separat tildeling af grovfoder og kraftfoder og 2 x daglig fodring i projekt 1, fuldfoder i projekt 2, hvilket ved højt kraftfoderniveau spiller en afgørende rolle for omsætningen i vommen. I begge projekter skulle der være grundlag for den bedst mulige foderudnyttelse med de givne rationer. I projekt 1 var kraftfoderandelen ikke så høj, at fodringsprincippet forventes at kunne spille nogen væsentlig rolle for foderudnyttelsen. Det omtrent parallelle forløb af foderudnyttelseskurverne i de to projekter må føre til den vurdering, at nedgangen i fordøjelsen med stigende foderniveau har været omtrent ens.

## 2.4 Litteratur

- Andersen, P.E., 1983. Produktionsniveauets afhængighed af energioptagelsen. I: Optimale foderrationer til malkekoen. Østergaard, V. & Neimann-Sørensen, A. (red.), 551. beretn., Statens Husdyrbrugsforsøg, 13.1-13.32.
- ARC (Agricultural Research Council), 1965. The Nutrient Requirements of Farm Livestock, No. 2 Ruminants, London, 264 pp.
- ARC (Agricultural Research Council), 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, UK, 351 pp.

- Bines, J.A., Broster, W.H., Sutton, J.D., Broster, V.J., Napper, D.J., Smith, T. & Siviter, J.W., 1988. Effect of amount consumed and diet composition on the apparent digestibility of feed in cattle and sheep. *J. agric. Sci., Camb.* 110, 249-259.
- Blaxter, K.L., 1969. The efficiency of energy transformations in ruminants. In: Blaxter, K.L., Kielanowski, J. & Thorbek, G. (eds.). *Energy Metabolism of Farm Animals. Proc. 14th. Symp. Warsaw, Poland, September 1967. EAAP Publ. No. 12*, 21-28.
- Bævre, L., Junkarinen, L., Pedersen, J., Setälä, J. & Sjaunja, L.O., 1988. Measurement of the total energy content of cow's milk and the energy value of milk fat and milk protein. Paper presented at 26th session of Int. Committee Record. *Product. Milk Anim.*, July 5-8, 1988, 8 pp.
- Colucci, P.E., Chase, L.E. & Van Soest, P.J., 1982. Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 65, 1445-1456.
- Danfær, A., 1983. Energiværdien af malkekøers foder falder med stigende foderoptagelse. *Ugeskrift for jordbrug* 128: 27, 515-519.
- Ekern, A., 1972. Feeding of high yielding dairy cows. IV. Ration digestibility in high yielding cows fed at different levels of intake. *Meld. Nor. Landbrukshøgsk.* 51:33, 18 pp.
- Es, A.J.H. van, 1975. Feed evaluation for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 2, 95-107.
- Es, A.J.H. van, 1978. Feed evaluation for ruminants. I. The system in use from May 1977 onwards in the Netherlands. *Livest. Prod. Sci.* 5, 331-345.
- Es, E.J.H. van, Nijkamp, H.J. & Vogt, J.E., 1970. Feed evaluation for dairy cows. *Proc. 5. Symp. Energy Metab. EAAP Publ. No. 13*, 61-64, Juris Druck, Zürich.
- Flatt, W.P., Moe, P.W., Oltjen, R.R., Putnam, P.A. & Hooven, N.W., Jr., 1969. Energy metabolism studies with dairy cows receiving purified diets. In: Blaxter, K.L., Kielanowski, J. & Thorbek, G. (eds.). *Energy Metabolism of Farm Animals. Proc. 14th Symp. Warsaw, Poland, September 1967. EAAP Publ. No. 12*, 109-121.
- Honing, Y. van der, Steg, A. & Es, A.J.H. van, 1977. Feed evaluation for dairy cows: Tests on the system proposed in the Netherlands. *Livest. Prod. Sci.* 4, 57-67.
- Jensen, E., Klein, J.W., Rauchenstein, E., Woodward, T.E. & Smith, R.H., 1942. Input-output relationships in milk production. *Tech. Bull No. 815, United States Dept. Agric.*, 88 pp.
- Krohn, C.C., Hvelplund, T. & Andersen, P.E., 1984. High level of barley (starch) or molasses (sucrose) to high producing dairy cows. Paper presented at Ann. Meet. EAAP, The Hague, 6-9 August, 6 pp.

- Llano, C.A. & DePeters, E.J., 1985. Apparent digestibilities of diets varying in ratios of forage to concentrate and quality of forage at two intakes by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 68, 1189-1197.
- Moe, P.W., Reid, J.T. & Tyrrel, H.F., 1965. Effect of level of intake on digestibility of dietary energy by high producing cows. *J. Dairy Sci.* 48. 1053-1061.
- Moe, P.W. & Tyrrell, H.F., 1975. Efficiency of conversion of digested energy to milk. *J. Dairy Sci.* 58, 602-610.
- Mould, F.L., 1988. Associative effects of feeds. In: Ørskov, E.R. (ed). *Feed Science. World Animal Science. Vol B4*, 279-291. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- NRC (National Research Council), 1978. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Fifth revised edition.
- NRC (National Research Council), 1988. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th revised ed. Natl. Academy Press. Washington. DC.
- Owens, F.N., Zinn, R.A. & Kim, Y.K., 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.* 63, 1634-1648.
- Pedersen, E.J. Nørgaard & Møller, E., 1965. Korrektion for tab af flygtige syrer ved tørstofbestemmelse i ensilage. *Tidsskr. f. Planteavl* 69, 425-427.
- Robinson, P.H., Tamminga, S. & van Vuuren, A.M., 1987. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on milk production and whole tract digestibility in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 17, 19-35.
- Schiemann, R., Jentsch, W., Hoffmann, L. & Wittenburg, H., 1970. Die Verwertung der Futterenergie für Milchproduktion. *Arch. Tierernähr.* 20, 227-251.
- Schiemann, R., Jentsch, W. & Wittenburg, H., 1971. Zur Abhängigkeit der Verdaulichkeit der Energie und der Nährstoffe von der Höhe der Futteraufnahme und der Rationszusammensetzung bei Milchkühen. *Arch. Tierernähr.* 21, 223-240.
- Sutton, D., 1981. Concentrate feeding and milk composition. In: Haresign, W. (ed.). *Recent advances in animal nutrition*. 1981, 35-48.
- Sutton, J.D., Bines, J.A., Morant, S.V. & Napper, D.J., 1987. A comparison of starchy and fibrous concentrate for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. *J. Agric. Sci., Camb.* 109, 375-386.
- Sutton, J.D., Broster, W.H., Schuller, E., Napper, D.J., Broster, V.J. & Bines, J.A., 1988. Influence of plane of nutrition and diet composition on rumen fermentation and energy utilization by dairy cows. *J. agric. Sci., Camb.*, 110, 261-270.

- Thomsen, K. Vestergaard, 1980. The nutritional improvement of low quality forages. In: Thomas, C. (ed). Forage Conservation in the 80's, 164-174. Proc. Conf. Europ. Grassl. Fed., 27-30 November 1979, Brighton UK.
- Thomsen, K.V., 1983. Fodermidlernes karakteristika. 551. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg, 3.1-3.37.
- Tyrrell, H.F., 1980. Limits to milk production efficiency by the dairy cow. J. Anim. Sci. 51, 1441-1447.
- Tyrrell, H.F., Brown, A.C.G., Reynolds, P.J., Haaland, G.L., Bauman, D.E., Peel, C.J. & Steinhour, W.D., 1988. Effect of bovine somatotropin on metabolism of lactating dairy cows. Energy and nitrogen utilization as determined by respiration calorimetry. J. Nutr. 118, 1024-1030.
- Tyrrel, H.F. & Moe, P.W., 1975. Symposium: Production efficiency in the high producing cow. Effect of intake on digestive efficiency. J. Dairy Sci. 58, 1151-1163.
- Vermorel, M., 1978. Feed evaluation for ruminants. II. The new energy systems proposed in France. Livest. Prod. Sci. 5, 347-365.
- Wiktorsson, H., 1971. Digestibility experiments with dairy cows consuming different quantities of concentrates. J. Dairy Sci. 54, 374-378.
- Yates, F., Boyd, D.A. & Pettit, G.H.N., 1942. Influence of changes in level of feeding on milk production. J. agric. Sci. 32, 428-456.

## APPENDIKS A

### Beregning af energiværdier

#### Forkortelser

CP = råprotein , DCP = fordøjeligt råprotein  
EE = råfedt , DEE = fordøjeligt råfedt  
CF = træstof , DCF = fordøjeligt træstof  
NFE = N-frie ekstraktst., DNFE = fordøjelige NFE

De foran anførte størrelser alle anført i g pr. kg tørstof.

GE = bruttoenergi,  
DE = fordøjelig energi,  
ME = omsættelig energi,  
NE<sub>1</sub> = nettoenergi til laktation.

#### Beregning af skandinaviske FE

DE (kJ/kg ts) =  $24,23 \cdot DCP + 34,11 \cdot DEE + 18,50 \cdot DCF + 16,99 \cdot$   
DNFE  $(-0,77 \cdot \text{g sukker/kg ts})$

(Schiemann et al., 1971), sidste led kun, når sukkerindholdet er over 20% af tørstoffet.

FE/kg ts =  $-0,363 + 0,0984 \text{ DE}/1000 - 0,655 \text{ DCF}/1000$

Ligningen er i princippet som beskrevet af Møller et al. (1983), men koefficienterne er efter senere beregninger korrigeret.

#### Beregning af NE<sub>1</sub>

GE (kJ/kg ts) =  $24,15 \cdot CP + 36,58 \cdot EE + 20,93 \cdot CF + 16,99 \cdot NFE$   
 $(-0,63 \cdot \text{g sukker/kg ts})$

(Schiemann et al., 1971), sidste led kun når sukkerindholdet er over 8% af tørstoffet.

$$\text{ME (kJ/kg ts)} = 15,90 \cdot \text{DCP} + 37,67 \cdot \text{DEE} + 13,81 \cdot \text{DCF} + 14,65 \cdot \text{DNFE} (-0,63 \cdot \text{g sukker/kg ts})$$

(van ES, 1978), sidste led kun, når sukkerindholdet er over 8% af tørstoffet.

$$\text{NE}_1 \text{ (kJ/kg ts)} = 0,6 (1 + 0,4(q - 0,57)) \text{ ME}$$

I det hollandske system regnes der med, at den omsættelige energi i foderet falder med 1,8% for hver gang foderniveauet øges med et multiplum af vedligeholdsniveauet. Denne korrektion er i systemet indregnet i behovsangivelserne. I analysen her er korrektionen foretaget på energiværdien af foderrationen:

$$\text{Korr. NE}_1 \text{ i rationen} = \text{NE}_1 \text{ optaget} \left( 1 - \left( \frac{\text{NE}_1 \text{ optaget}}{\text{NE}_1 \text{ vedligehold}} - 1 \right) 0,018 \right)$$

#### Energienormer i FE-systemet

$$\text{FE til vedligehold} = \text{Vægt}/200 + 1,5$$

$$\text{FE til mælkeproduktion} = \text{kg EKM} \cdot 0,40$$

$$\text{FE til tilvækst} = \text{kg tilvækst} \cdot 4,0$$

$$\text{Beregnet energi i livsytringer} = \text{FE til vedligehold} + \text{FE til mælkeproduktion} + \text{FE til tilvækst}$$

#### Energienormer i det hollandske energivurderingssystem, kJ

$$\text{NE}_1 \text{ til vedligehold} = 293 \cdot \text{Vægt, kg}^{0,75}$$

$$\text{NE}_1 \text{ til mælkeproduktion} = 3140 \cdot \text{kg EKM}$$

$$\text{NE}_1 \text{ til tilvækst} = 20925 \cdot \text{kg tilvækst}$$

$$\text{Beregnet NE}_1 \text{ i livsytringer} = \text{NE}_1 \text{ til vedligehold} + \text{NE}_1 \text{ til mælkeproduktion} + \text{NE}_1 \text{ til tilvækst.}$$

#### Beregning af energikorrigeret mælk (EKM)

$$\text{EKM (kg)} = (38,10 \cdot \text{g fedt/kg mælk} + 21,48 \cdot \text{g protein/kg mælk} + 896,0)/3140$$

(Bævre et al., 1988)

### 3. GENETISKE OG AVLSMÆSSIGE ASPEKTER VEDRØRENDE FODEROPTAGELSE, FODERUDNYTTELSE OG KØDPRODUKTIONSEGENSKABER

Bernt Bech Andersen

#### Sammendrag og konklusion

De lakterende køers foderoptagelseskapacitet følger ikke fuldt ud den avlsmæssige fremgang i mælkeydelse. Derfor øges behovet for energimobilisering i de første uger efter kælvning og dermed også risikoen for stofskiftesygdomme, frugtbarhedsproblemer o.s.v. På individprøvestationerne er det muligt at foretage en avlsværdiurdering for optagelseskapaciteten for ungdyr (KU), og denne egenskab har en  $h^2$ -værdi på 0,3 til 0,5. Fra sommeren 1989 vil KU indgå i selektionsindekset for individprøvetyre.

Selektion for højere mælkeydelse har indirekte medført en forbedring af totalfoderets udnyttelse, men der er flere undersøgelser, som antyder, at den marginale forbedring af foderudnyttelsen aftager med stigende ydelsesniveau. Foderudnyttelsen hos ungdyr under vækst har en  $h^2$ -værdi varierende fra 0,2 til 0,4, medens den for lakterende køer varierer fra 0,1 til 0,6. I omfattende avlsforsøg i Danmark, Norge og Holland undersøges, om der er en genetisk sammenhæng mellem foderudnyttelsen målt hos henholdsvis individprøvetyre og deres lakterende døtre. Hvis en sådan sammenhæng findes, vil det være muligt at inddrage en direkte selektion for foderudnyttelse i det praktiske avlsarbejde.

I malke- og kombinationsracebesætningerne udgør kødproduktionen ca. 30% af de samlede salgsindtægter. Kraftig ydelsesselektion kombineret med en import af arveanlæg fra USA har medført en stærk forringelse af kødproduktionsegenskaberne hos SDM. Hos RDM har man derimod fulgt en avlsstrategi, hvor det sideløbende med ydelsesfremgangen har været muligt at fastholde eller endog forbedre racens kødproduktionsegenskaber.  $h^2$ -værdien for kødproduktionsegenskaberne varierer fra 0,45 til 0,60, og avlsledelsen har store muligheder for at fastholde eller forbedre disse egenskaber ved en konsekvent udnyttelse af individprøveresultaterne. For den enkelte besætningsejer er det muligt på kortere sigt at stimulere besætningens kødproduktion enten ved brugs-krydsning med kødracetyre, eller ved anvendelse af relativt kødprægede tyre inden for egen race.

**Abstract:** Andersen, B. Bech, 1989. Genetic aspects of appetite, feed utilization and beef production capacity. Rep. 660, Nat. Inst. Anim. Sci., Denmark. Address: P.O. Box 39, DK-8830 Tjele. Chapter 3, 19 pp. (English subtitles).

The feed intake capacity of the lactating cows follows only to some extent the genetic progress in yield capacity. Therefore the requirement for energy mobilization is increased in the first weeks after calving and subsequently the risk of metabolic diseases, fertility problems etc. At the performance test stations for potential A.I. bulls it is possible to estimate the feed intake capacity for young animals, and this trait has been found to have a heritability of 0.3 to 0.5. From the summer of 1989 the breeding value KU for feed intake capacity will be included in the selection index for performance tested bulls.

Selection for higher milk yield has indirectly resulted in an improvement of the utilization of the total feed, but recent investigations suggest that the marginal improvement of the feed utilization decreases with increasing yield level. The feed utilization for young animals during growth has a  $h^2$ -value ranging from 0.2 to 0.4, while it ranges from 0.1 to 0.6 for lactating cows. In extensive breeding experiments in Denmark, Norway and the Netherlands it is examined whether there is a genetic correlation between feed utilization measured at performance tested bulls and their lactating daughters. If such a correlation exists, it will be possible to include a direct selection for feed utilization in the practical breeding work.

Strong selection for yield, combined with import of genes from USA, has resulted in a serious reduction of the beef production traits for SDM. For RDM another breeding strategy has been followed, and consequently parallel with the yield progress it has been possible to keep or even improve the beef production traits of the breed. The  $h^2$ -value for the beef production traits ranges from 0.45 to 0.60, and the A.I. centers can improve these traits by a consistent selection on the performance test results. For the individual breeder it is possible in the short view to stimulate the beef production of the herd either by crossbreeding with semen from beef bulls or by using bulls from own breed with excellent beef production capacity.

### 3.1 Indledning og problemstilling

Mange års effektivt og målrettet avlsarbejde har medført en drastisk forbedring af kvægracernes ydelsesanlæg og ydelsesniveau. Men køernes foderoptagelsesevne følger ikke fuldt ud den avlsmæssige fremgang i ydelseskapa- citet (Andersen et al., 1989). Den fortsatte genetiske forbedring af køernes ydelsesanlæg vil således øge behovet for ener- gimobilisering i de første uger efter kælvning, og dermed også risi- koen for den "højtydende kos dilemma" med stofskiftesygdomme, frugt- barhedsproblemer o.s.v. Der er således et tiltagende behov for en di- rekte selektion for øget foderoptagelsesevne.

Den betydeligste omkostningsfaktor i mælke- og kødproduktionen er fo- derforbruget. Avl for højere mælkeydelse har medført flere kg mælk pr. i alt FE, når koens vedligeholdelsesbehov forudsættes konstant. Men denne "fortyndingseffekt" aftager imidlertid, efterhånden som vedligeholdelsesfoderet andrager en mindre og mindre andel af total- foderet. Ydermere er der flere undersøgelser, som antyder, at den marginale forbedring af foderudnyttelsen aftager med stigende ydel- seskapacitet (Gibson, 1986), og derfor er der grund til at interesse- re sig for mulighederne for en direkte selektion for bedre foderud- nyttelse.

Produktionen af okse- og kalvekød er i overvejende grad baseret på udsætterkøer og ungtyre. I en malkekvægsbesætning, hvor tyrekalvene sælges efter fødslen, er salgsindtægterne fra henholdsvis mælk og kød ca. 80:20. Indregnes ungtyreproduktionens værditilvækst, bliver for- holdet ca. 70:30, og på landsbasis, hvor der også foregår en del selvrekrutterende kødproduktion, ændres forholdet til ca. 66:34. Den avlsmæssige stigning i ydelsesniveauet har indirekte haft en negativ effekt på kødproduktionen, idet færre køer til at opfylde den samme mælkekvote giver færre kalve til kødproduktion, ligesom den omfatten- de import af amerikanske HF anlæg til SDM har ført til en stærk for- ringelse af de medfødte anlæg for muskelfylde og slagtekvantitet (An- dersen et al., 1989).

I forbindelse med en overordnet vurdering af de fremtidige strategier for kvægsbesætningernes mælke- og kødproduktion er der således bag- grund for at interessere sig for en avlsmæssig forbedring af egenska-

berne foderoptagelseskapaçitet, foderudnyttelse og kødproduktion.

### 3.2 Definition og beskrivelse af de enkelte egenskaber

**3.2.1 Foderoptagelseskapaçiteten** er bestemt af såvel den fysiske regulering som af stofskiftereguleringen. Denne regulering er på en meget kompliceret måde knyttet til den intermediære transport og omsætning af næringsstoffer i kroppens forskellige væv og organer. Næringsstoffer, metabolitter og hormoner optræder som signaler i dette stofskiftereguleringssystem. Af hensyn til de vomfysiologiske funktioner er det nødvendigt at tilføre cellevægs- og strukturelt grov foder i betydelige mængder. Disse fodermidlers fylde samt fordøjelseskanalens begrænsede kapaçitet bevirker, at rent fysiske begrænsninger får en væsentlig indflydelse på foderoptagelsesevnen, der udtrykkes ved K for køer og KU for ungdyr. Denne form for begrænsning af foderoptagelsen kaldes ofte for den fysiske regulering. Den fysiske regulering og stofskiftereguleringen af optagelsen er ikke uafhængige af hinanden. Fordøjelseskanalens kapaçitet eller udnyttelsen af denne varierer således med dyrets behov. Derfor øges optagelsen af et givet foder med øget energibehov, selv om den fysiske begrænsning er den dominerende faktor ved en malkekos foderoptagelse. Ved fastlæggelse af de enkelte dyrs individuelle foderoptagelseskapaçitet er det vigtigt, at det gennemføres under forhold, hvor det er den fysiske regulering, som sætter grænser for, hvor meget dyret æder.

På individprøvestationerne måles de afprøvede tyres foderoptagelseskapaçitet ved en daglig registrering af det optagne foder, som tildeles efter ædelyst. Kapaçiteten beskrives enten som FE/dag eller som KU defineret som den daglige foderoptagelse korrigeret til en levende vægt af 400 kg for RDM, SDM og DRK og til 300 kg for Jersey. Ved avlsforsøg med lakterende køer på "Ammitsbøl Skovgaard" fodres med fuldfoder efter ædelyst. Den daglige optagelse registreres, og optagelseskapaçiteten beskrives indtil videre som FE/dag og kg tørstof/dag.

**3.2.2 Foderudnyttelsen** er hos dyr under vækst og målt som FE/kg tilvækst påvirket af foderoptagelsen, vedligeholdelsesbehovet, fordøjelsesapparatets effektivitet, samt tilvækstens sammensætning. Foderudnyttelsen til mælkeproduktion påvirkes endvidere af mobilisering/de-

ponering samt af drægtighedsstatus.

Individprøvetyrenes foderudnyttelse beskrives som FE/kg tilvækst eller ved den biologiske effektivitet beregnet som:

$$(1) \%EFF = 100 \times \frac{0,055 \times \text{vægt}^{3/4}(\text{kg}) + 0,002 \times \text{dagl. tilv.}(\text{g})}{\text{FODEROPTAGELSE (FE)}}$$

Ved avlsforsøgene med lakterende l. kalvs køer beskrives effektiviteten som kg fedt/protein korrigeret mælk/FE eller som den biologiske effektivitet beregnet som:

$$(2) \%EFF = 100 \times \frac{0,0508 \times \text{vægt}^{3/4} + 0,40 \times \text{KFPM} + 3,58 \times \text{V}\emptyset - 3,42 \times \text{VT}}{\text{FODEROPTAGELSE (FE)}}$$

hvor        vægt = koens levende vægt i kg,  
             KFPM = kg fedt og protein korrigeret mælk,  
             V $\emptyset$  = vægtøgning i kg,  
             VT = vægttab i kg.

**3.2.3 De vigtigste kødproduktionssegenskaber** er tilvæksthastigheden (gram daglig tilvækst) og slagtekvantiteten (slagteprocent og klassificering).

På individprøvestationerne måles de potentielle avlstyres avlsværdi for tilvækst som et T-tal, der efter Andersen et al., (1988) beregnes som:

$$T = 0,6 ((P_x \times 100/\bar{P}) - 100) + 100,$$

hvor         $P_x$  = tyrens tilvækst i gram pr. dag,  
              $\bar{P}$  = stationens racegennemsnit.

Med et stationsgennemsnit på 1200 g kræves en tilvækstoverlegenhed på 20 g for én T-tals enhed.

Avlsværdien for slagtekvantitet måles indirekte ved en ultralydmåling af et tværsnit af den lange rygmuskel. Der beregnes et U-tal, som:

$$U = 0,4 ((U_x \times 100/\bar{U}) - 100) + 100,$$

hvor  $U_x$  = tyrens vægtkorrigerede ultralydareal i  $\text{cm}^2$ ,  
 $\bar{U}$  = stationens racegennemsnit.

Med et stationsgennemsnit på 60  $\text{cm}^2$  kræves en overlegenhed på 1,5  $\text{cm}^2$  for én U-tals enhed.

På et materiale bestående af 270 forsøgsslagtede individprøvetyre er der gennemført en analyse af de enkelte kødproduktionsegenskabers økonomiske betydning ved en produktion af ungtyre på ca. 450 kg levende vægt (Andersen et al., 1988).

Nettoudbyttet (NU) er for hver enkelt tyr beregnet som:

NU =

kold slagtevægt x kr./kg - (spædkalv + foder + dage + forrentning)

spædkalv = 500 kr. + 12 kr./kg,  
 foder = 1,60 kr. pr. FE,  
 dage = 3 kr. pr. foderdag,  
 forrentning = 13% p.a.

De enkelte egenskabers effekt på dette nettoudbytte er herefter beregnet ved hjælp af regressionsligningen:

$$NU = b_1 \times \text{tilv.} + b_2 \times \text{FE/kg} + b_3 \times \text{slagteproc.} + b_4 \times \text{klass.}$$

Resultatet fremgår af tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Kødproduktionsegenskaberne's økonomiske betydning ved produktion af 12 mdr.s ungtyre (udtrykt som kr. i nettoudbytte pr. enhed).

Economic importance of various beef production traits in production of young bulls 12 months of age (Dkr. pr. unit).

| Tilvækst | FE/kg | Slagteprocent | Klassificering | R <sup>2</sup> |
|----------|-------|---------------|----------------|----------------|
| 0,91     | -669  | 122           | 200            | 0,86           |

På samme materiale er det vist, at for hver U-tals enhed øges individprøvetyrenes slagteprocent med 0,18 enhed og klassificeringen med 0,12 enhed. Hvis en individprøvetyrs muskelareal er f.eks. 9 cm<sup>2</sup> over racegennemsnit, svarer det til 6 U-tals enheder, og dermed til ca. 1,1 enhed i slagteprocent og ca. 0,7 enhed i klassificering.

### 3.3 Egenskabernes variation og arvbarhed

Gennem omfattende selektionsforsøg med fjerkræ og svin er det demonstreret, at det er muligt at opnå en genetisk betinget forbedring af foderoptagelse og foderudnyttelse (Bentsen, 1986, McPhee et al., 1987). For kvægets vedkommende er det forbundet med betydeligt større omkostninger at registrere den individuelle foderoptagelse. Derfor er kendskabet til disse egenskabers arvelige variation relativt begrænset, når det gælder lakterende køer, hvorimod der for ungdyr under vækst findes en mere veldokumenteret viden (Andersen et al., 1988).

#### 3.3.1 Foderoptagelse

På hollandsk materiale er der beregnet en  $h^2$ -værdi på 0,55 for foderoptagelse hos kvieopdræt. Ved korrektion til konstant metabolisk vægt blev denne værdi reduceret til 0,17 (Korver et al., 1987). I et dansk forsøg omfattende 650 ungtyre efter 31 HF og ABK fædre har Jensen et al. (1989) fundet en fænotypisk variationskoefficient i daglig energioptagelse på 4,9% og en tilhørende heritabilitetskoefficient på 0,41. I denne undersøgelse var dyrene sammenlignet over et konstant vægtinterval. Også materiale fra individprøvestationer i perioden 1982-1988 er analyseret, og resultaterne er vist i tabel 3.2 (Andersen et al., 1989). Variationskoefficienterne varierer fra 6 til 8%, og de tilsvarende heritabilitetskoefficienter fra 0,3 til 0,5. Korrektion til konstant vægt har tilsyneladende ingen større effekt på de beregnede parametre. For RDM og SDM ungtyre er den genetiske korrelation mellem KU (fyldeoptagelse) og FE (energioptagelse) 0,97, og ved det anvendte fodringsprincip med fuldfoder ad libitum er de således at betragte som én egenskab. Dette bekræftes af Jensen et al. (1989), som ikke finder nogen samspilseffekt mellem genotypen og foderrationens kraftfoder/grovfoder forhold. Hos lakterende køer har Oldenbroek (1986) derimod fundet en signifikant samspilseffekt mellem race og foderets energikoncentration.

**Tabel 3.2 Genetiske parametre for tilvækst, foderoptagelse og foderudnyttelse hos individprøvetyre fodret med en fuldfoderblanding efter ædelyst.**

Genetic parameters on growth, feed intake and feed utilization calculated on data from performance tested bulls fed ad libitum with a complete diet.

|                    |               | RDM   | SDM   | JER   |
|--------------------|---------------|-------|-------|-------|
| BT                 | $h^2$         | 0,56  | 0,45  | 0,44  |
|                    | Gennemsnit    | 1234  | 1245  | 897   |
|                    | Fænotypisk VK | 8,2   | 7,2   | 8,2   |
| FO                 | $h^2$         | 0,35  | 0,25  | 0,57  |
|                    | Gennemsnit    | 5,47  | 5,63  | 4,00  |
|                    | Fænotypisk VK | 6,9   | 6,3   | 7,7   |
| FU                 | $h^2$         | 0,30  | 0,38  | 0,22  |
|                    | Gennemsnit    | 4,44  | 4,53  | 4,54  |
|                    | Fænotypisk VK | 6,4   | 6,0   | 7,5   |
| OPT                | $h^2$         | 0,35  | 0,27  | 0,47  |
|                    | Gennemsnit    | 8,45  | 8,63  | 6,54  |
|                    | Fænotypisk VK | 5,6   | 5,7   | 7,6   |
| KU                 | $h^2$         | 0,29  | 0,26  | 0,45  |
|                    | Gennemsnit    | 11,0  | 11,2  | 8,52  |
|                    | Fænotypisk VK | 6,2   | 6,7   | 8,7   |
| %EFF               | $h^2$         | 0,20  | 0,33  | 0,24  |
|                    | Gennemsnit    | 104,5 | 103,0 | 104,1 |
|                    | Fænotypisk VK | 4,7   | 4,5   | 5,9   |
| MA                 | $h^2$         | 0,58  | 0,46  | -     |
|                    | Gennemsnit    | 61,5  | 57,7  | -     |
|                    | Fænotypisk VK | 6,4   | 7,3   | -     |
| Antal sønnegrupper |               | 75    | 81    | 38    |
| Antal ungtyre      |               | 1557  | 2535  | 536   |

|             |                              |                              |
|-------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>BT</b>   | = daglig tilvækst            | = daily gain.                |
| <b>FO</b>   | = FE/dag                     | = Scand. feed units/day.     |
| <b>FU</b>   | = FE/kg tilvækst             | = Scand. feed units/kg gain. |
| <b>OPT</b>  | = optagelseskapacitet/energi | = intake capacity/energy.    |
| <b>KU</b>   | = optagelseskapacitet/fylde  | = intake capacity/fill.      |
| <b>%EFF</b> | = biologisk effektivitet     | = biological efficiency.     |
| <b>MA</b>   | = muskelareal-ultral lyd     | = muscle area-ultrasonic.    |

### 3.3.2 Foderudnyttelse

Heritabilitetskoefficienterne for effektivitetsmålet kg mælk/optaget foder varierer fra 0,12 til 0,63 (oversigtsartikel af Blake & Custodio, 1984). Foreløbige resultater fra det danske handyr/hundyr forsøg har demonstreret  $h^2$ -værdier for %EFF (formel (2) side 49) på 0,43 og 0,67 for laktationsperioderne henholdsvis 0-29 dage og 30-250 dage.

Hos ungtyre i vækst har Jensen et al. (1989) fundet en heritabilitetskoefficient for FE/kg tilvækst på 0,27. For det vægtafhængige vedligeholdelsesbehov var  $h^2 = 0,21$  mod 0,31 beregnet på materiale fra afkomsprøverne for kødproduktion (Andersen, 1980). På det tidlige omtalte materiale fra individprøvestationer (tabel 3.2) er variationskoefficienten for FE/kg tilvækst ca. 7%, med en  $h^2$ -værdi, der varierer fra 0,2 til 0,4. %EFF beregnet efter formel (1) side 49 har en fænotypisk variation på omkring 5% og en  $h^2$ -værdi på 0,2 til 0,3.

### 3.3.3 Kødproduktionssegenskaber

I perioden fra 1982 til 1987 er der på individprøvestationer opnået følgende gennemsnitsresultater for de afprøvede tyre af malke- og kombinationsrace (tabel 3.3).

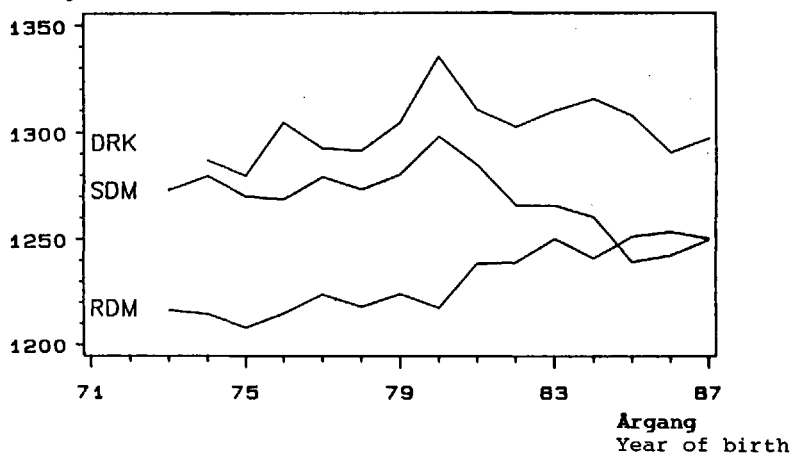
**Tabel 3.3 Racegennemsnit for individprøvetyre afprøvet i perioden 1982 til 1987.**

Breed average for performance tested bulls tested from 1982 to 1987.

|     | <u>Til-<br/>vækst (gr/dag)</u> | <u>FE/kg</u> | <u>Ultralyd-<br/>areal (cm<sup>2</sup>)</u> |
|-----|--------------------------------|--------------|---------------------------------------------|
| RDM | 1230                           | 4,61         | 61,6                                        |
| SDM | 1234                           | 4,73         | 57,5                                        |
| DRK | 1267                           | 4,48         | 62,2                                        |
| JER | 893                            | 4,71         | -                                           |

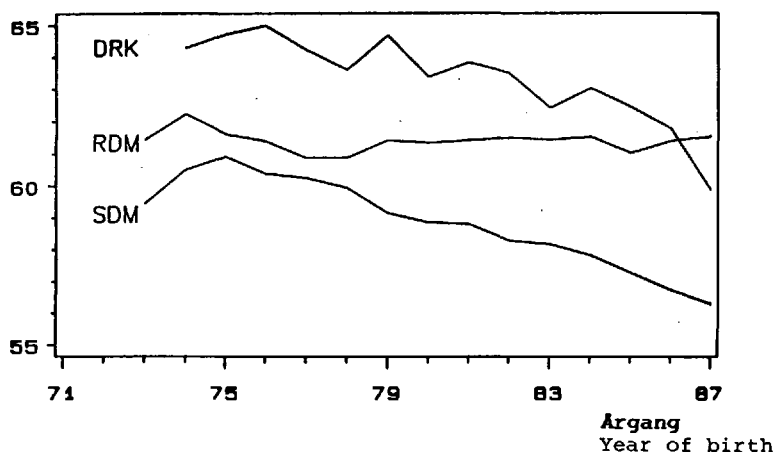
De anførte racegennemsnit vil stort set svare til det gennemsnitlige genetiske niveau for de tyrekalve, der fødes i praksis i 1989. Men på grund af forskellig avls- og importpolitik er udviklingsforløbet i de 3 racers kødproduktionssegenskaber meget forskellig. Det er illustreret i figurerne 3.1, 3.2, 3.3 og 3.4.

Daglig tilvækst, g  
Daily gain, g



Figur 3.1 Ændringer i individprøvettyrenes genetiske niveau for daglig tilvækst.  
Change in genetic level of performance tested bulls for daily gain.

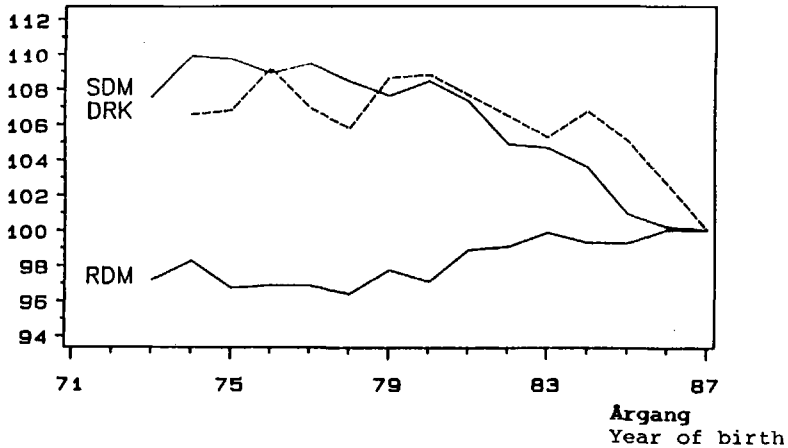
Muskelareal, cm<sup>2</sup>  
Muscle area, cm<sup>2</sup>



Figur 3.2 Ændringer i individprøvettyrenes genetiske niveau for muskelareal.  
Change in genetic level of performance tested bulls for muscle area.

### I-tal

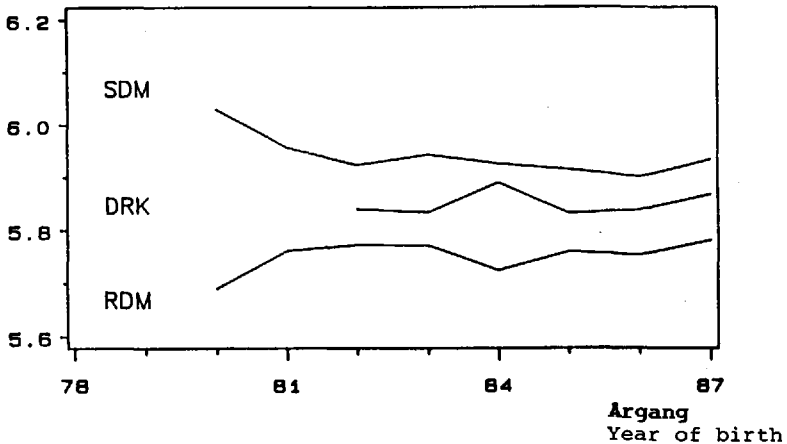
Index for growth and muscle area



Figur 3.3 Genberegnete I-tals værdier med årgang 1987/88 = 100.  
Change in level for total index (I-tal) with 1987/88 as a reference group.

### Foderoptagelseskapaletet (FE/dag)

Intake capacity (Scand. FU/dag)



Figur 3.4 Ændringer i individprøvetirenes genetiske niveau for daglig foderoptagelse.  
Change in genetic level of performance tested bulls for daily feed intake.

For SDM var det genetiske niveau for individprøvetyrenes daglige tilvækst konstant eller svagt stigende fra 1973 til 1980, hvorefter der har været et stærkt fald frem til 1985/86. Denne nedadgående trend er tilsyneladende nu stoppet. For RDM har der i samme periode været en ret markant stigning i tilvækstkapaciteten, medens DRK i samme periode har haft en moderat stigning.

RDM tyrenes genetiske niveau for muskelareal har været ret konstant gennem de sidste 15 år. For SDM er der sket en markant reduktion i muskelareal fra 61,1 cm<sup>2</sup> i 1975 til 56,0 cm<sup>2</sup> i 1987. Inden for de seneste 4 år er der også hos DRK sket en stærk reduktion i muskelareal.

De anførte racegennemsnit dækker imidlertid over en stor variation mellem tyre inden for de enkelte racer med en variationskoefficient på 6-8% og tilhørende heritabiliteter varierende fra 0,45 til 0,60 (tabel 3.2).

### 3.4 Egenskabernes korrelation til ydelsesanlæg

I et omfattende norsk forsøg er den genetiske korrelation mellem daglig foderoptagelse og ydelsesniveau beregnet til 0,65 (Svendsen & Husabø, 1987). Ifølge Korver (1988) er denne sammenhæng svagest i den første del af laktationen. Foreløbige resultater fra det tidligere omtalte danske handyr/hundyr forsøg viser en fænotypisk korrelation mellem daglig foderoptagelse og ydelsesniveau på henholdsvis 0,26 og 0,66 i laktationsperioderne 0-29 dage og 30-250 dage. I Norge gennemføres et selektionsforsøg for henholdsvis høj og lav mælkeydelse, og køer herfra er afprøvet i et fodringsforsøg med to kraftfoderniveauer samt grovfoder efter ædelyst. Foreløbige resultater er vist i følgende oversigt (Svendsen & Husabø, 1987):

| Selektions-<br>linie | Kraftfoder-<br>niveau | Kg grovfoder<br>pr. dag | Kg mælk<br>pr. dag | Vægtændring<br>kælvn. - 20. uge<br>(kg) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Høj                  | Normal                | 37,4                    | 19,9               | + 15                                    |
| Høj                  | Lav                   | 42,0                    | 19,0               | - 22                                    |
| -----                |                       |                         |                    |                                         |
| Lav                  | Normal                | 34,7                    | 18,4               | + 36                                    |
| Lav                  | Lav                   | 36,6                    | 17,1               | - 9                                     |

Merydelsen i selektionslinie høj opnås dels ved en større grovfoderoptagelse, dels ved en lavere prioritering af kropsvævene. Der er også en bemærkelsesværdig genetisk forskel i reaktionen på den lavere kraftfodertildeling, idet især linie høj er i stand til at opretholde ydelsesniveauet gennem en ekstraordinær stor grovfoderoptagelse og energimobilisering.

I et mindre hollandsk forsøg med 20 køer pr. race sammenligner Oldenbroek (1984) mælkeydelse og foderoptagelseskapacitet hos renracede køer af Amerikansk Holstein Friesian, Hollandsk Friesian og Hollandsk Rødbroget. Resultaterne kan sammenfattes i følgende:

|                            | 8 uger før til 44 uger efter kælvning |                       |                        |                      |                     |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
|                            | Amerikansk<br>Holstein<br>Friesian    | Hollandsk<br>Friesian | Hollandsk<br>Rødbroget | AHF<br>÷<br>H.Fries. | AHF<br>÷<br>H.Rødr. |
| Kg MM                      | 5250                                  | 4875                  | 4725                   | 375                  | 525                 |
| Tørstof op-<br>tagelse, kg | 5088                                  | 4822                  | 4769                   | 266                  | 319                 |

Det ses, at 8 til 11% forskel i mælkeydelse modsvares af henholdsvis 5,5 og 6,7% forskel i foderoptagelse. Holmes (1988) viser som gennemsnit af fem forskellige selektionsforsøg med malkekøer, at 19% forskel i mælkeydelse resulterer i 6% forskel i foderoptagelse.

I tabel 3.4 er det vist, hvorledes foderoptagelseskapaciteten målt i fyldeenheder påvirkes ved ensidig selektion for højere mælkeydelse. I beregningerne er der forudsat en fænotypisk spredning i mælkeydelse på 900 kg og i optagelseskapacitet på 230 fyldeenheder. Som det fremgår af tabellen, er den korrelerede ændring meget afhængig af især den genetiske korrelation, og netop denne parameter er meget usikkert bestemt. Men hvis der forudsættes en genetisk korrelation på 0,4 til 0,6 og en heritabilitetskoefficient på 0,3, så viser beregningerne, at 15% ydelsesstigning (1000 kg mælk) vil medføre en stigning i optagelseskapaciteten på 112 til 168 fyldeenheder eller 5 til 7%.

**Tabel 3.4 Forventet effekt af ensidig selektion for mælkeydelse på foderoptagelseskapa- citeten ved varierende heritabilitet for optagelseskapa- citet og genetisk korrelation mellem mælkeydelse og optagelseskapa- citet. Effekten er udtrykt i fyldeenheder pr. laktation pr. 1000 kg genetisk forskel i mælkeydelse.**

The effect of single trait selection for milk yield on in- take capacity at different genetic correlations and heri- tabilities. The effect is expressed in fill units per lac- tation per 1000 kg genetic difference in milk yield.

| Genetisk<br>korrelation | Heritabilitet for optagelseskapa-<br>citet |     |     |     |
|-------------------------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|
|                         | 0,2                                        | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| 0,2                     | 46                                         | 56  | 65  | 72  |
| 0,4                     | 91                                         | 112 | 129 | 144 |
| 0,6                     | 137                                        | 168 | 194 | 216 |
| 0,8                     | 183                                        | 224 | 258 | 289 |

Forudsætninger:

$$h_{\text{mælk}}^2 = 0,25, \sigma_{P_{\text{mælk}}} = 900 \text{ kg}, \sigma_{P_{\text{opt.kap.}}} = 230 \text{ enheder.}$$

På datamateriale fra danske afkomsprøvestationer og amerikanske for- søgsstationer er der fundet en genetisk korrelation mellem ydelsesni- veau og foderudnyttelse på ca. 0,95 (Gravert, 1984). Men materialet stammer fra en periode, hvor der blev fodret efter ydelse, og det vil automatisk medføre en høj statistisk sammenhæng. Nyere undersøgelser viser, at den stærke korrelation brydes, når der fodres efter æde- lyst. Et engelsk forsøg med malkekøer selekteret for henholdsvis høj og lav smørfedtydelse viste således, at 1% øget mælkeydelse kun for- bedrede foderudnyttelsen med 0,75%. Og der var en tendens til, at denne sammenhæng var endnu lavere ved stigende ydelsesniveau (Gibson, 1986). Foreløbige opgørelser fra handyr/hundyr forsøget viser en fæ- notypisk korrelation mellem ydelsesniveau og effektivitet (formel (2) side 49) på 0,61 i laktationsperioden 30 til 250 dage.

Danske og udenlandske undersøgelser antyder, at der er en svag posi- tiv sammenhæng mellem mælkeydelse og tilvækstevne (f.eks. Andersen & Andersen, 1975). Dette kan skyldes, at de to produktioner styres af visse fælles hormonsystemer, at en god foderudnyttelse eller et lavt vedligeholdelsesbehov begunstiger både mælk og tilvækst, og/eller at kvier med en høj genetisk betinget vækstkapa- citet alt andet lige op- drættes ved en relativt lavere intensitet. Tilsvarende er der en

svagt negativ genetisk sammenhæng mellem mælkeydelse og slagtekvallitet. Immigrationen af arveanlæg fra Holstein Friesian har forstærket disse tendenser.

De første årgange individprøvetyre fodret med fuldfoder ad libitum har nu lakterende døtre, og de har fået beregnet avlsværdital for mælkeydelse, eksteriør m.v. Sammenhængen mellem disse avlsværdital og tyrenes individprøveresultater er beregnet for 317 RDM, 532 SDM og 57 JER tyre (Andersen et al., 1989). Ved anvendelse af selektionsindeksteorien er det herefter muligt at beregne den forventede genetiske overlegenhed i tilvækst, foderoptagelse og muskelfylde samt i døtrenes ydelse og størrelse ved forskellige selektionsstrategier på individprøvestationer.

I tabel 3.5 vises effekten af forskelligt sammensatte selektionsindekser, når der selekteres med en styrke, der svarer til godkendelse af 38% af tyrene ( $i = 1,0$ ). De fire indekser er henholdsvis ensidig selektion for tilvækst (BT), tilvækst kombineret med optagelseskapacitet (BT + KU), tilvækst kombineret med ultralydmål (BT + MA) samt de tre egenskaber i samme indeks (BT + KU + MA).

Sammenfattende viser resultaterne, at når optagelseskapaciteten indgår i indekset, medfører det en stærk stigning i forbedringen af denne egenskab, samt tendens til en øget korreleret forbedring af døtrenes proteinydelse. Tilsvarende medfører kombinationen tilvækst og muskelareal en stærk forøgelse af muskelarealet samt tendens til en reduceret korreleret fremgang i mælkeydelse og optagelseskapacitet. Ved at kombinere alle 3 egenskaber i indekset opnås en intermedier effekt.

**Tabel 3.5 Forventet genetisk ændring i vækst, foderoptagelse, muskelfylde og mælkeydelse ved forskellig selektionsstrategi på individprøvestationer (i = 1,0).**  
Expected genetic superiority by selection of performance tested bulls based on various indices (i = 1.0).

| Effekt på                      |     | Indeks |         |         |              |
|--------------------------------|-----|--------|---------|---------|--------------|
|                                |     | BT     | BT + KU | BT + MA | BT + MA + KU |
| Tilvækst, g/dag                | RDM | 56,8   | 55,9    | 51,2    | 56,1         |
|                                | SDM | 40,2   | 32,2    | 35,2    | 36,2         |
|                                | JER | 32,3   | 36,4    | -       | -            |
| FE/dag                         | RDM | 0,15   | 0,16    | 0,13    | 0,16         |
|                                | SDM | 0,08   | 0,09    | 0,07    | 0,08         |
|                                | JER | 0,13   | 0,17    | -       | -            |
| Kapacitetsfaktor<br>KU         | RDM | 0,16   | 0,22    | 0,12    | 0,18         |
|                                | SDM | 0,02   | 0,11    | -0,03   | 0,02         |
|                                | JER | 0,23   | 0,37    | -       | -            |
| Biologisk eff. (%)             | RDM | 0,82   | 0,46    | 0,90    | 0,66         |
|                                | SDM | 1,08   | 0,36    | 1,10    | 0,87         |
|                                | JER | 0,31   | -0,19   | -       | -            |
| FE/kg                          | RDM | -0,09  | -0,07   | -0,08   | -0,08        |
|                                | SDM | -0,09  | -0,05   | -0,08   | -0,07        |
|                                | JER | -0,04  | -0,02   | -       | -            |
| Muskelareal (cm <sup>2</sup> ) | RDM | 0,83   | 0,70    | 2,06    | 1,74         |
|                                | SDM | 0,30   | 0,22    | 1,69    | 1,36         |
| Døtres højde<br>(indeks)       | RDM | 1,24   | 1,21    | 0,44    | 0,71         |
|                                | SDM | 0,36   | 0,32    | -0,15   | -0,04        |
|                                | JER | 0,40   | 1,00    | -       | -            |
| Døtres ydelse<br>F-indeks      | RDM | 0,30   | 0,29    | 0,39    | 0,38         |
|                                | SDM | -0,44  | -0,33   | -0,31   | -0,32        |
|                                | JER | 1,20   | 1,86    | -       | -            |
| Døtres ydelse<br>P-indeks      | RDM | 0,98   | 0,98    | 0,67    | 0,82         |
|                                | SDM | 0,25   | 0,32    | 0,06    | 0,15         |
|                                | JER | 1,47   | 2,05    | -       | -            |

### 3.5 Avlsmæssige foranstaltninger

For en landmand, der ønsker at styrke kødproduktionen i sin besætning, er mulighederne enten brugskrydsning med kødracesæd eller anvendelse af relativt kødprægede tyre inden for egen race. Og blandt kvægavlsforeningens store udbud af brugstyre er der fortsat mulighed for at vælge tyre, der forener positive ydelsesanlæg med gode anlæg for kødproduktion. Eksempler på sådanne "kød+" tyre er vist i følgende oversigt:

|             | <u>Tyrens navn</u> | <u>S-indeks</u> | <u>Y-indeks</u> | <u>T-tal</u> | <u>U-tal</u> |
|-------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| <u>SDM:</u> | KOL Keld           | 115             | 116             | 106          | 105          |
|             | ØJY SWD            | 113             | 116             | 105          | 106          |
|             | ØDA Vigør          | 112             | 118             | 103          | 105          |
|             | VAR Ide            | 110             | 103             | 109          | 106          |
| <u>RDM:</u> | FYN Linbru         | 116             | 107             | 105          | 113          |
|             | HV Dur             | 110             | 104             | 107          | 103          |
|             | HV Dux             | 111             | 117             | 110          | 97           |

Det er alle tyre med særdeles gode anlæg for såvel mælkeproduktion som kødproduktion og med et samlet S-indeks, der rangerer blandt de allerbedste.

Avlsledelsens muligheder for at inddrage foderoptagelseskapacitet og foderudnyttelse i det mere langsigtede avlsarbejde er teoretisk set enten en afkomsundersøgelse af døtregrupper i praksis, afprøvning af tyremødre på specielle tyremødrestationer eller individafprøvning af tyre. I Finland og Tyskland er der forsøgsmæssigt gennemført afkomsundersøgelser for fodereffektivitet baseret på endags foderkontrol af døtregrupper i praksis. Men resultatet viste, at det var en afprøvningsform forbundet med meget stor usikkerhed (Haapa & Syväjärvi, 1987, Gravert, 1984). Tyremødrestationer med registrering af blandt andet foderoptagelse og foderudnyttelse er et alternativ, som afprøves i FY-BI projektet. Ved det tredje alternativ, individafprøvningen af kommende avlstyre, foregår der allerede en individuel foderregistrering, men informationerne indgår ikke i individprøveindekset. På baggrund af resultaterne omtalt i tabel 3.5 er det imidlertid besluttet, at tyre fra racerne RDM, SDM og DRK fra sommeren 1989 skal selekteres efter et indeks sammensat af egenskaberne tilvækst, muskelareal og kapacitetsfaktoren KU. For Jersey vil der blive beregnet et indeks bestående af tilvækst og KU. På langt sigt vil effekten af denne selektion være en forbedret vækstkapa-citet, muskelfylde og foderoptagelseskapa-citet, ligesom det indirekte også forventes at stimulere døtrenes mælkeydelse samt reducere problemerne med ufrugtbarhed og stofskiftesygdomme.

Mulighederne for og betydningen af en direkte selektion for bedre foderudnyttelse undersøges blandt andet i det igangværende handyr/hundyr forsøg på "Ammitsbøl Skovgaard".

### 3.6 Litteratur

- Andersen, B. Bech, 1980. Feeding traits describing net requirements for maintenance as dependent on weight, feeding level, sex and genotype. In: C. Beranger (Ed.). Energy and protein feeding standards applied to the rearing and finishing of beef cattle. Ann. Zootech. 29, 85-92.
- Andersen, B. Bech & Andersen, G.S., 1975. Sammenhængen mellem mælkeproduktionsevne, kødproduktionsevne og kropsmål hos RDM og SDM. 71. medd., Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Andersen, B. Bech, Madsen, P., Klastrup, S. & Sørensen, Sv.E., 1988. Avlsstationerne for kødproduktion 1986/87. 634. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København 1988, 88 pp.
- Andersen, B. Bech, Madsen, P., Klastrup, S. & Ovesen, E., 1989. Avlsstationerne for kødproduktion 1987/88. 653. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København 1989, 77 pp.
- Bentsen, H.B., 1986. Some aspects of feed efficiency genetics in laying hens. NJF seminar nr. 103. Foulum oktober 1986, 7 pp.
- Blake, R.W. & Custodio, A.A., 1984. Feed efficiency: a composite trait of dairy cattle. J. Dairy Sci. 67, 2075-2083.
- Gibson, J.P., 1986. Efficiency and Performance of Genetically High and Low Milk-Producing British Friesian and Jersey Cattle. Anim. Prod. 42, 161-182.
- Gravert, H.O., 1984. Genetic Factors Controlling Feed Efficiency in Dairy Cows. 35th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Den Haag, August 1984, 16 pp.
- Holmes, C.W., 1988. Genetic Merit and Efficiency of Milk Production by the Dairy Cow. In: Garnsworthy, P.C. (ed.), Nutrition and Lactation in the Dairy Cow. Butterworths, London, 1988, 195-215.
- Haapa, M. & Syväjärvi, J., 1987. Evaluation of Dairy Bulls for Feed Efficiency based on Daughters Feed Consumption. 38th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Lisbon, September 1987, 6 pp.
- Jensen, J., Mao, I.L., Andersen, B. Bech & Madsen, P., 1989. Investigations on Performance Testing of Dual Purpose Bulls for Beef Traits. I. Genetic Parameters of Growth, Feed Intake, Appetite and Carcass Composition. Under trykning.
- Korver, S., 1988. Genetic Aspects of Feed Intake and Feed Efficiency in Dairy Cattle: A Review. Livest. Prod. Sci.

- Korver, S., Vos, H. & van der Werf, J.H.J., 1987. Performance test results of young bulls in relation to feed intake and efficiency of female progeny, 93-98. In: S. Korver, G. Averdunk & B. Bech Andersen (Editors), Performance Testing of A.I.-Bulls for Efficiency and Beef Production in Dairy and Dual Purpose Breeds. EAAP-publication No. 34, Pudoc, Wageningen, The Netherlands. ISBN-220-0924-6, 214 pp.
- McPhee, G.P., Rathmell, G.A., Daniels, L.J. & Cameron, N.D., 1986. Selection in pigs for increased lean growth rate on a time-based feeding scale. Stenciltryk, 22 pp.
- Oldenbroek, J.K., 1984. A Comparison of Holstein Friesians, Dutch Friesians and Dutch Red and Whites. I. Production characteristics. Livest. Prod. Sci. 11, 69-81.
- Oldenbroek, J.K., 1986. The performance of Jersey heifers and heifers of larger dairy breeds on two complete diets with different roughage contents. Livest. Prod. Sci. 14, 1-14.
- Svendsen, M. & Husabø, J.O., 1987. Feed Conversion and Feed Intake in Norwegian Red Cattle. 38th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Lissabon, September 1987, 12 pp.

#### 4. SUNDHED OG AVL

L. Gjørl Christensen

##### Sammendrag og konklusion

Klinisk mastitis tegner sig for ca. 1/3 af alle kliniske sygdomsudbrud hos danske malkekøer. I gennemsnit regnes med ca. 55 nye udbrud pr. 100 årskøer. Arvbarheden er lav (0,01-0,04). Den genetiske korrelation mellem mastitis og ydelse er ugunstig (0,20-0,40). En genetisk ydelsesstigning på 500 kg mælk vil medføre en stigning på 2-7 mastitisudbrud pr. 100 årskøer. Også stofskiftesygdomme har lav heritabilitet (0,01-0,03) og ugunstig genetisk sammenhæng med ydelseshøjden (0,2 til 0,3). Nyere danske undersøgelser viser, at lidelser i lemmer og klove har betydelig grad af arvbarhed (0,06-0,27), når der anvendes præcise definitioner. Der er ikke påvist genetiske sammenhænge mellem disse egenskaber og ydelse, men frekvensen varierer meget fra race til race.

Statistikkerne vedrørende de senere års udvikling i frekvensen af sygdomme er usikre og giver ikke basis for at drage konklusioner. Generelt gælder:

- at frekvensen af sygdomme stiger stærkt med stigende laktationsnummer,
- at hovedparten af sygdommene forekommer i den første del af laktationsperioden,
- at gentagelseskoefficienterne for de enkelte sygdomme fra laktation til laktation er høj,
- at en ko, der har haft en given sygdom i en laktation, har stor chance for at få den samme sygdom i efterfølgende laktation,
- at de fleste sygdomme er meget afhængige af miljøet,
- at der ved ensidig selektion for ydelse må regnes med en stigning i sygdomsfrekvensen, medmindre ydelsesstigningen følges op af tilsvarende miljømæssige forbedringer,
- at direkte avl for sygdomsresistens er mulig, men kræver systematiske sygdomsregistreringer i praksis,
- at avlsværdiudvurdering af tyre for sygdomsresistens må baseres på store døtregrupper.

**Abstract:** Christensen, L. G., 1989. Health at different genotype. Rep. 660, Nat. Inst. Anim. Sci., Denmark. Address: P.O. Box 39, DK-8830 Tjele. Chapter 4, 20 pp. (English subtitles).

In most dairy cattle populations mastitis makes up 30-50% of all clinical diseases. In Denmark the frequency of mastitis is estimated to be 0.55 new cases per cow yearly. The heritability of mastitis is low (0.01-0.04) but an unfavourable genetic correlation (0.20-0.40) between mastitis and milk yield exists.

The heritability for metabolic diseases is also low (0.01-0.03), and the genetic correlation between this group of diseases and milk yield is of the order 0.20-0.30. In most studies the heritability for reproductive diseases and for diseases in legs and claws has been very low and not significantly different from zero. New investigations in which different claw problems are well defined and registered heritabilities of 0.06-0.27 are reported.

Most reports on the trend of the frequency of diseases in the recent years are inconclusive. The frequency of diseases increases very much with increasing parity, and most diseases arise in the first part of the lactations. Most diseases have high repeatability between lactations and are very dependent on feeding, management and housing. Strong selection for milk yield will result in more health problems unless feeding and management are improved simultaneously. Selection for resistancy to mastitis is beneficial but require comprehensive registration of clinical mastitis in practice.

## 4.1 Indledning

I mange kvægbesætninger spiller køernes generelle sundhedstilstand en betydelig rolle for det samlede økonomiske udbytte. Sygdomme hos køer giver ikke alene udgifter til dyrlæge og medicin, men påvirker i endnu højere grad udbyttet i nedadgående retning som følge af produktionstab, kassation af mælk og kød, utilsigtede afgangstidspunkter (dødsfald/slagtning) og dermed større udgifter til opretholdelse af besætningernes størrelse. Overalt i kvægbrugskredse er der derfor stigende interesse for at begrænse frekvensen af sygdomsudbrud og deres følgevirkninger. Samtidig udtrykker mange bekymring for, at den stigende ydelseskapalet automatisk medfører stigende sygdomstryk og ringere holdbarhed. Denne bekymring er forstærket som følge af mælkekvoterne. Kvægbrugerne ønsker sunde og robuste køer, og mange er påvare til at give afkald på en del af ydelsesstigningen til fordel for dette. Desværre byder registreringen af sygdomme hos malkekøer i praksis på en række problemer, og for de fleste kvægpopulationer er den følgelig meget mangelfuld. Dette bevirker, at der kun er få pålidelige statistikker vedrørende frekvensen af de forskellige sygdomme, deres udvikling gennem årene, raceforskelle m.v. Ligeledes må det konstateres, at vigtige genetiske parametre på sygdomsområdet ofte er bestemt med stor usikkerhed eller mangler helt. I det følgende er det ved hjælp af en litteraturgennemgang søgt at få et skøn over følgende forhold vedrørende de vigtigste sygdomme:

- frekvens og økonomisk betydning
- arvbarhed
- sammenhæng med ydelseskapalet
- afhængighed af miljø (fodring, management, staldforhold)
- frekvens i relation til laktationsstadium og laktationsnummer
- konsekvenser ved forskellige avlsmæssige tiltag.

Undersøgelserne koncentrerer sig især om følgende grupper af sygdomme:

- Mastitis
- Reproduktionssygdomme
- Stofskiftesygdomme
- Sygdomme i lemmer og klove.

## 4.2 Frekvens og økonomisk betydning

Mastitis er sandsynligvis den mest tabvoldende af alle sygdomme hos malkekvæg. Danske undersøgelser (Elleby & Veirup, 1977; Østergaard, 1980; Christensen & Pedersen, 1988) har vist, at for alle racer under et tegner klinisk mastitis sig for 34-38% af alle sygdomsudbrud. Hos renrace RDM udgjorde mastitis ca. halvdelen af alle sygdomme (Østergaard, 1980; Madsen et al., 1987). For køer, tilsluttet den norske helsekortordning, tegner mastitis sig for de 35% af alle registrerede sygdomme (Solbu, 1988a). Jensen (1988) anslår, at behandlingsfrekvensen af klinisk mastitis i Danmark er 0,55 pr. ko pr. år, og at der årligt behandles 475.000 køer for mastitis. Dette er i god overensstemmelse med resultaterne fra både helårsforsøgsbrugene (Østergaard, 1980; Blom et al., 1985) og fra krydsningsforsøget på Næsgaard (Christensen & Pedersen, 1988). I disse undersøgelser var det gennemsnitlige antal nyudbrud af mastitis 0,45-0,55 pr. ko pr. laktation. I mastitisprojektet (Madsen et al., 1987) fandtes 0,65 mastitisudbrud pr. laktation. Tilsvarende resultater er opnået i Sverige, der angiver incidensen af klinisk mastitis til at være 0,63 og prævalensen til 0,29 (Anon. 1988a). Ifølge Solbu (1988a) har 21,1% af køerne i Norge mastitis mindst én gang årligt. Det tilsvarende tal for de svenske racer angives at være 18,2% (Anon., 1988b).

Tabene som følge af klinisk og subklinisk mastitis tilsammen anslår Waage (1988) udgør i alt 225 mill. kr. årligt for Norges ca. 300.000 kontrollerede køer.

Stofskiftesygdomme. I mastitisprojektet fandt Madsen et al. (1987), at antallet af fordøjelsessygdomme pr. 100 påbegyndte laktationer var 10,9. Enevoldsen & Thysen (1987) analyserede data fra 41 helårsforsøgsbrug i perioden 1978 til 1986 og fandt, at behandlingsfrekvensen af stofskiftesygdomme var 7,5% i de første 24 uger efter kælvning. Resultaterne fra den norske helsekortordning (Solbu, 1988a) viser, at 15,2% af køerne har klinisk ketose og 5,8% har mælkefeber mindst en gang årligt.

Fra de svenske undersøgelser i kontrollerede besætninger rapporterede Anon. (1988b) 3,9 ketosebehandlinger og 6,8 behandlinger for mælkefeber pr. 100 årskøer.

Reproduktionssygdomme. Tilbageholdt efterbyrd er den lettest registrerbare og alvorligste reproduktionssygdom hos malkekøer. I mastitisprojektet fandt Madsen et al. (1987), at antallet af tilbageholdt efterbyrd pr. 100 påbegyndte laktationer var 10,7. Tilsvarende fandt Enevoldsen & Thyssen (1987), at frekvensen af behandlede tilfælde af tilbageholdt efterbyrd var 11,0. Fra Sverige rapporteres om 5,3 behandlinger for tilbageholdt efterbyrd pr. 100 årskøer (Anon., 1988b).

Sygdomme i lemmer og klove udgør totalt set en forholdsvis lille del af sygdommene hos malkekøer. Blom (1982) anfører, at ca. 8% af alle sygdomme kan henføres til denne gruppe. I analyserne af Enevoldsen & Thyssen (1987) og i mastitisprojektet fandtes tilsvarende, at henholdsvis ca. 7% og 5% af de kliniske sygdomsudbrud vedrørte klovlidelser. I svenske undersøgelser (Anon., 1988b) er fundet frekvenser af samme størrelsesorden. Flere undersøgelser (Buchwald et al., 1982; Blom, 1982; Madsen, 1988) viser, at lemme- og klovsygdomme især kan være et stort problem i løsdriftsstalde med fast gulv og deltaskraber. I Næsgaard forsøget udgjorde lidelser i lemmer og klove ca. 17% af alle sygdomme. Ifølge undersøgelserne af Thyssen et al. (1981), Nielsen & Smedegaard (1984), Enevoldsen & Buchvald (1988) er antallet af køer, der registreres med kliniske klovsygdomme meget lav i forhold til det antal, der står med klovproblemer i varierende grad.

#### **4.3 Arvbarhed for sygdomsresistens**

Heritabiliteten for klinisk mastitis er generelt meget lav. Fra de omfattende norske undersøgelser rapporterer Solbu (1984) og Steine (1988)  $h^2 = 0,01$  til  $0,02$  hos NRF. Emanuelsen et al. (1988) og Eriksson (1988) finder samstemmende, at heritabiliteten for mastitis er af størrelsesordenen  $0,01$  til  $0,02$  for både SRB og SLB. Også disse resultater er baseret på store datamængder registreret i felten. Fra Finland rapporterede Syväjärvi et al. (1986)  $h^2 = 0,03$  og  $0,02$  for klinisk mastitis i henholdsvis 1. og 2. laktation. I det danske mastitisprojekt fandt Madsen et al. (1987)  $h^2 = 0,03$  for mastitis i 1. laktation og  $h^2 = 0,05$  i 2. laktation. Tilsvarende resultater er fundet på amerikansk materiale. Således fandt både Norman & Van Vleck (1972) og Lawstuen et al. (1988), at heritabiliteten for mastitis var  $0,03$ . Mahoney et al. (1986) kunne ikke påvise signifikant heritabili-

tet for mastitis i 1. laktation, men for alle laktationer under ét blev  $h^2 = 0,06$ .

Heritabiliteten for stofskiftesygdomme er ifølge de norske undersøgelser (Solbu, 1984) af størrelsesordenen 0,01-0,02. Hos svenske racer fandt Eriksson & Wretler (1987)  $h^2 = 0,01$ . Tilsvarende fandt Gröhn et al. (1986)  $h^2 = 0,02$  for ketose hos Finsk Ayrshire. Amerikanske undersøgelser har givet meget varierende resultater. Van Vleck (1964) fandt en heritabilitet på 0,23 for ketose. I en senere undersøgelse (Norman & Van Vleck, 1972) kunne der derimod ikke påvises genetisk variation i frekvensen af denne sygdom. På et nyere amerikansk materiale af HF-køer fandt Dohoo et al. (1984)  $h^2 = 0,10$  for ketose.

Reproduktionssygdommene synes kun i meget ringe grad at være arveligt betingede. I de norske undersøgelser har der således ikke kunnet påvises arvelig variation for disse egenskaber (Solbu, 1984). I undersøgelserne af Philipsson et al. (1980) på svensk materiale kunne der heller ikke påvises genetisk variation. Senere fandt Eriksson & Wretler (1987) heritabiliteter i størrelsesordenen 0,009 til 0,025. Tilsvarende fandt Lawstuen et al. (1988)  $h^2 = 0,01$  for reproduktionssygdomme. Fra Finland rapporteres ligeledes om særdeles lave heritabiliteter (Saloniemi et al., 1986).

Heritabiliteten for klovlidelser er meget dårligt belyst i den internationale litteratur, og resultaterne fra de få genetiske undersøgelser, der er gennemført, er modstridende. Dette skyldes sandsynligvis, at der er anvendt upræcise definitioner og registreringsmetoder. Eriksson (1988) anfører, at heritabiliteten er af størrelsesordenen 0-0,01. Danske og hollandske undersøgelser på området viser dog, at en række klovegenskaber og klovlidelser udviser betydelig grad af arvbarhed, når der anvendes mere præcise definitioner og registreringer af disse egenskaber. På grundlag af data fra projektet "Kvægstalde 1980" fandt Nielsen et al. (1982) heritabiliteter på 0,27 og 0,09 for henholdsvis balleforrådnelse og såleknusning. Nielsen & Smedegård (1984) fandt heritabiliteter på 0,06 for balleforrådnelse og 0,13 for såleknusning (målt på udvendig klov, venstre bagben). Nye analyser af individprøvedata viser heritabiliteter af samme størrelsesorden (0,08-0,09) for disse egenskaber (Madsen, 1988). I et nyere hollandsk forsøg omfattende 2734 sortbrogede køer i 1. laktation fandtes

$h^2 = 0,22$  for laminitis og  $h^2 = 0,09$  for betændelse i klovspalten (Reurink & Van Arendonk, 1987).

#### 4.4 Sammenhæng mellem ydelse og sygdomsfrekvens

Flere undersøgelser viser samstemmende, at mange sygdomsproblemer er indbyrdes korreleret (Lyons et al., 1986; Syväjärvi et al., 1986, Lawstuen et al., 1988). Dette betyder, at tilstedeværelsen af et sygdomsproblem hos en ko forøger sandsynligheden for, at der også vil opstå andre sygdomme hos koen.

Selv om der i litteraturen findes meget modstridende angivelser både af størrelsen og af fortegnet for den genetiske korrelation mellem ydelse og mastitis, må det efterhånden betragtes som givet, at der eksisterer en relativt svag ugunstig genetisk sammenhæng mellem disse egenskaber. For den norske NRF-population regnes der nu med, at den genetiske korrelation ligger på ca. 0,20 (Solbu, 1988b). Tilsvarende finder både Emanuelson (1988) og Eriksson (1988), at den genetiske korrelation mellem mastitis og ydelse er i størrelsesordenen 0,10-0,30 for SRB og SLB. Hos Finsk Ayrshire fandt Syväjärvi et al. (1986) en genetisk korrelation på 0,39 i 1. laktation. Den meget høje genetiske korrelation mellem ydelse og mastitis (0,6), der blev fundet i det danske mastitisprojekt, har ikke kunnet genfindes i andre undersøgelser. Resultater fra undersøgelser foretaget i ikke-skandinaviske lande er meget usikre, men ifølge en litteraturgennemgang af Emanuelson (1988) er der gennemgående fundet ugunstig genetisk sammenhæng mellem mastitis og ydelse. På et stort materiale omfattende 1538 laktationer af HF-køer fordelt på 10 stater i USA fandt Lawstuen et al. (1988) en genetisk korrelation på 0,29 mellem et subjektivt mål for mastitis og ydelse. I denne undersøgelse blev køernes modtagelighed for mastitis bedømt af de enkelte besætningssejere efter en skala på 0-50.

Den fænotypiske korrelation mellem mastitis og ydelse er meget lav, idet den i næsten alle undersøgelser ligger mellem -0,2 og 0,2. Derimod findes der gennemgående høje gentagelseskoefficienter for mastitis fra laktation til laktation (Solbu, 1988b). I det danske mastitisprojekt (Madsen et al., 1987) fandtes, at korrelationen mellem mastitisfrekvensen i 1. og 2. laktation var 0,66.

Den genetiske korrelation mellem ydelse og frekvensen af ketose har i de fleste undersøgelser været ugunstig og af størrelsesordenen 0,2-0,3, Emanuelson, 1988. Derimod synes der ikke at eksistere genetiske sammenhænge mellem ydelse og mælkefeber.

Den fænotypiske korrelation mellem ydelseshøjden på den ene side og ketose, mælkefeber og andre fordøjelsessygdomme på den anden er i de fleste undersøgelser meget lav (Solbu, 1988b). Som for mastitis gælder, at der er fundet relativt høje gentagelseskoefficienter fra laktation til laktation.

Som følge af den manglende eller meget ringe genetiske variation har der som ventet ikke kunnet påvises genetisk sammenhæng mellem ydelse og reproduktionssygdomme.

Den fænotypiske korrelation mellem reproduktionssygdomme og ydelse er lav, men positiv, således at de højtydende køer generelt har flere reproduktionsforstyrrelser end de lavtydende. Desuden er der fundet relativt høje gentagelseskoefficienter fra laktation til laktation.

Der har ikke kunnet påvises signifikante genetiske korrelationer mellem klovlidelser og ydelse, men der synes at eksistere ugunstig fænotypisk sammenhæng (Politiek et al., 1986).

#### **4.5 De seneste års udvikling i sygdomsfrekvens**

Selv om mange er af den formodning, at sygdomsfrekvensen hos de danske malkeeracer har været stigende de seneste år, findes der ingen sikre statistikker, der kan bekræfte eller afkræfte dette. På helårsforsøgsmateriale fandt Enevoldsen & Thyssen (1987), at udviklingen i frekvensen af sygdomsbehandlinger i perioden 1977 til 1986 var ubetydelig, men snarere gunstig end ugunstig. I Sverige har man haft en svag, men ikke-signifikant stigning i sygdomsfrekvensen gennem de seneste år (Anon. 1988a). Antallet af veterinære behandlinger af mastitis er dog ifølge Anon. (1987) steget med 4-5 procentenheder gennem de seneste 15 år. Statistikkerne fra den norske helsekortordning viser en svag stigende frekvens af alle sygdomme under et. Det kan dog ikke med sikkerhed afgøres, om denne stigning er et reelt udtryk for, at sygdomstrykket er forøget. Eksempelvis kan en øget interesse for

sygdomsbekæmpelse i sig selv medføre, at flere sygdomme bliver behandlet og/eller registreret.

#### 4.6 Sygdom i relation til laktationsnummer og laktationsstadium

Alle større undersøgelser viser samstemmende, at frekvensen af mastitis stiger stærkt med stigende laktationsnummer. I undersøgelserne af Elleby & Veirup (1977) steg frekvensen af mastitis fra 5,8 i 1. laktation til 14,6 i 3. og senere laktationer. Madsen et al. (1987) og Christensen & Pedersen (1988) fandt ligeledes, at frekvensen af mastitis var mindst dobbelt så høj i de senere laktationer som i 1. Endvidere fandtes, at ca. halvdelen af mastitistilfældene fremkom i de første tre måneder af laktationen. Tilsvarende resultater er fundet i udlandet (se f.eks. Solbu, 1986 og Hansen et al., 1979).

Også frekvensen af stofskiftesygdomme stiger stærkt med stigende laktationsnummer. Dette gælder især for mælkefeber og ketose, der i danske undersøgelser har haft meget lave frekvenser i 1. laktation. For disse egenskaber fandt Elleby & Veirup (1977), at frekvensen steg til det femdobbelte fra 1. til 3. og senere laktationer. I undersøgelserne af Madsen et al. (1987) fandtes, at frekvensen af ketose var 0,4, 1,3, 3,9 og 4,7 i henholdsvis 1., 2., 3. og 4. plus senere laktationer. For mælkefeber var de tilsvarende tal 0,1, 1,7, 7,8 og 15,8. Udenlandske undersøgelser viser tilsvarende resultater, dog har stigningen fra 1. til senere laktationer generelt været mindre end i de danske undersøgelser. Fælles for stofskiftesygdommene er endvidere, at hovedparten af dem fremkommer i første del af laktationsperioden. Også frekvensen af reproduktionssygdomme og for sygdomme i lemmer og klove stiger generelt med stigende laktationsnummer, men forskellen fra laktation til laktation er betydelig mindre end for mastitis og stofskiftesygdomme.

I sagens natur fremkommer langt de fleste reproduktionssygdomme i laktationens begyndelse. Christensen & Pedersen (1988) fandt eksempelvis, at 76% af alle behandlinger for disse sygdomme fandt sted i de tre første måneder af laktationen. For sygdomme i lemmer og klove var det tilsvarende tal 44%. Enevoldsen (1986) fandt, at frekvensen af såleknusninger toppede 12 uger efter kælvning. Tilsvarende fandt Blom (1982), at 50% af alle klovlidelser opstod i de første 12 uger

af laktationen. I en omfattende amerikansk undersøgelse (Hansen et al., 1979) blev udgifterne til de enkelte sygdomsbehandlinger registreret og opgjort i 50 dages perioder af laktationen. For alle sygdomme under et fandtes følgende fordeling af udgifterne i de første 6 perioder: 24%, 30%, 18%, 11%, 10% og 7%.

Den høje gentagelseskoefficient for de fleste sygdomme betyder, at risikoen for at en ko får en given sygdom i 2. eller senere laktationer stiger betydeligt, hvis koen har haft den pågældende sygdom i den foregående laktation. Solbu (1988b) viser således, at sandsynligheden for at en ko får mastitis i en given laktation fordobles, hvis koen har haft mastitis i den foregående laktation. For stofskifte- og reproduktionssygdomme er risikoen for en gentagelse af sygdommen i den efterfølgende laktation endnu højere.

#### **4.7 Sygdom i relation til driftsledelse og avlsmæssige tiltag**

##### **4.7.1 Besætningsforskelle**

For de omtalte sygdomme gælder, at de er afhængige af fodring, management og staldforhold, og at de følgelig optræder med meget forskellig frekvens i de enkelte besætninger. Enevoldsen & Thysen (1987) fandt eksempelvis, at forholdet mellem frekvensen af mastitisbehandlinger i den fjerdedel af besætningerne, der havde mindst mastitis og den fjerdedel, der havde mest, var som 9:25. De tilsvarende forhold for de øvrige sygdomsgrupper var 9:19 for tilbageholdt efterbyrd, 1:10 for børbetændelse, 3:14 for stofskiftesygdomme og 0:7 for kløvbylder.

Som anført i forrige afsnit er frekvensen af sygdomme højest i den første del af laktationsperioden, hvor ydelsen er på sit højeste, og mange køer derfor er i negativ ernæringsbalance. Det er en yderligere indikation på, at hensigtsmæssig fodring er af stor betydning ved forebyggelse af sygdomme. Dette gælder især for køer med stor genetisk kapacitet for ydelse. Staldtyper, staldindretninger og driftsledelse har ligeledes meget stor indflydelse på sygdomsfrekvensen. Filseth (1987) opgørelser fra den norske helsekortordning viser en meget klar tendens til, at det samlede sygdomstryk stiger med stigende besætningsgennemsnit for ydelse. Denne tendens gælder for både mastitis,

ketose, mælkefeber og reproduktionssygdomme. Ifølge Filseth kan der dog ikke ses bort fra, at tærskelværdien for hvornår dyrlægen tilkaldes til en given sygdom er lavere i de højtydende besætninger end i de lavtydende.

Elleby & Veirup (1977) fandt ligeledes, at sygdomsfrekvensen steg både med stigende besætningsydelse og med stigende ydelse inden for besætning. I denne undersøgelse havde de lavereydende køer i de højtydende besætninger den laveste sygdomsfrekvens. Generelt indikerer både disse undersøgelser og resultaterne fra amerikanske selektionsforsøg (se senere), at det er nødvendigt med en kontinuerlig forbedring af miljøet for fuldtud at realisere fordelene ved selektion for bedre ydelsesanlæg.

#### 4.7.2 Genotype-miljø interaktion

Ketoseproblemet i Norge kan anvendes som et eksempel, der underbygger antagelsen af, at der er vekselvirkning mellem genotype og miljø. Det stigende genetiske potentiale for ydelse hos NRF er efter alt at dømme hovedårsagen til, at frekvensen af ketose i Norge er steget drastisk. Der har således siden 1975 kunnet konstateres en forøgelse af ketosefrekvensen på 50%. Flere forhold viser, at det først og fremmest er den anvendte fodring, der ikke har kunnet tilfredsstille de højtydende køers behov. Frekvensen af ketose er ca. 4 gange så høj hos NRF i Norge som hos SRB i Sverige. Som følge af det nære avlssamarbejde mellem NRF og SRB kan det med sikkerhed konstateres, at disse 2 racer ikke er væsentlig forskellig hvad angår tilbøjelighed til ketose. Årsagen må altså søges i, at der ikke er harmoni mellem de nye genotyper og den praktiserede fodring i Norge. Dette bekræftes af undersøgelser foretaget af Simensen (1987), der sammenlignede resultater fra de 2 distrikter Hedmarken (fladland) og Nord-Østerdalen (fjelddistrikt). Ydelseshøjden var stort set ens i disse 2 distrikter, men frekvensen af ketose var henholdsvis 10,0 og 26,1%. Den væsentligste forskel mellem de 2 distrikters fodring er, at mens der i Nord-Østerdalen næsten udelukkende fodres med græs, ensilage, hø og kraftfoder, anvendes der tillige både roer, ludet halm, mask og lignende i betydelige mængder i Hedmarken. Den alsidige fodring og det mere kulhydratrige foder i Hedmarken øger sandsynligvis foderoptagelsen hos køerne i Hedmarken og bevirker, at disse bedre er i stand til

at afbøde virkningen af svingende ensilagekvalitet, foderskift m.v.

#### 4.7.3 Forskelle mellem racer og selekterede linier

Mange undersøgelser viser, at der ofte er tale om ret store racemæssige forskelle med hensyn til resistens mod sygdomme. Eksempelvis har Jersey racen lavere frekvens af tilbageholdt efterbyrd men højere frekvens af kælvningsfeber end de store racer (Elleby & Veirup, 1977). Blom (1982) fandt, at Jersey racen kun havde halvt så mange klovlidelser som de store racer. Klovfarven kan spille en rolle i den sammenhæng, idet mørke klove har bedre hornkvalitet end lyse (Nielsen & Smedegaard, 1984).

Wilk (1988) undersøgte sygdomstrykket i 2 linier af amerikansk Jersey, som i en årrække var selekteret for henholdsvis høj og lav ydelse. Sygdomstrykket var størst i den højtydende gruppe, og det blev konkluderet, at det er nødvendigt at forbedre fodring og management i takt med den avlsmæssige ydelsesfremskridt for til fulde at udnytte fordelene ved selektion for ydelse. Samme konklusion kan drages af et stort selektionsforsøg med Holstein Friesian ved universitetet i Iowa. I denne forsøgsbesætning blev der i 1968 etableret 2 linier af køer med henholdsvis høj og lav genetisk kapacitet for ydelse (Shanks et al., 1978). Hovedresultaterne af dette forsøg er publiceret af Bertrand et al. (1985). For alle sygdomsgrupperne var omkostningerne højest i den højtydende linie. Dette gjaldt især omkostninger vedrørende yver- og patteproblemer (inkl. mastitis), hvor forskellen i udgifter mellem de 2 hold udgjorde 26%. For alle sygdomme under et var forskellen i sygdomsomkostninger 21%. Den genetiske ydelsesforskel mellem de 2 hold var 16%. Det større sygdomstryk til trods blev det beregnet, at det højtydende hold gav 18% større nettoudbytte (profit) end det lavtydende, uanset om udbyttet blev målt pr. ko (livstid) eller pr. dag.

På en forsøgsstation tilhørende universitetet i Minnesota er der siden 1966 etableret 2 linier af Holstein Friesian køer. De 2 linier har nøjagtig samme ydelseskapa- citet, men den ene er selekteret for henholdsvis stor og den anden for lille kropsstørrelse. I perioden 1969 til 1983 blev der i disse linier foretaget en omhyggelig registrering af alle sygdomsudbrud og de dermed forbundne udgifter til

dyrlæge, medicin og ekstra arbejdsomkostninger. Ifølge Mahoney et al. (1986) havde de køer, der var selekteret for stor kropsstørrelse signifikant højere sygdomsfrekvens end køerne i den linie, der var selekteret for lille kropsstørrelse. Forskellen var især stor for fordøjelsessygdommene, der i disse undersøgelser var den mest udgiftskrævende sygdomsgruppe. Det blev konkluderet, at forudsat samme ydelsesniveau og samme race har små køer økonomiske fordele frem for store.

#### 4.7.4 Korrelerede ændringer ved selektion for ydelse

Både de beregnede genetiske parametre fra de fleste store undersøgelser og de refererede selektionsforsøg indikerer, at ensidig selektion for ydelse automatisk medfører stigende frekvens af sygdomme. Ved hjælp af følgende formel kan det beregnes, hvor meget det må forventes, at frekvensen af en given sygdom stiger, hver gang køernes genetiske ydelseskapacitet stiger med 1 genetisk spredningsenhed:

$$\Delta G = r_a \sigma_A = r_a h \sigma_P, \text{ hvor}$$

$r_a$  = den genetiske korrelation mellem den pågældende sygdom og ydelsen

$\sigma_A$  = den genetiske spredning for sygdommen

$\sigma_P$  = den fænotypiske spredning for sygdommen

$h$  = kvadratroden af heritabiliteten for sygdommen

Forudsættes at den genetiske spredning for køernes årsydelse er 500 kg 4% mælk, angiver formlen direkte stigningen i antal sygdomsudbrud ved en genetisk ydelsesfremgang på 500 kg mælk. Med det nuværende avlsprogram herhjemme, svarer denne fremgang til ca. 7 års avlsarbejde. Under disse forudsætninger er der i tabel 4.1 vist, hvorledes den forventede stigning i antal udbrud af en given sygdom afhænger af de anvendte parametre. Af tabellen fremgår, at den korrelerede ændring i antallet af sygdomsudbrud er meget afhængig af den genetiske korrelation, som desværre er den af de nødvendige parametre, der er vanskeligst at fastlægge. Desuden kan det ikke tages som givet, at der er tale om en lineær genetisk sammenhæng. En genetisk ydelsesfremgang fra 7000 til 7500 kg mælk kunne eksempelvis tænkes at medføre større stigning i sygdomsfrekvensen end en tilsvarende ydelsesfremgang på et

**Tabel 4.1** Forventet stigning i antal sygdomsudbrud ved forskellige sæt af genetiske parametre. Stigningen er udtrykt pr. 100 årskøer forudsat en genetisk ydelsesfremgang på 500 kg 4% mælk.  
Expected increase in number of diseases per year by different sets of genetic parameters. The increase is expressed per 100 cows assuming a genetic improvement of 500 kg of FCM.

| Fænotypisk<br>spredning ( $\sigma_p$ ) | Genetisk<br>korrelation ( $r_a$ ) | Heritabilitet |      |      |      |
|----------------------------------------|-----------------------------------|---------------|------|------|------|
|                                        |                                   | 0,01          | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 0,20                                   | 0,10                              | 0,2           | 0,3  | 0,3  | 0,4  |
| 0,20                                   | 0,20                              | 0,4           | 0,6  | 0,7  | 0,8  |
| 0,20                                   | 0,30                              | 0,6           | 0,8  | 1,0  | 1,2  |
| 0,20                                   | 0,40                              | 0,8           | 1,1  | 1,4  | 1,6  |
| 0,40                                   | 0,10                              | 0,4           | 0,6  | 0,7  | 0,8  |
| 0,40                                   | 0,20                              | 0,8           | 1,1  | 1,4  | 1,6  |
| 0,40                                   | 0,30                              | 1,2           | 1,7  | 2,1  | 2,4  |
| 0,40                                   | 0,40                              | 1,6           | 2,3  | 2,8  | 3,2  |
| 0,60                                   | 0,10                              | 0,6           | 0,8  | 1,0  | 1,2  |
| 0,60                                   | 0,20                              | 1,2           | 1,7  | 2,1  | 2,4  |
| 0,60                                   | 0,30                              | 1,8           | 2,5  | 3,1  | 3,6  |
| 0,60                                   | 0,40                              | 2,4           | 3,4  | 4,2  | 4,8  |
| 0,80                                   | 0,10                              | 0,8           | 1,1  | 1,4  | 1,6  |
| 0,80                                   | 0,20                              | 1,6           | 2,3  | 2,8  | 3,2  |
| 0,80                                   | 0,30                              | 2,4           | 3,4  | 4,2  | 4,8  |
| 0,80                                   | 0,40                              | 3,2           | 4,5  | 5,5  | 6,4  |
| 1,00                                   | 0,10                              | 1,0           | 1,4  | 1,7  | 2,0  |
| 1,00                                   | 0,20                              | 2,0           | 2,8  | 3,5  | 4,0  |
| 1,00                                   | 0,30                              | 3,0           | 4,2  | 5,2  | 6,0  |
| 1,00                                   | 0,40                              | 4,0           | 5,7  | 6,9  | 8,0  |
| 1,20                                   | 0,10                              | 1,2           | 1,7  | 2,1  | 2,4  |
| 1,20                                   | 0,20                              | 2,4           | 3,4  | 4,2  | 4,8  |
| 1,20                                   | 0,30                              | 3,6           | 5,1  | 6,2  | 7,2  |
| 1,20                                   | 0,40                              | 4,8           | 6,8  | 8,3  | 9,6  |

lavere genetisk niveau, f.eks. fra 5500 til 6000 kg mælk. Der findes endnu ikke undersøgelser, der kan belyse dette vigtige spørgsmål nærmere. På grundlag af de i afsnit 4.3 og 4.4 omtalte undersøgelser er der i tabel 4.2 anført gennemsnitlige skøn over heritabiliteten og den fænotypiske spredning for mastitis og stofskiftesygdomme, samt den genetiske korrelation mellem disse sygdomme og ydelsen. Desuden er anført sandsynlige minimums- og maksimumsgrænser for disse parametre. Tages de anførte gennemsnitsparametre for deres pålydende, vil en genetisk ændring af ydelsen på 500 kg mælk medføre en korreleret stigning på 4,3 ekstra udbrud af mastitis og 1,4 ekstra udbrud af stofskiftesygdomme pr. 100 årskøer.

**Tabel 4.2** Anslået gennemsnit og variationsbredde for parametre vedrørende antal udbrud af mastitis og stofskiftesygdomme pr. laktation/år.

Estimates of parameters for number of diagnosis of mastitis and digestive diseases per lactation/year.

|                           | Gennemsnit | Variationsbredde |
|---------------------------|------------|------------------|
| <u>Mastitis</u>           |            |                  |
| $h^2$                     | 0,025      | 0,01-0,04        |
| $r_a$                     | 0,300      | 0,20-0,40        |
| $\sigma_p$                | 0,900      | 0,80-1,00        |
| <u>Stofskiftesygdomme</u> |            |                  |
| $h^2$                     | 0,020      | 0,01-0,03        |
| $r_a$                     | 0,250      | 0,20-0,30        |
| $\sigma_p$                | 0,400      | 0,30-0,50        |

#### 4.7.5 Direkte avl for sygdomsresistens

For at kunne reducere frekvensen af en given sygdom via avlsarbejdet er det naturligvis afgørende, at sygdommen udviser genetisk variation ( $h^2 > 0$ ). Men desuden må følgende hovedbetingelser opfyldes:

- Der må etableres en sikker, omfattende og kontinuerlig sygdomsregistrering i praksis.
- Der må udarbejdes rutiner til avlsværdivurdering af potentielle tyre med hensyn til sygdomsresistens.

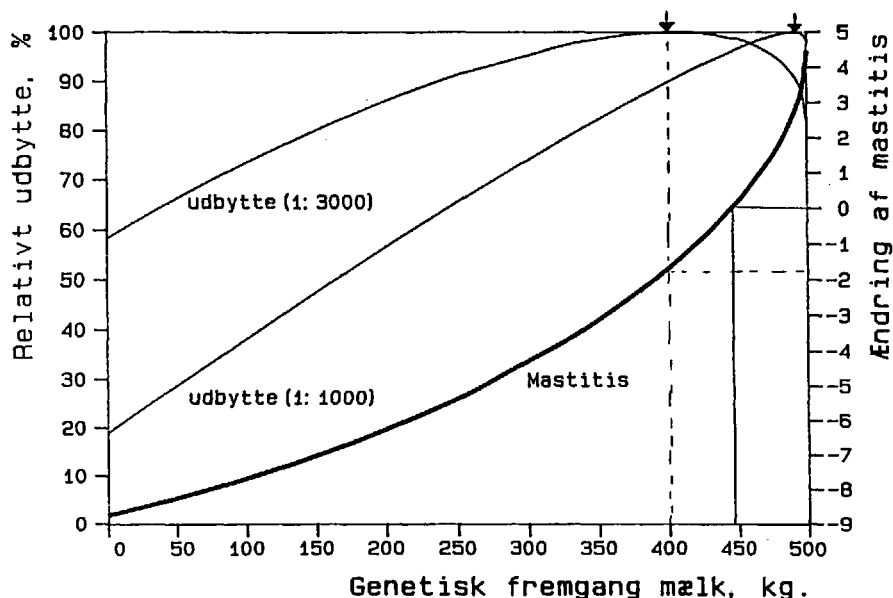
Både i Norge, Sverige og Finland er der i de seneste år satset meget på at opfylde disse 2 betingelser, og de mest udgiftskrævende sygdomme indgår allerede i dag - omend med ringe vægt - i de enkelte racers avlsmål. I følge Steine (1988) har norske undersøgelser vist, at hvis tyrenes avlsværdivurdering for sygdomme er baseret på store døtregrupper, kan der opnås stor sikkerhed, hvilket bl.a. har vist sig ved, at sammenhængen mellem fædrenes og sønnernes avlsværdital er i meget fin overensstemmelse med de teoretiske forventninger. Svenske undersøgelser (Eriksson, 1988) peger i samme retning, idet man her har fundet meget stærk sammenhæng mellem samme tyrs avlsværdital baseret på døtregrupper, der henholdsvis er frembragt ved prøveinsemineringer og ved insemineringer foretaget efter at tyrene er godkendte som brugstyre.

I figur 4.1 er givet eksempler på, hvorledes det ved hjælp af indeksselektion er muligt at ændre forholdet mellem den genetiske udvikling i henholdsvis mælkeydelse og mastitis. Figuren er konstrueret under følgende forudsætninger:

- Den genetiske fremgang refererer til den fremgang, der fås ved selektion af tyre, som er afprøvet på grundlag af 100 døtre med oplysninger om både ydelse og antal behandlinger for klinisk mastitis.
- Heritabiliteten for mælkeydelse og mastitis er henholdsvis 0,25 og 0,025.
- Både den fænotypiske og den genetiske korrelation mellem ydelse og mastitis er 0,30.
- Den genetiske spredning er 500 kg mælk og 0,142 mastitisudbrud pr. årsko.
- Selektionsintensiteten er konstant og vil ved ensidig selektion for mælkeydelse resultere i en avlsmæssig fremgang på 500 kg og en korreleret forøgelse på 0,044 mastitisudbrud pr. årsko.
- Det marginale økonomiske udbytte pr. reduceret mastitisudbrud er sat lig med det marginale udbytte af henholdsvis 1000 og 3000 kg mælk.

Af figuren fremgår, at stigningen i antallet af mastitisudbrud kan reduceres betragteligt uden væsentlig tab af avlsmæssig fremgang på ydelsessiden. Eksempelvis vil en reduktion af den genetiske ydelsesfremgang fra 500 til 475 kg (5%) kunne reducere stigningen i antal mastitisudbrud til ca. 1/3 (fra 4,4 til 1,5 ekstra udbrud pr. 100 årskøer). Ønskes mastitisforekomsten holdt konstant, vil fremgangen i mælk reduceres fra 500 til 445 kg (11%). En direkte forbedring af resistensen mod mastitis vil kræve en betydelig reduktion af ydelsesfremgangen.

Det fremgår også af figuren, at den optimale selektionsstrategi afhænger af forholdet mellem det økonomiske udbytte af en genetisk ændring af de to egenskaber. Er forholdet 1:1000, vil den optimale strategi medføre en reduceret ydelsesfremgang på kun 10 kg (fra 500-490), mens stigningen i mastitisforekomsten vil reduceres med ca. 1,8 tilfælde pr. 100 årskøer. Anvendes forholdet 1:3000, vil ydelsesfremgangen reduceres med 20%, til gengæld fås en direkte forbedring af resistensen mod mastitis, idet antallet af mastistilfælde vil falde med ca. 1,7 udbrud pr. 100 årskøer.



Figur 4.1 Genetiske ændringer af mælkeydelse pr. årsko og antal mastitisudbrud pr. 100 årskøer ved indeksselektion med varierende vægt på de to egenskaber i avlsmålet. Genetic changes in milk yield per cow and number of cases of mastitis per 100 cows using index selection with varying relative weights on the two traits in the aggregate genotype.

#### 4.8 Litteratur

- Anon., 1988a. Djurhælsovård 86/87. Meddelande nr. 153. Svensk Husdjursskötsel ek för, Hållsta, Eskilstuna, 50 pp.
- Anon., 1988b. Djurhælsoprogram 87. Meddelande nr. 150. Svensk Husdjursskötsel ek för, Hållsta, Eskilstuna, 19 pp.
- Bertrand, J.A., Berger, P.J., Freeman, A.E. & Kelley, D.H., 1985. Profitability in daughters of high versus average Holstein sires selected for milk yield of daughters. J. Dairy Sci. 68, 2287-2294.
- Blom, J.Y., 1982. Forekomst af kliniske klovlidelser hos malkekøer i forskelligt staldmiljø (ed. V. Østergaard & J. Hindhede). 532. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 128-140.

- Blom, J.Y., Thysen, I., Madsen, P.S. & Petersen, E.E., 1985. Malkekoens yversundhed (mastitis) i relation til staldtype. 588. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 103-124.
- Buchwald, E., Blom, J.Y., Smedegaard, H.H. & Thysen, I., 1982. Klov-sundhedens afhængighed af gulvtype og lejetype. 532. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 109-119.
- Christensen, L.G. & Pedersen, J., 1988. Krydsning af malkekvægracer. 650. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 229 pp.
- Dohoo, I.R., Martin, S.W., McMillan, I. & Kennedy, B.W., 1984. Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. II. Age, season and sire effects. *Prev. Vet. Med.* 2, 655-670.
- Elleby, F. & Veirup, N.H., 1977. Undersøgelser over sygdomsforekomst i nogle kontrolforeninger. Medd. nr. 13, Landsudvalget for Kvæg, Århus, 28 pp.
- Emanuelson, U., 1988. Recording of production diseases in cattle and possibilities for genetic improvement: A review. *Livest. Prod. Sci.* 20, 89-106.
- Emanuelson, U., Danell, B. & Philipsson, J., 1988. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell counts, and milk production estimated by multiple-trait restricted maximum likelihood. *J. Dairy Sci.* 71, 467-476.
- Enevoldsen, C., 1986. Klovlidelser hos malkekøer, forebyggelse og bekæmpelse. 615. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 132-141.
- Enevoldsen, C. & Buchwald, E., 1988. Anvendelighed af klovbeskærerregistreringer i sundhedsstyring. 649. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 85-94.
- Enevoldsen, C. & Thysen, I., 1987. Sygdomsbehandlinger af malkekøer 1986/87 og 1978 til 1986. 628 Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 133-152.
- Eriksson, J.-Å. & Wretler, E., 1987. Sire evaluation for diseases in Sweden. Paper presented at 38th Annu. Meeting EAAP, Lissabon, Portugal, 9 pp.
- Eriksson, J.-Å., 1988. Nationale rapporter, herunder det praktiske sigte med avlsarbejdet. Sverige. Rapport fra Nordisk Seminar om avlsvurdering af sygdomme den 29. og 30. september 1988, Skejby, 69-74.
- Filseth, O., 1987. Helsekortordningen 1986. Buskap og avdrått 2, 116-117.
- Gröhn, Y., Saloniemi, H. & Syväjärvi, J., 1986b. An epidemiological and genetic study on registered diseases in Finnish Ayrshire cattle. III. Metabolic diseases. *Acta Vet. Scand.* 27, 209-222.

- Hansen, L.B., Young, C.W., Miller, K.P. & Touchberry, R.W., 1979. Health care requirements of dairy cattle. I. Response to milk yield selection. *J. Dairy Sci.* 62, 1922-1931.
- Jensen, N.E., 1988. Muligheder og begrænsninger vedr. mastitis - definition og diagnostik. Rapport fra Nordisk Seminar om avls-værdiurdering af sygdomme den 29. og 30. september 1988, Skejby, 16-27.
- Lawstuen, D.A., Hansen, L.B. & Steurnagel, G.R., 1988. Management traits scored linearly by dairy producers. *J. Dairy Sci.* 71, 788-799.
- Lyons, D.T., Freeman, A.E. & Berger, P.J., 1986. Evaluation of health related traits in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 69 (Suppl. 1), 124.
- Madsen, P., 1988. Undersøgelser vedrørende lemmer og klove. Rapport fra Nordisk Seminar om avlsværdiurdering af sygdomme den 29. og 30. september 1988, Skejby, 51-54.
- Madsen, P., Nielsen, S.M., Rasmussen, M.D., Klastrup, O., Jensen, N.E., Jensen, P.T., Madsen, P.S., Larsen, B. & Hyldgaard-Jensen, J., 1987. Undersøgelser over genetisk betinget resistens mod mastitis. 621. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 227 pp.
- Mahoney, C.B., Hansen, L.B., Young, C.W., Marx, G.D. & Reneau, J.K., 1986. Health care of Holsteins selected for large or small body size. *J. Dairy Sci.* 69, 3131-3139.
- Nielsen, A.S., Petersen, P.H., Buchwald, E. & Thysen, I., 1982. Genetiske undersøgelser vedrørende klovegenskaber hos SDM-køer. 414. medd. fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Nielsen, E. & Smedegaard, H.H., 1984. Lidelser i lemmer og klove hos Sortbroget Malkekvæg i Danmark. 568. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 198 pp.
- Norman, H.D. & Van Vleck, L.D., 1972. Type appraisal: II. Variation in type traits due to sires, herds, and years. *J. Dairy Sci.* 55, 1717-1725.
- Philipsson, J., Thafvelin, G. & Hedebo-Velander, I., 1980. Genetic studies on disease recordings in first lactation cows of Swedish dairy breeds. *Acta Agric. Scand.* 30, 327-335.
- Politiek, R.D., Distl, O., Fjeldaas, T., Heeres, J., McDaniel, B.T., Nielsen, E., Petersen, D.J., Reurink, A. & Strandberg, P., 1986. Importance of claw quality in cattle: Review and recommendations to achieve genetic improvement. Report of the EAAP-working group on "claw quality in cattle". *Livest. Prod. Sci.* 15, 133-152.
- Reurink, A. & Van Arendonk, J., 1987. Relationships of claw disorders and claw measurements with efficiency of production in dairy cattle. Paper presented at 38th Annu. Meeting EAAP, Lissabon, 12 pp.

- Saloniemi, H., Gröhn, Y., Syväjärvi, J., 1986. An epidemiological and genetic study on registered diseases in Finnish Ayrshire cattle. II. Reproductive disorders. Acta Vet. Scand. 27, 196-208.
- Shanks, R.D., Freeman, A.E., Berger, P.J. & Kelly, D.H., 1978. Effect of selection for milk production on reproductive and general health of the dairy cow. J. Dairy Sci. 61, 1765-1772.
- Simensen, E., 1987. Ketose i fjell- og flatbygd. Buskap og avdrått 2, 112-113.
- Solbu, H., 1984. Disease recording in Norwegian dairy cattle. II. Heritability estimates and progeny testing for mastitis, ketosis and "all diseases". Z. Tierz. Züchtungsbiol. 101, 51-58.
- Solbu, H., 1986. Helsekortordningen 1985. Buskap og avdrått 1, 20-21.
- Solbu, H., 1988a. Helsekortordningen 1987. Buskap og avdrått 2, 96-97.
- Solbu, H., 1988b. Genetic aspects of reproduction and health. Mimeo, 17 pp.
- Steine, T., 1988. Nationale rapporter, herunder det praktiske sigte med avlsarbejdet. Norge. Rapport fra Nordisk Seminar om avlsverdivurdering af sygdomme den 29. og 30. september 1988, Skejby, 75-79.
- Syväjärvi, J., Saloniemi, H. & Gröhn, Y., 1986. An epidemiological and genetic study on registered diseases in Finnish Ayrshire cattle. IV. Clinical mastitis. Acta Vet. Scand. 27, 223-234.
- Thysen, I., Buchwald, E., Smedegaard, H.H., 1981. Skader og sygdomme i malkekoens klove (ed. V. Østergaard & J. Hindhede). 515. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 49-72.
- Van Vleck, L.D., 1964. Variation in type appraisal scores due to sire and herd effects. J. Dairy Sci. 47, 1249-1256.
- Waage, S., 1988. Økonomiske tap som følge av sjukdom. (Economic losses caused by diseases). Mimeograph, 10 pp.
- Wilk, J.C., 1988. Selecting for yield in Jerseys. Paper presented at the UK society meeting 1988, 4 pp.
- Østergaard, V., 1980. Kvægsygdommes økonomiske betydning. Ugeskr. for Jordbrug 35, 823-828.

## 5. REPRODUKTION OG AVL

L. Gjø1 Christensen

### Sammendrag og konklusion

De mest anvendte frugtbarhedsmål ikke-omløberprocenten (IO%) og tomperiodens længde har tilfælles, at de har moderat genetisk, men meget stor miljømæssig variation og dermed lav grad af arvbarhed ( $h^2 = 0,01-0,05$ ). Desuden har de ugunstig genetisk sammenhæng med ydelse ( $r_a = 0,10-0,50$ ). For  $h^2 = 0,03$  og  $r_a = 0,30$  vil ensidig selektion for ydelse forøge tomperiodens længde med ca. 1 dag pr. 200 kg genetisk forøgelse af mælkeydelsen. Trods den ugunstige genetiske sammenhæng mellem frugtbarhed og ydelse kan avlsmæssige tiltag stabilisere eller fremme reproduktionsegenskaberne.

Den nuværende korrektion for tomperiodens længde ved beregningen af ydelsesindekserne samt selektionen for døtrefrugtbarhed via S-indekset må forventes at medføre uændret eller en svag gunstig udvikling i køernes genetiske frugtbarhedsniveau i de følgende år. Denne udvikling vil imidlertid næppe blive synlig medmindre den avlsmæssige fremgang for ydelse følges op af tilsvarende forbedringer af driftsledelse. Sker dette ikke, må der forventes en forringelse af køernes reproduktion. Køernes energibalance og dermed foderoptagelseskapacitet og foderudnyttelse spiller sandsynligvis en stor rolle i denne sammenhæng. Ligeledes er brunstovervågning og valg af inseminerings-tidspunkt af afgørende betydning.

Nye undersøgelser indikerer, at den svagt negative sammenhæng mellem ydelse og frugtbarhed forstærkes ved stigende ydelseskapacitet. Fremtidige genetiske undersøgelser på området må derfor bl.a. tage sigte på at afklare dette spørgsmål.

**Abstract:** Christensen, L. G., 1989. Reproduction at different genotype. Rep. 660, Nat. Inst. Anim. Sci., Denmark. Address: P.O. Box 39, DK-8830 Tjele. Chapter 5, 17 pp. (English subtitles).

Most measurements for reproduction traits show moderate genetic but large environmental variation and consequently low heritability ( $h^2 = 0.01-0.05$ ). The genetic correlation between fertility and milk production traits is small and unfavourable ( $r_a = 0.10-0.50$ ). For  $h^2 = 0.03$  and  $r_a = 0.30$  the correlated response in days open when selecting for milk yield is approximately 1 day per 200 kg genetic improvement of milk yield. In spite of the unfavourable genetic correlation between fertility and yield the present breeding scheme in Denmark should imply a minor improvement of fertility. In this scheme the influence of days open and calving interval is adjusted for when calculating breeding values for milk production traits, and daughter fertility is included in the final sire index. However, it seems to be important to improve feeding and management concurrently with the genetic improvement of milk yield. High peak yield and negative energy balance seems to be associated with longer intervals from parturition to first ovulation. There is some indication that the negative correlation between fertility and milk yield increases with increasing genetic potential for milk yield.

## 5.1 Indledning

Malkekøernes reproduktionsevne har stor betydning for økonomien i malkekvægholdet, idet denne egenskab blandt andet sætter grænsen for, hvor mange kalve og dermed hvor meget kød, der kan produceres pr. årsko. God frugtbarhed er også en nødvendig forudsætning for, at køerne regelmæssigt kan påbegynde en ny laktation. Omvendt har nedsat reproduktionsevne flere uheldige virkninger:

- højere alder ved første kælvning
- lavere ydelse og færre kalve pr. årsko
- længere kælvningsinterval og uønskede kælvningstidspunkter
- større udgifter til inseminering og dyrlæge
- større udskiftning og færre køer i 3. og senere laktationer, hvor ydelsen er højest
- større rekrutteringsbehov og dermed ringere udvælgelsesmuligheder blandt kvier og 1. kalvs køer.

Frugtbarhedsproblemer er den af alle enkeltårsager, der hyppigst optræder som afgangsårsag (Burnside et al., 1971, Skjervold, 1978, Philipsson, 1981 og Christensen & Pedersen, 1988). I de senere år er der i den generelle debat udtrykt bekymring for, om den meget stærke ydelsesstigning automatisk fører til en forringelse af køernes frugtbarhed. Højtydende køer vil ofte være i negativ energibalance i den periode, hvor de helst skulle blive drægtige påny, og negativ energibalance vil hyppigt medføre, at køerne er længere om at genoptage normal brunstcyklus efter kælvning (Berglund, 1988).

Det følgende tager sigte på at belyse:

- i hvilken grad frugtbarheden hos køer er arveligt betinget
- frugtbarhedens genetiske og miljømæssige variation
- de senere års udvikling i frugtbarheden
- effekten af avlsmæssige tiltag på frugtbarhedsområdet.

Resultater fra genetiske analyser af frugtbarhedsdata registreret i praksis kan være vanskelige at tolke. Dette gælder specielt korrelationerne mellem frugtbarhed og ydelse. Årsagen er, at der vil være en vis sammenhæng mellem de biologiske effekter og kvægbrugerens driftsmæssige beslutninger (Philipsson, 1981; Jansen, 1985 og Van Arendonk et al., 1989). Hvis kvægbrugerne eksempelvis giver højtydende køer

flere chancer for at blive drægtige end lavtydende eller inseminerer de meget højtydende køer lidt senere end de lavtydende, vil dette påvirke de beregnede korrelationer mellem frugtbarhed og ydelse.

## 5.2 Arvbarhed og variation for frugtbarhed

Ifølge litteraturgennemgang af Philipsson (1981), Jensen (1985), Freeman (1986), Maijala (1987) og Van Arendonk et al. (1989) viser de fleste større undersøgelser, at heritabiliteten for de forskellige frugtbarhedsmål varierer fra 0,01 til 0,05. Imidlertid har de fleste frugtbarhedsmål meget stor fænotypisk variation. Dette bevirker, at der til trods for lav grad af arvbarhed alligevel eksisterer en ikke ubetydelig genetisk variation. Et effektivt avlsprogram med sikker afkomsundersøgelse af tyre vil derfor kunne medføre en forbedring af køernes frugtbarhed, såfremt denne egenskab indgår i avlsmålet. Eksempelvis er den genetiske spredning for kælvningsintervallet i størrelsen 8 til 12 dage. Teoretisk set ville det derfor være muligt at forkorte kælvningsintervallet med 1-2 dage pr. år, hvis alt avlsarbejdet blev koncentreret om denne ene egenskab. I vort hjemlige avlsarbejde indgår frugtbarheden i dag som én ud af 10 til 15 egenskaber i det samlede avlsmål for de respektive racer. Den økonomiske vægtning af denne egenskab er dog forholdsvis lille og den forventede selektionseffekt derfor ret beskeden.

## 5.3 Sammenhæng mellem ydelse og frugtbarhed

Malkekoens 305 dages laktationsydelse er afhængig af tidspunktet for ny drægtighed. Ca. 120 dage efter opnået drægtighed vil dagsydelsen falde i forhold til ydelsen hos ikke-drægtige køer på samme laktationsstadium. Denne ydelsesreduktion øges efterhånden som drægtigheden skrider frem (Pedersen & Christensen, 1984). Der vil derfor automatisk opstå en ugunstig fænotypisk korrelation mellem de fleste frugtbarhedsmål og 305 dages ydelsen. Desuden har køernes kælvningsinterval en betydelig indflydelse på ydelsen i den efterfølgende laktation. Undersøgelser af Pedersen & Christensen (1984) viser således, at ydelsen stiger med ca. 5 kg smørfedt for hver måned, det forudgående kælvningsinterval forlænges.

Fra et avlsmæssigt synspunkt er det imidlertid afgørende at få fastlagt den genetiske sammenhæng mellem ydelse og frugtbarhed. Da ydelse og frugtbarhed i så høj grad har et indbyrdes fænotypisk samspil, og desuden hver især er meget afhængig af en række miljømæssige faktorer, er det vanskeligt at få et sikkert skøn over den genetiske korrelation mellem disse to egenskaber. Resultaterne fra litteraturen på området er tvetydige. De fleste undersøgelser indikerer en ugunstig genetisk sammenhæng (Berger et al., 1981; Janson & Andreasson, 1981; Hansen et al., 1983a; Van Arendonk et al., 1989). I andre undersøgelser (Shanks et al., 1978; Rothschild et al., 1981; Hansen et al., 1983b; Raheja et al., 1987) har den genetiske korrelation ikke afveget signifikant fra 0. I det danske forsøg med selektion for høj og lav smørfedtydelse (Christensen et al., 1985) fandtes, at køerne på holdet selekteret for høj smørfedtydelse udviste de bedste frugtbarhedsegenskaber som kvier, men de dårligste som 1. kalvs køer. Dette resulterede i en svag positiv sammenhæng mellem køernes frugtbarhed som kvier og ydelsen i første laktation. Kvier, der var drægtige inden 50 dage efter første inseminering, havde således 14 kg højere smørfedtydelse i første laktation end kvier, der ikke var drægtige på dette tidspunkt. Frugtbarhedsegenskaber målt i første laktation havde derimod ingen eller svagt negativ indflydelse på smørfedtydelsen.

Hansen et al. (1983a og 1983b) fandt ligeledes svag gunstig sammenhæng mellem frugtbarheden som kvier og ydelsen i 1. laktation, men ugunstig sammenhæng mellem frugtbarheden som 1. kalvs køer og ydelsen i 1. laktation. Sammenhængen mellem frugtbarhed målt på kvier og køer var dog ikke signifikant forskellig fra 0. På baggrund af disse resultater konkluderedes, at der sandsynligvis eksisterer en svag gunstig sammenhæng mellem det genetiske potentiale for frugtbarhed og for ydelse, men at belastningen af højere ydelse kan forårsage en svækkelse af det genetiske potentiale for frugtbarhed. Dette gælder især i besætninger, hvor managementniveauet er lavt, og bevirker, at der som regel findes negativ fænotypisk sammenhæng mellem ydelse og frugtbarhed (Hamudikuwanda et al., 1987).

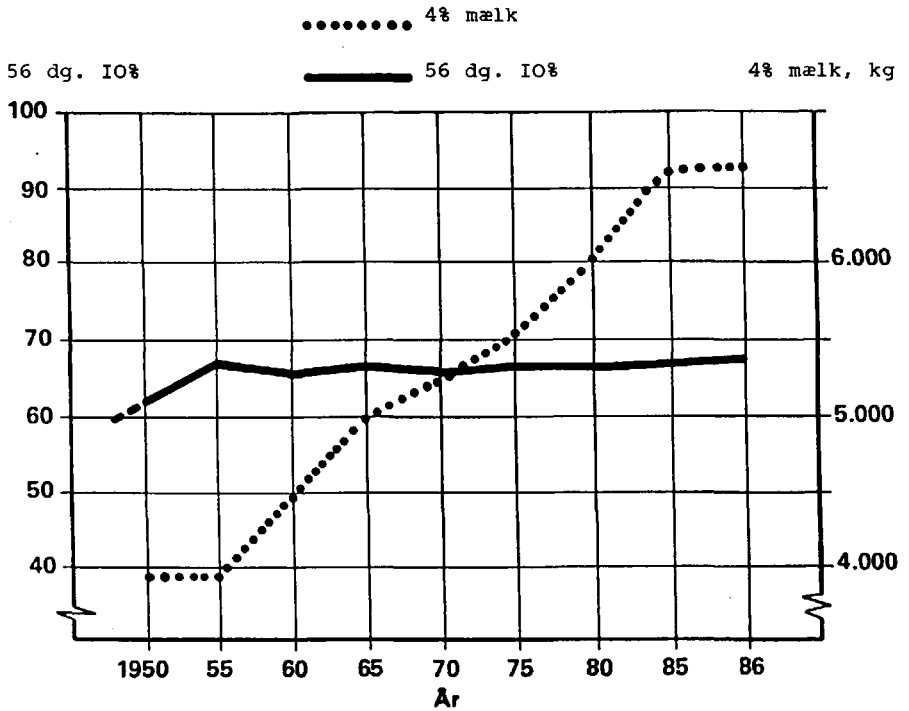
Et omfattende litteraturstudium af Hollis & Smith (1987) vedrørende sammenhængen mellem ydelsen i den første del af laktationen og køernes frugtbarhed viste også modstridende resultater. På baggrund af stor overensstemmelse mellem de fem seneste større undersøgelser kon-

kluderes, at der må regnes med en svag ugunstig genetisk korrelation mellem disse to egenskaber. Selv om Hamudikuwanda et al. (1987) og Laben et al. (1982) anvendte henholdsvis 60 dages og 180 dages akkumuleret mælkeydelse efter kælvning som ydelsesmål fandtes i begge undersøgelser, at en genetisk ændring på 100 kg 4% mælk vil medføre en stigning på 0,6 tom dage og 0,01 inseminering per drægtighed. I nye omfattende undersøgelser på hollandsk materiale (Van Arendonk et al., 1989) fandtes, at den fænotypiske korrelation mellem 1. laktations 305 dages mælkeydelte og henholdsvis afstanden fra kælvning til 1. inseminering og tomperioden var 0,07 og 0,11. De tilsvarende genetiske korrelationer var henholdsvis 0,22 og 0,64.

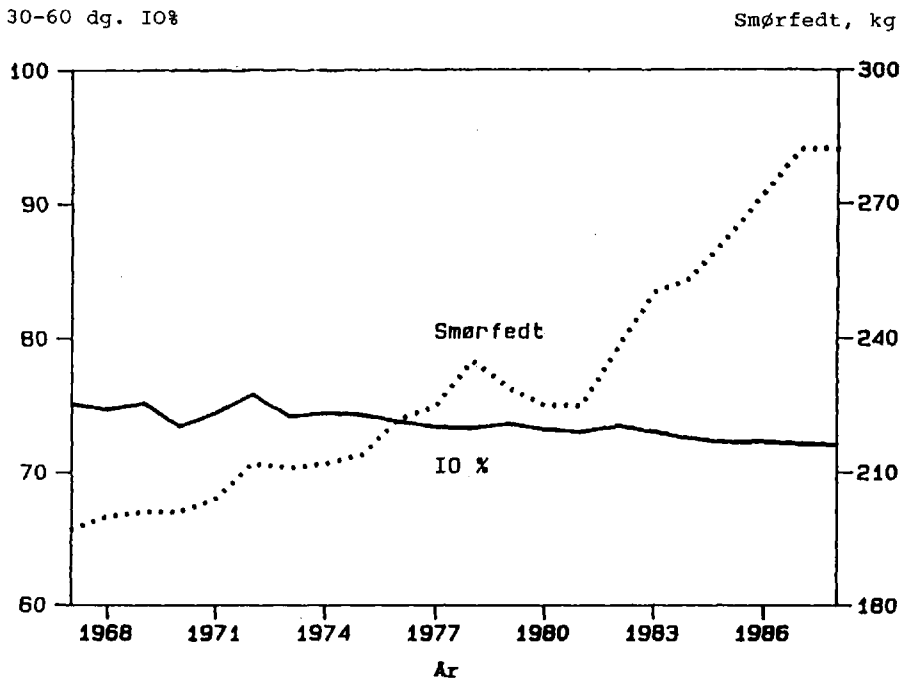
#### 5.4 De senere års udvikling i frugtbarhed

Gustafsson (1988) sammenlignede de seneste års udvikling i henholdsvis ydelse og frugtbarhed hos samtlige kontrollerede køer i Sverige. I perioden 1950 til 1986 skete der - som vist i figur 5.1 - næsten en fordobling i ydelsen målt som kg 4% mælk. Til trods for dette holdt den gennemsnitlige 56 dages ikke-omløber% sig stort set konstant gennem denne 36 års periode.

I figur 5.2 er vist den tilsvarende udvikling for den danske kvægbestand. Som det fremgår er 30-60 dages ikke-omløber% faldet med 0,15% pr. år svarende til 3 procentenheder på 20 år. En del af dette fald kan forklares ved, at man i begyndelsen af perioden i stigende grad forlod anvendelsen af frisk sæd til fordel for frosset. I den sidste del af perioden er der yderligere sket en reduktion af det anbefalede antal levende spermier pr. sæddosis, ligesom der sandsynligvis har været en tendens til at påbegynde insemineringerne lidt tidligere efter kælvning end i den første del af perioden.



Figur 5.1 Udviklingen i 56 dages ikke-omløber% (56 dg. IO%) og mælkeydelsen hos svenske malke racer. (Efter Gustafsson, 1988).  
Trend in per cent 56 days non-return and milk yield for the Swedish dairy breeds. (After Gustafsson, 1988).



Figur 5.2 Udviklingen i 30-60 dages ikke-omløber% og smørfedtydelsen hos danske malkeracer.

Trend in per cent 30-60 days non-return and fat yield for the Danish dairy breeds.

I det svenske materiale undersøgte Gustafsson også udviklingen i kælvningsintervallet og fandt, at det havde holdt sig på nøjagtigt samme niveau, nemlig 12,6 måneder i hele perioden fra 1960 til 1986. Det gennemsnitlige kælvningsinterval for de danske malkeracer ligger i dag på samme niveau som for de svenske racer (12,6 måneder). Ifølge Landsudvalget for Kvæg's årsberetninger var det gennemsnitlige kælvningsinterval i 1970 henholdsvis 382, 374 og 369 dage for RDM, SDM og Jersey. Gennem 70erne steg kælvningsintervallet med gennemsnitlig 1 dag pr. år for alle racer. Gennem 80erne har kælvningsintervallet været svagt faldende for RDM og Jersey og uændret for SDM. Det gennemsnitlige kælvningsinterval i 1988 forventes således at blive 390, 385 og 380 dage for henholdsvis RDM, SDM og Jersey. I denne 18 års periode er kælvningsintervallet således steget med 8 dage for RDM og 11 dage for de 2 øvrige racer. Dette svarer til en forøgelse på hen-

holdsvis 2,1 og 3,0%. I samme tidsperiode er den gennemsnitlige årsydelse steget med ca. 40%.

## 5.5 Frugtbarhed i relation til driftsledelse og avlsmæssige tiltag

### 5.5.1 Besætningsforskelle

Den lave arvbarhed og den store fænotypiske variation for frugtbarhedsegenskaberne er udtryk for, at de er stærkt afhængige af miljøforholdene, herunder især fodring, management og staldforhold. Ifølge Landsudvalget for Kvæg's årsberetning 1981 er kælvningsintervallet eksempelvis 9-10 dage i kortere i løsdriftstalder end i bindestalder. I undersøgelserne af Christensen et al. (1985) fandtes, at drægtighedsprocenten ved første inseminering var 17,9 enheder højere og tomperioden 23 dage kortere i løsdriftstalden end i båsestalden på forsøgsstation Bellinge. Køerne i disse 2 staldafsnit var af samme genetiske beskaffenhed, og der blev anvendt samme foderremner og staldpersonale i begge afsnit.

Ifølge egne undersøgelser og litteraturgennemgang af Henriksen et al. (1984) og Kristensen & Hindhede (1986) er den vigtigste årsag til dårlige reproduktionsresultater for ringe brunstovervågning og valg af insemineringstidspunkt.

I praksis vil de enkelte besætningers ydelsesniveau i høj grad afspejle den generelle kvalitet af fodring og management, herunder reproduktionskontrollen. Det betyder, at selv om der eksisterer en ugunstig sammenhæng mellem køernes ydelsesniveau og frugtbarhed, vil den ikke nødvendigvis komme til udtryk ved sammenligninger på tværs af besætninger. Tværtimod viser flere undersøgelser, at det modsatte ofte gør sig gældende. I tabel 5.1 er således vist nogle resultater fra en svensk undersøgelse (Gustafsson, 1988). Som det fremgår, var frekvensen af besætninger med kort kælvningsinterval (under 12,5 måneder) dobbelt så høj i de højestydende besætninger som i de lavestydende. Omvendt var frekvensen af besætninger med lange kælvningsintervaller fire gange højere i de lavtydende besætninger end i de højestydende.

**Tabel 5.1 Procentisk fordeling af svenske malkekvægbesætningers gennemsnitlige kælvningsinterval indenfor forskellige ydelsesgrupper. (Mod. e. Gustafsson, 1988).**  
Percentage distribution of the mean calving interval of Swedish dairy herds within different yield groups. (Mod. after Gustafsson, 1988).

| Ydelsesgruppe<br>4% mælk, kg | Kælvningsinterval, måneder |           |           |
|------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|
|                              | under 12,5                 | 12,5-13,0 | over 13,0 |
| under 4499                   | 24                         | 23        | 53        |
| 4500 - 5499                  | 27                         | 28        | 45        |
| 5500 - 6499                  | 35                         | 34        | 31        |
| 6500 - 7499                  | 45                         | 36        | 19        |
| mindst 7500                  | 54                         | 19        | 13        |

Hovedresultaterne fra en tilsvarende undersøgelse på dansk materiale (Landsudvalgets årsberetning, 1981) er anført i tabel 5.2; heraf fremgår, at der også for RDM og SDM er tendens til kortere kælvningsinterval ved stigende besætningsniveau.

Henriksen et al. (1984) fandt ligeledes, at de højtydende besætninger havde lidt bedre frugtbarhedsresultater end de lavtydende, men inden for besætninger havde de højtydende køer betydeligt dårligere frugtbarhed end de lavtydende. I samme undersøgelse blev fundet, at de lavere ydende køer i de højtydende besætninger havde de bedste frugtbarhedsresultater.

**Tabel 5.2 Det gennemsnitlige kælvningsinterval i besætninger med forskellig ydelsesniveau.**  
The mean calving interval in herds with different fat production.

| Ydelsesgruppe<br>smørfedt, kg | Kælvningsinterval, dage |     |        |
|-------------------------------|-------------------------|-----|--------|
|                               | RDM                     | SDM | Jersey |
| under 210                     | 394                     | 383 | 378    |
| 210 - 269                     | 391                     | 380 | 378    |
| mindst 270                    | 389                     | 379 | 378    |

Da kun en meget lille del af ydelsesforskellen fra besætning til besætning skyldes arv, er de i tabel 5.1 og 5.2 anførte ydelsesforskelle først og fremmest udtryk for forskelle i driftsledelse (fodring, management, staldforhold m.v.). Disse resultater viser således, at det ved god driftsledelse er muligt at få en betydelig bedre udnyt-

telse af køernes ydelseskapa- citet og samtidigt opretholde tilfreds- stillende frugtbarhedsresultater. Omvendt kan der forventes frugtbar- hedsproblemer, hvis stigende ydelseskapa- citet ikke følges op af til- svarende forbedringer i management og driftsledelse.

### 5.5.2 Korrelerede ændringer ved selektion for ydelse

På baggrund af de senere større undersøgelser (jfr. afsnit 5.2 og 5.3) er det rimeligt at antage, at heritabiliteten for frugtbarhed målt som procent omløbere eller som tomperiode er af størrelsesorde- nen 0,01 til 0,05, og at den genetiske korrelation mellem disse egen- skaber og mælkeydelse er ugunstig og af størrelsesordenen 0,1 til 0,5. Dette indebærer, at ensidig selektion for mælkeydelse vil medfø- re en ugunstig korreleret ændring af reproduktionsevnen. Som vist i kapitel 4 kan denne ændring beregnes som en direkte funktion af heri- tabiliteten, den fænotypiske spredning og den genetiske korrelation. I tabel 5.3 er vist, hvorledes den korrelerede ændring af tomperio- dens længde ved ensidig selektion for mælkeydelse afhænger af de ge- netiske parametre. I beregningerne er der regnet med, at den fænoty- piske spredning for tomperioden er 50 dage, og at den genetiske spredning for mælkeydelse er 500 kg.

**Tabel 5.3** Effekten af ensidig selektion for mælkeydelse på tomperio- dens længde afhængig af heritabiliteten for tomperiode og den genetiske korrelation mellem tomperiode og mælkeydel- se. Effekten er udtrykt i dage pr. 500 kg genetisk frem- gang for mælkeydelse.

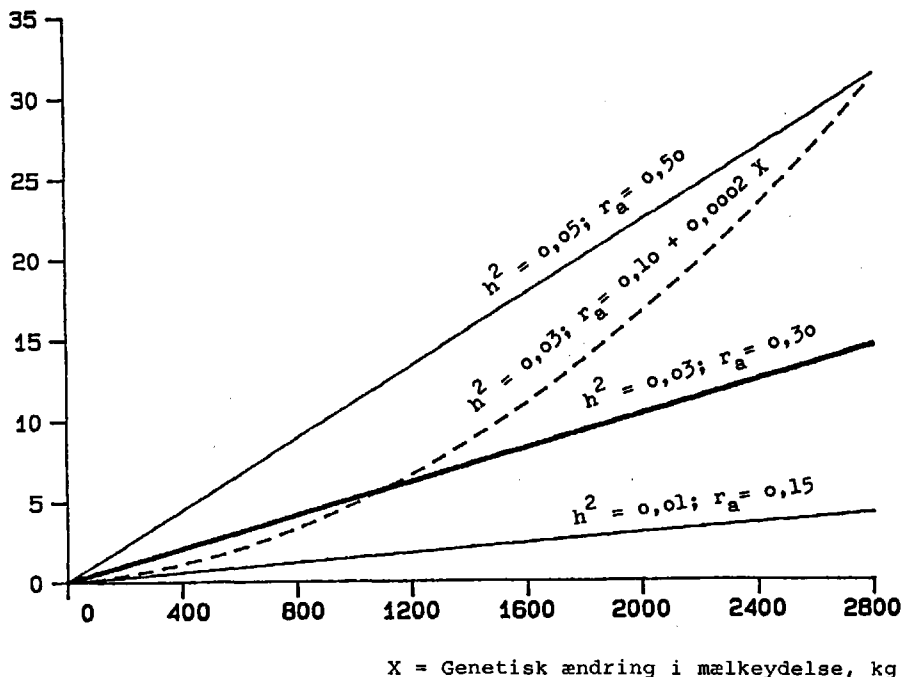
The effect of single trait selection for milk yield on days open at different genetic correlations between days open and milk yield and different heritabilities for days open. The effect is expressed in days per 500 kg genetic progress in milk yield.

| Genetisk<br>korrelation | Heritabilitet |      |      |      |      |
|-------------------------|---------------|------|------|------|------|
|                         | 0,01          | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| 0,10                    | 0,5           | 0,7  | 0,9  | 1,0  | 1,1  |
| 0,20                    | 1,0           | 1,4  | 1,7  | 2,0  | 2,2  |
| 0,30                    | 1,5           | 2,1  | 2,6  | 3,0  | 3,4  |
| 0,40                    | 2,0           | 2,8  | 3,5  | 4,0  | 4,5  |
| 0,50                    | 2,5           | 3,5  | 4,3  | 5,0  | 5,6  |

Som det fremgår af tabellen, er den korrelerede ændring i meget højere grad afhængig af den genetiske korrelation end af heritabiliteten. Desværre knytter der sig meget stor usikkerhed til de beregnede genetiske korrelationer. Dette gælder specielt, når den ene eller begge egenskaber har meget lav arvbarhed. Desuden kan genetiske korrelationer ændre sig ved genetiske ændringer af populationen. Endelig kan der ikke ses bort fra, at den genetiske korrelation har et kurvelineært forløb. Eksempelvis kunne en given genetisk ændring af ydelsen have større effekt på frugtbarheden hos en meget højtydende end hos en lavtydende race (jævnfør afsnit 5.5.3).

I figur 5.3 er vist, hvorledes tomperiode forventes at stige med stigende genetisk kapacitet for ydelse ved ensidig selektion for ydelse. Den midterste linie er beregnet på grundlag af skønnede gennemsnitsparametre  $h^2 = 0,03$  og  $r_a = 0,30$ . Den øverste viser situationen, hvis de øverste grænser ( $h^2 = 0,05$  og  $r_a = 0,50$ ) for parametrene anvendes, mens der er anvendt minimumsparametre ( $h^2 = 0,01$  og  $r_a = 0,15$ ) ved beregningen af den nederste. Endelig er der indtegnet en ikke-retlinet kurve, idet det skønsmæssigt er antaget, at  $h^2 = 0,03$  og at  $r_a = 0,10$  ved selektionens begyndelse stigende med 0,02 for hver 100 kg genetisk fremgang i ydelse.

Korreleret ændring i  
i tomperioden, dage



**Figur 5.3** Alternative skøn over stigningen i tomperiodelængde ved ensidig selektion for mælkeydelse (jævnfør tekst).  
Alternative estimates of the increase in days open by selection for milk yield.

### 5.5.3 Avl for bedre frugtbarhed

En medvirkende årsag til de seneste års forringelse af frugtbarhedsresultaterne er sandsynligvis, at der frem til 1983, hvor S-indekset blev taget i anvendelse, ikke i nævneværdig grad blev taget hensyn til køernes frugtbarhed i avlsarbejdet. Tværtimod blev tyrene, hvis døtre havde lang tomperiode, indirekte favoriseret, idet lang tomperiode som anført påvirker 305 dages ydelserne og dermed tyrenes R-tal i gunstig retning. Med igangsætningen af direkte opdatering i 1986 er dette problem elimineret. Virkningen af disse nye avlsmæssige tiltag kan forventes at komme til udtryk i de nærmest følgende år. Det nuvæ-

rende indeks for døtrefrugtbarhed er baseret på den enkelte tyrs døtres 56 dages ikke-omløberprocent både som kvier og som køer.

Egne undersøgelser omfattende afprøvede tyre i perioden 1984 til 1988 viser, at der for alle racer er svag negativ korrelation mellem tyrenes Y-indekser og indekset for døtrenes frugtbarhed. Hovedresultaterne er vist i tabel 5.4. Som det fremgår, er korrelationerne negative og har samme størrelsesorden, hvad enten tyrenes indeks for døtrefrugtbarhed baseres på kvier, på første kalvs køer eller på begge kategorier tilsammen.

I hver af de to delindekser for døtrefrugtbarhed indgik mindst 50 døtre, således at det samlede frugtbarhedsindeks var baseret på mindst 100 observationer. De anførte korrelationer, der er stærkt signifikant forskellige fra 0, bekræfter derfor, at der eksisterer en ikke ubetydelig ugunstig genetisk korrelation mellem frugtbarhed og ydelse.

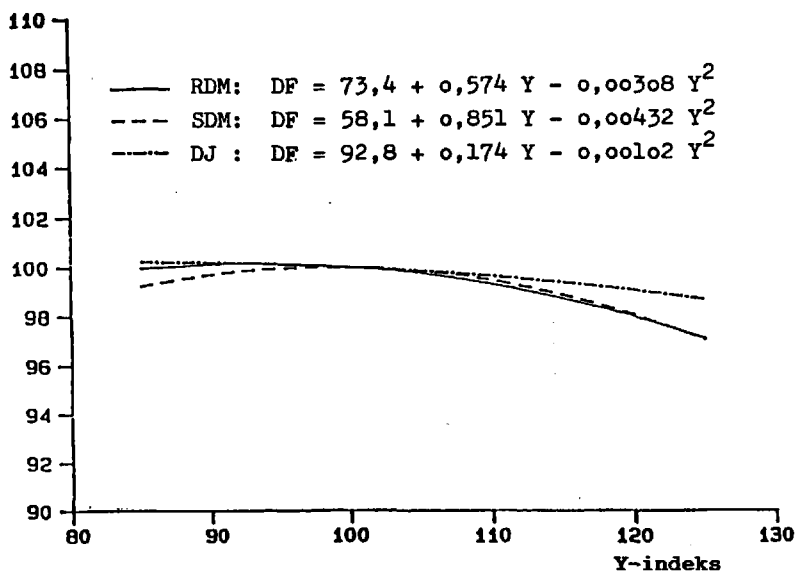
**Tabel 5.4 Korrelationer mellem tyrenes indekser for døtrefrugtbarhed og Y-indekser.**  
Correlations between the sire index for daughter fertility and the sire index for milk production traits.

| Race   | Antal<br>tyre | Frugtbarhedsindekset baseret på: |               |       |
|--------|---------------|----------------------------------|---------------|-------|
|        |               | kvier                            | 1. kalvs køer | alle  |
| RDM    | 191           | -0,18                            | -0,10         | -0,16 |
| SDM    | 547           | -0,09                            | -0,11         | -0,11 |
| Jersey | 161           | -0,08                            | -0,07         | -0,07 |

Korrelationen mellem frugtbarhedsindekset beregnet på kvier og det tilsvarende indeks beregnet på 1. kalvs køer blev 0,10 for RDM og 0,20 for SDM og Jersey. Ved at udelukke tyre, som ikke havde mindst 100 observationer på døtre som kvier, steg denne korrelation til ca. 0,40 for alle racer. Dette kan tages som udtryk for, at frugtbarheden hos kvier og hos køer i høj grad er bestemt af de samme arveanlæg.

Regressionsanalyser med det samlede frugtbarhedsindeks som afhængig og Y-indekset som uafhængig variabel indikerede en kurvelineær sammenhæng, således at den ugunstige effekt af en given stigning i Y-indekset steg med stigende ydelsesniveau. Dette var især tilfældet hos RDM og SDM. Resultaterne er illustreret i figur 5.4.

DF-indeks



**Figur 5.4 Sammenhæng mellem Y-indekset og indekset for døtrefrugtbarhed (DF-indeks).**  
Relationship between the sire index for milk production traits (Y-index) and the corresponding index for daughter fertility (DF-index).

Selektionen af tyre foregår i dag hovedsageligt på grundlag af S-indekset. Døtrefrugtbarheden er derved blevet inddraget direkte i avls-målet. Ifølge Årsstatistik 1987-88 fra Landskontoret for Kvæg er korrelationerne mellem tyrenes indeks for døtrefrugtbarhed og S-indekset 0,10 for RDM og SDM og 0,19 for Jersey. De tilsvarende korrelationer mellem S-indekset og Y-indekset var 0,64, 0,67 og 0,82. Dette indebærer, at man ved at anvende S-indekset som selektionskriterium i hvert fald indtil videre kan opveje den ugunstige genetiske sammenhæng mellem ydelse og frugtbarhed. Der kan med andre ord opnås betydelig fremgang for ydelse, uden at der derved sker forringelse af frugtbarhedsresultaterne.

## 5.6 Litteratur

- Berger, P.J., Shanks, R.D., Freeman, A.E. & Laben, R.C., 1981. Genetic aspects of milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 64, 114-122.
- Berglund, B., 1988. Calving performance, production and reproduction in early lactation. Ph. D. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Breeding and Genetics. Uppsala. Rapport 79.
- Burnside, E.B., Kowalchuck, S.B., Lambroughton, D.B. & MacLeod, N.M., 1971. Canadian dairy cow disposals. I. Differences between breeds, lactation numbers and seasons. *Can. J. Anim. Sci.* 51, 75-83.
- Christensen, L.G., Vesth, B., Jørgensen, J. & Andersen, N., 1985. Selektion for høj og lav smørfedtydelse. 585. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, 170 pp.
- Freeman, A.E., 1986. Genetic control of reproduction and lactation in dairy cattle. *Proc. 3rd World Congr. Genetics Appl. Livest. Prod.* XI, 3-13.
- Gustafsson, H., 1988. God frugtbarhed og høj produktion kan förenas. *Husdjur* 3, 32-33.
- Hamudikuwanda H., Erb, H.N. & Smith, R.D., 1987. Effects of sixty day milk yield on postpartum breeding performance in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 70, 2355-2365.
- Hansen, L.B., Freeman, A.E. & Berger, P.J., 1983a. Variances, repeatability and age adjustments of yield and fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66, 281-292.
- Hansen, L.B., Freeman, A.E. & Berger, P.J., 1983b. Yield and fertility relationships in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66, 293-305.
- Henriksen, J., Andersen, O., Nielsen, F. & Pedersen, K.M., 1984. Kvægets frugtbarhed. Del I: Fodring og pasning. Landsudvalget for Kvæg, 130 pp.
- Hollis, N.E. & Smith, R.D., 1987. The effects of peripartum events on breeding performance of dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 3, 501-511.
- Jansen, J., 1985. Genetic aspects of fertility in dairy cattle based on analysis of I.A.data-A review with emphasis on areas for further research. *Livest. Prod. Sci.* 12, 1-12.
- Janson, L. & Andreasson, B., 1981. Studies on fertility traits in Swedish dairy cattle. IV. Genetic and phenotypic correlation between milk yield and fertility. *Acta Agric. Scand.* 31, 313-322.
- Jensen, M.V., 1985. Krydsnings betydning for malkekoens frugtbarhed. Hovedopgave, Husdyrbrugsinst., Kgl. Vet. Landbohøjskole, 115 pp.

- Kristensen, T. & Hindhede, J., 1986. Brunsttegn hos malkekøer i bindetalde. 615. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, 76-90.
- Laben, R.C., Shanks, R., Berger, P.J. & Freeman, A.E., 1982. Factors affecting milk yield and reproductive performance. J. Dairy Sci. 65, 1004-1015.
- Maijala, K., 1987. Genetic control of reproduction and lactation in ruminants. J. Anim. Breed. Genet. 104, 53-63.
- Pedersen, J. & Christensen, L.G., 1984. Miljømæssige og genetiske parametre for smørfedt- og mælkeydelse hos RDM, SDM og Jersey. 567. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, 122 pp.
- Philipsson, J., 1981. Genetic aspects of female fertility in dairy cattle. Livest. Prod. Sci. 8, 307-319.
- Raheja, K.L., Burnside, E.B. & Schaeffer, L.R., 1987. Genetic study on relationship between fertility and production traits in Holstein dairy cattle. Annual Research Report 1987, University of Guelph, Dept. of Animal and Poultry Science.
- Rotschild, M.F., Miller, R.H. & Pearson, R.E., 1981. Reproductive performance from daughters of single and multiple trait selected sires. J. Dairy Sci. 64, 497-507.
- Shanks, R.D., Freeman, A.E., Berger, P.J. & Kelley, D.H., 1978. Effect of selection for milk production on reproductive and general health of the dairy cows. J. Dairy Sci. 61, 1765.
- Skjervold, H., 1978. Tall fra fjøset. Buskap og avdrått 30, 10-11.
- Van Arendonk, J.A.M., Hovenier, R. & de Boer, W., 1989. Phenotypic and genetic association between fertility and production in dairy cows. Livest. Prod. Sci. 21, 1-12.

## 6. MALKEKØERNES FODEREFFEKTIVITET VED FORSKELLIGT AVLSMATERIALE, DRIFTSVALG OG FODERSTYRKE.

### HELÅRSFORSØGSBESÆTNINGER I ÅRENE 1967 TIL 1986.

Vagn Østergaard, L. Gjørl Christensen og Iver Thysen

#### Sammendrag og konklusion

Ved økonomisk sammenligning af forskellige strategier for avlsvalg i malkekvægsbesætningen med tilhørende driftsvalg er det vigtigt at kende fodereffektiviteten. Formålet med nærværende arbejde er derfor at fremskaffe et grundlag for beregning af forventet fodereffektivitet under forskellige forudsætninger gennem en analyse af foderforbrug, produktion og fodereffektivitet på grundlag af data fra 108 racerene Helårsforsøgsbesætninger i årene 1967-86, hvor racerne Jersey, RDM og SDM indgik med henholdsvis 81, 86 og 269 besætningsår i såvel binde- som løsdriftstalde. Forsøgsteknikere har i staldperioden registreret såvel det optagne foder som malkekøernes livsytringer, dvs. produktion af mælk, tilvækst og foster samt vedligeholdelse. Desuden er der foretaget en analyse af den avlsmæssige fremgang i ydelsesanlæggene hos RDM og SDM over årene 1965-88. Af de foretagne analyser af udviklingen fra 1967-70 til 1983-86 kan udledes og konkluderes:

- at det daglige foderniveau er øget med 3,55 FE (30%), medens produktionsfoderet (rest til mælkeydelse) er forøget med 53%,
- at de daglige livsytringer - udtrykt i energiindhold - er forøget 2,29 FE (21%), der skyldes en forøget mælkeproduktion på knap 6 kg 4% mælk pr. foderdag svarende til godt 2000 kg pr. årsko,
- at fodereffektiviteten er aftaget, fra 91,7% til 85,5%, medens den "marginale" effektivitet af det øgede foderniveau var 65%  $(2,29:3,55 \times 100)$ ,
- at den avlsmæssige fremgang har været 16% eller 2,34 kg 4% mælk daglig vurderet ud fra fremgangen på landsbasis, der har været 15,8% og 16,8% for henholdsvis RDM og SDM,
- at den samlede ydelsesfremgang pr. årsko 1965-88 forårsaget af hhv. arv og miljø blev 48 og 29 kg smørfedt hos RDM og 51 og 42 kg hos SDM og
- at den "marginale" fodereffektivitet hos de tunge racer kan antages sammensat af en foderstyrkebetinget effektivitet på ca. 59% som følge af forøget foderstyrke og en avlsbetinget effektivitet på ca. 74%. Sidstnævnte udtrykker fodereffektiviteten af den foderforøgelse, der er proportional med fremgangen i ydelsesanlæggene.

**Abstract:** Østergaard, V, Christensen, L.G & Thysen, I. 1989. Feed efficiency at different genotype, production system and feeding level in danish dairy farms during the years 1967 to 1986. Rep. 660, Nat. Inst. An. Sci., Denmark. Adress: P.O. Box 39, DK-8830 Tjele. Chapter 6, 25 pp. (English subtitles).

Feed efficiency is an important factor, when calculating the economics of different genotypes and production systems in dairy farms. The aim of this work is therefore to establish a basis for calculation of the feed efficiency under various condition. The feed efficiency is defined as the sum of standard net energy requirements for production of milk, gain, foetus and maintenance divided by the calculated net energy of the total feed intake.

The feed intake, production and feed efficiency are analyzed on data from 108 pure bred herds of Jersey, Red Danish (RDM) or Danish Black and White (SDM) during the years 1967-86. All the data were recorded regularly during the indoor period by well skilled technicians from the National Institute of Animal Science. Furthermore genetic progress in milk yield from 1965 to 1988 within the danish breeds, RDM and SDM, is analyzed on data from the national recording system. It was concluded about changes from 1967-70 to 1983-86:

- the total daily feed intake was increased 30% (=3.55 Scandinavian Feed Units) and the feed intake above maintenance 53%,
- the total daily production (milk, gain, foetus and maintenance) in net energy was increased 21% (=2.29 Scandinavian Feed Units), caused by an increase of almost 6 kg 4% FCM per day (=more than 2000 kg per cow and year).
- the feed efficiency decreased from 91.7% to 85.5, and the "marginal" efficiency of the increased feed intake was 65% ( $2.29 / 3.55 \times 100$ ),
- the genetic progress was 16% or 2.34 kg 4% FCM per day and almost equal for RDM and SDM,
- the total progress 1965-88 could be divided into the two causes, genetics and environment (G + E). RDM: 48 + 29 kg of butterfat. SDM: 51 + 42 kg of butterfat,
- the "marginal" feed efficiency (65%) was caused by genetics and feeding level and could be divided to 74% and 59%, respectively. Consequently the feed efficiency will be an important factor to include in the breeding programmes of the future.

## 6.1 Indledning

Den for mælkeproducenten økonomisk mest fordelagtige strategi for fremtidens produktion af mælk og kød opnås ved at fastlægge det produktionssystem (avls- og driftsvalg), der på langt sigt giver de mindste, samlede produktionsomkostninger pr. kg mælk eller værdistof i mælken, korrigeret for nettofortjenesten fra den affødte kødproduktion.

Et centralt problem ved den økonomiske sammenligning af forskellige produktionssystemer er fastlæggelsen af fodereffektiviteten ved stigende ydelse som et resultat af avl, fodring og miljø i øvrigt. Kendskab hertil giver mulighed for at beregne det samlede foderforbrug til forskellige niveauer af mælkeydelse og tilvækst samt tilhørende vedligeholdelse og fosterproduktion.

Formålet med nærværende arbejde er derfor at fremskaffe et grundlag for beregning af forventet fodereffektivitet under forskellige forudsætninger ved en analyse af dels foderforbrug, produktion og fodereffektivitet i Helårsforsøgsbesætningerne i perioden 1967-86 og dels den avlsmæssige fremgang hos RDM og SDM i samme periode. Efterfølgende diskuteres de avls- og fodringsmæssige ændringer i perioden, da disse hver for sig har en væsentlig indflydelse på fodereffektiviteten (jf. kap. 2 og 3).

## 6.2 Materiale og metoder

I Helårsforsøgsbesætningerne er der i vinterhalvåret i alle årene fra 1967/68 til 1985/86 foretaget en måling af såvel de dagligt tildelte fodermidler som malkekøernes livsytringer (dvs. produktion af mælk, tilvækst og foster samt vedligeholdelse). Da græsoptagelsen i græsningsperioden fastlægges indirekte er denne periode udeladt af analyserne.

Alle målinger/vejninger blev foretaget af forsøgsteknikere, der normalt tilså den enkelte besætning en gang ugentligt.

Mælkeproduktionen er beregnet ud fra ydelseskontrollen henholdsvis hver 2. uge og hver 4. uge i første og sidste del af perioden. Tilvæksten er beregnet ud fra vægten af alle indgåede (vægten lige efter kælvning) og afgåede køer (slakteriets eller markedets vægt) samt bevægelsen i statusvægten fra vinterhalvårets begyndelse til dets afslutning. Fosterproduktionen udgøres af fødte kalve (ekskl. 1. kalvs, fordi fosteret dannes i opdrætningsperioden) samt bevægelsen i statusvægten fra vinterhalvårets begyndelse til dets afslutning. Vedligeholdelsesfoderet er fastlagt ud fra gennemsnittet af den gennemsnitlige kovægt ved begyndelsen og slutningen af vinterhalvåret.

Foderforbruget -det optagne foder- er målt på følgende måde: Mængden af såvel tildelt som levnet foder til besætningens malkekøer over eet døgn er vejlet for hvert enkelt fodermiddel hver uge (sidste del af perioden hver 2. uge). Til mængden af hvert fodermiddel hører en foderværdi beregnet på grundlag af kemiske analyser foretaget af Afd. for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi, Landøkonomisk Forsøgslaboratorium/Statens Husdyrbrugsforsøg, eller andet autoriseret laboratorium, og formlen for grovfoder ved Frederiksen (1969). In-vitro analysen til beregning af foderværdien af græsmarksfoder indførtes i 1984/85, men antages ikke at påvirke det beregnede foderforbrug væsentligt. Foderværdien i tilskudsfoder er dog fastlagt ved garantiindholdet eller standardværdi, som f.eks. for hjemmeavlet byg.

Det optagne foder udnyttes til følgende livsytringer med tilhørende normkrav i FE (Andersen, 1983):

- Mælkeproduktion : 0,40 FE pr. kg 4% mælk.
- Tilvækst : 4,0 FE pr. kg tilvækst i legemsvægt.
- Fosterproduktion: 3,0 FE pr. kg kalv produceret.
- Vedligeholdelse : (Kovægt, kg : 200) + 1,5; (i løsdrift + 10%).

Summen af disse fire punkters FE udgør det beregnede foderkrav.

Fodereffektiviteten i procent defineres ved (Østergaard, 1969):

$$\frac{\text{Beregnet foderkrav, FE}}{\text{Foderforbrug, FE}} \times 100$$

I analysen indgik alle Helårsforsøgsbesætninger med mindst 2 års data i perioden 1967-86 og racerene besætninger af Jersey, RDM eller SDM, der udgjorde henholdsvis 81, 86 og 269 af i alt 436 besætningsår. Bindestalde og løsdriftstalde omfattede henholdsvis 230 og 206 besætningsår. Antallet af besætninger var 108, der startede successivt over den 19-årige periode og repræsenterede de 3 racer i alle år. Løsdriftstalden var ikke repræsenteret det første år. Besætningerne indgik med gennemsnitlig 4 forsøgsår og kun få besætninger indgik med enten 2 år eller over 5 år.

Det skal bemærkes, at der fra begyndelsen af 70'erne til begyndelsen af 80'erne har været særlige forhold som inddragelse af besætninger under indkøring dvs. overgang til ny stalddtype (Østergaard et al. 1974) og højt foderniveau i forhold til ydelsesanlæg pga. billigt kraftfoder i forhold til prisen på mælk.

Den statistiske analyse havde til formål at fastlægge og teste forskelle i vinterhalvårets fodereffektivitet mellem race og stalddtype, Helårsforsøgsbesætning (H-nr.) og forsøgsår, samt udviklingen over årene.

Ved analysen korrigeres der for forskelle mellem besætningernes generelle niveau, således at kun de ændringer, som forekom inden for besætningen, havde betydning for estimeringen af udviklingen over årene. Denne metode er mulig, fordi de perioder, hvori de enkelte besætninger deltog som Helårsforsøgsbrug, overlappede hinanden.

De anvendte statistiske modeller var følgende:

$$Y_{klijn} = I + R_k + S_l + H_i(R \times S)_{kl} + Ar_j + e_{klijn} \quad (1)$$

$$Y_{mijn} = I + G_m + H_i(G)_m + Ar_j + e_{mijn} \quad (2)$$

hvor Y = afhængig variabel  
I = skæring med Y-aksen (intercept)  
 $H_i$  = virkning af i'te gård  
 $A_{rj}$  = virkning af j'te år  
 $R_k$  = virkning af k'te race  
 $S_l$  = virkning af l'te staldtype  
 $G_m$  = virkning af m'te tidsgruppe  
e = tilfældig rest

Model (1) anvendtes til at estimere virkningen af race og staldtype ud fra gennemsnittet for besætningerne med givne kombinationer af race og staldtype. Signifikansen af forskelle mellem racer og staldtype blev beregnet ved en F-test med middelskvadratet for  $H_i(R \times S)_{kl}$  som nævner.

Model (2) anvendtes til at estimere virkningen af 5 grupper af besætninger, fordelt efter første forsøgsår i 5 delperioder dækkende årene 1967-86. En signifikant virkning af gruppe viser, at besætningernes gennemsnitlige niveau har udviklet sig anderledes end den udvikling, som estimeres på grundlag af ændringerne inden for besætningen for den betragtede variabel. Virkningen af gruppe blev testet ved en F-test med middelskvadratet for  $H_i(G)_m$  som nævner.

Virkningen af de enkelte år blev estimeret ved model (2), og på grundlag heraf blev der desuden beregnet et estimat for den gennemsnitlige stigning pr. år.

## 6.3 Resultater

### 6.3.1 Fodereffektivitet for racer og staldtyper

Model (1) viste signifikante forskelle mellem racernes fodereffektivitet, der var (least square means, LSM): Jersey: 88,2%, RDM: 86,4% og SDM: 85,8%.

Fodereffektiviteten hos Jersey, som omfatter 81 besætningsår i 16 besætninger, kan antages 2 procentenheder højere end hos RDM og SDM, der under eet opnår 86%, da der ikke blev fundet signifikante forskelle mellem disse 2 tunge racer. Jersey's højere effektivitet kan dog kun tilskrives alene racevirkning, hvis der ikke eksisterer ukendte systematiske miljøforskelle. Årsagen til Jersey's højere effektivitet må sandsynligvis søges i, at der gennem årtier er selekteret for højere ydelse ved uændret kovægt. Dette medfører indirekte en selektion for dyr, der har et fordøjelsessystem med større kapacitet og effektivitet, samt et stofskifte, der anvender mest mulig af energien til mælkeproduktion.

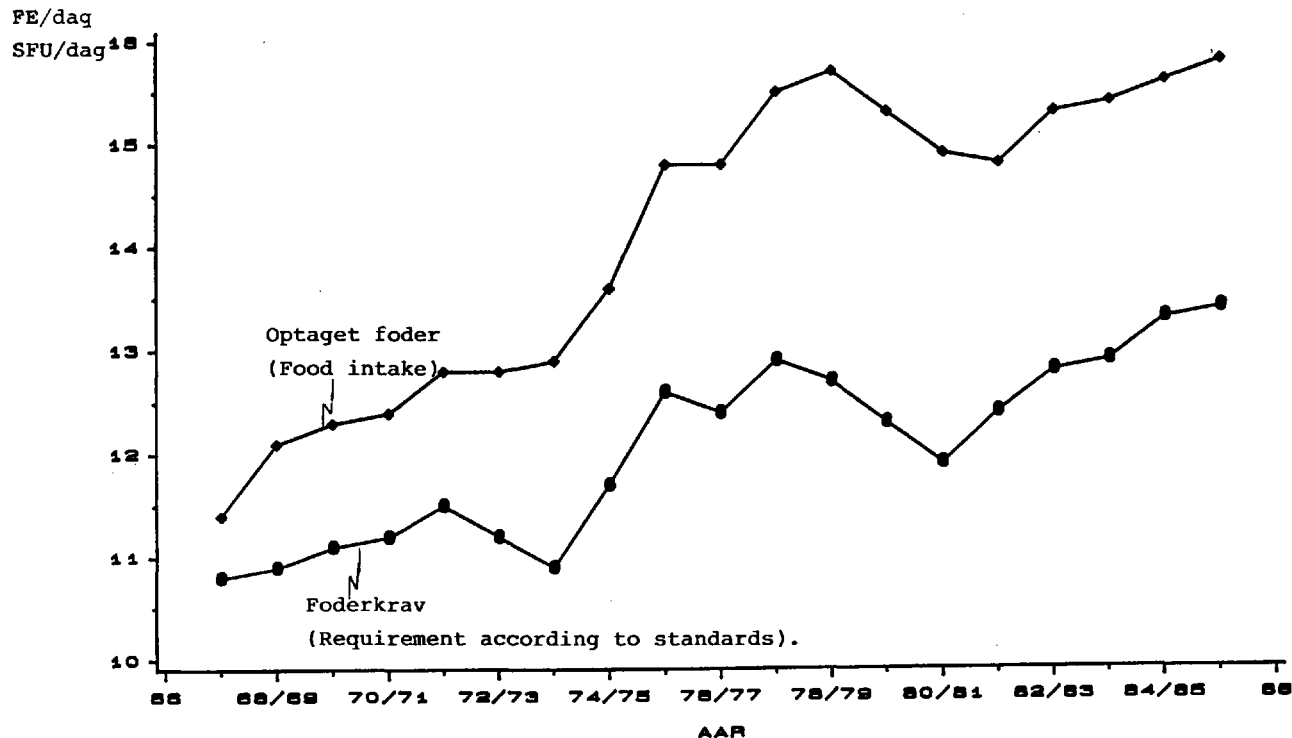
Model (1) viste ikke-signifikant forskel mellem binde- og løsdriftstalde med fodereffektiviteter på henholdsvis 86,6 og 87,1%, idet det bemærkes, at vedligeholdelsenormen i løsdrift er 10% større end i bindestalden (Andersen, 1983). Tilsvarende resultat fandt Østergaard et al. (1985) i byggeforskningsprojektet 1978-83.

Besætning (H-nr. (stald x race)) og år viste begge en signifikant virkning på fodereffektiviteten, hvorfor udviklingen for de tunge racer vil blive nærmere analyseret ved model (2).

### 6.3.2 Fodereffektivitetens udvikling 1967-86.

Ved model (2) fandtes ingen virkning af de 5 tidsgrupper af besætninger m.h.t. fodereffektivitet, beregnet foderkrav og foderforbrug. Det vil sige, at besætningernes gennemsnitlige niveau gennem perioden har ændret sig på samme måde som den udvikling, der er estimeret ved ændringer inden for besætningen.

Der fandtes et markant og signifikant fald i fodereffektiviteten over perioden. Dette skyldes en svagere stigning i livsyrtingerne og dermed det beregnede foderkrav end i foderforbruget over årene 1967-86, som ses af figur 6.1. Den jævne stigning afbrydes af nogle fluktuationer fra begyndelsen af 70'erne til begyndelsen af 80'erne. Disse fluktuationer skyldes bl.a. indkøringsproblemer (begyndelsen af 70'erne), varierende foderstyrke pga. ændringer over tiden i forholdet mellem mælke- og foderpriser samt dårligt foderfedt (1978-81).



Figur 6.1 Optaget foder (øverste kurve) og livsytringernes foderkrav i Belårsforsøgsbesætninger 1967-86. FE pr. ko dagligt i vinterhalvåret.

Food intake (upper curve) and standard energy requirement for the total production and maintenance in commercial dairy herds 1967-86. Scandinavian Feed Units (SFU) per cow daily during the indoor period.

Figur 6.2 viser fodereffektivitetens udvikling beregnet ved model 2. Indtil begyndelsen af 80'erne ses et fald, hvorefter fodereffektiviteten over et år stiger til et højere niveau. Denne udvikling forklares af bl.a. de tidligere nævnte årsager (indkøring, dårligt foderfædt og prisfluktuationer).

Figur 6.3 illustrerer udviklingen i besætningernes årsydelse. Denne udvikling, der også afspejler dagsydelsen i vinterhalvåret p.g.a. lille ændring i kælvningsfordelingen over året (tabel 6.1) viser, at mælkeydelsen i kg 4% mælk pr. årsko stiger fra ca. 5000 til knap 7500 over hele perioden, men der iagttages en svag stigning de første år, et mindre fald i begyndelsen af 70'erne og en markant stigning midt i 70'erne. Udeblivelsen af stigning i årene 1978-81 skyldes primært problemer med foderfædtet. Den samme tendens ses også af bevægelsen i ydelsen på landsbasis, der stort set har samme forløb (jf. fig. 6.5 og 6.6).

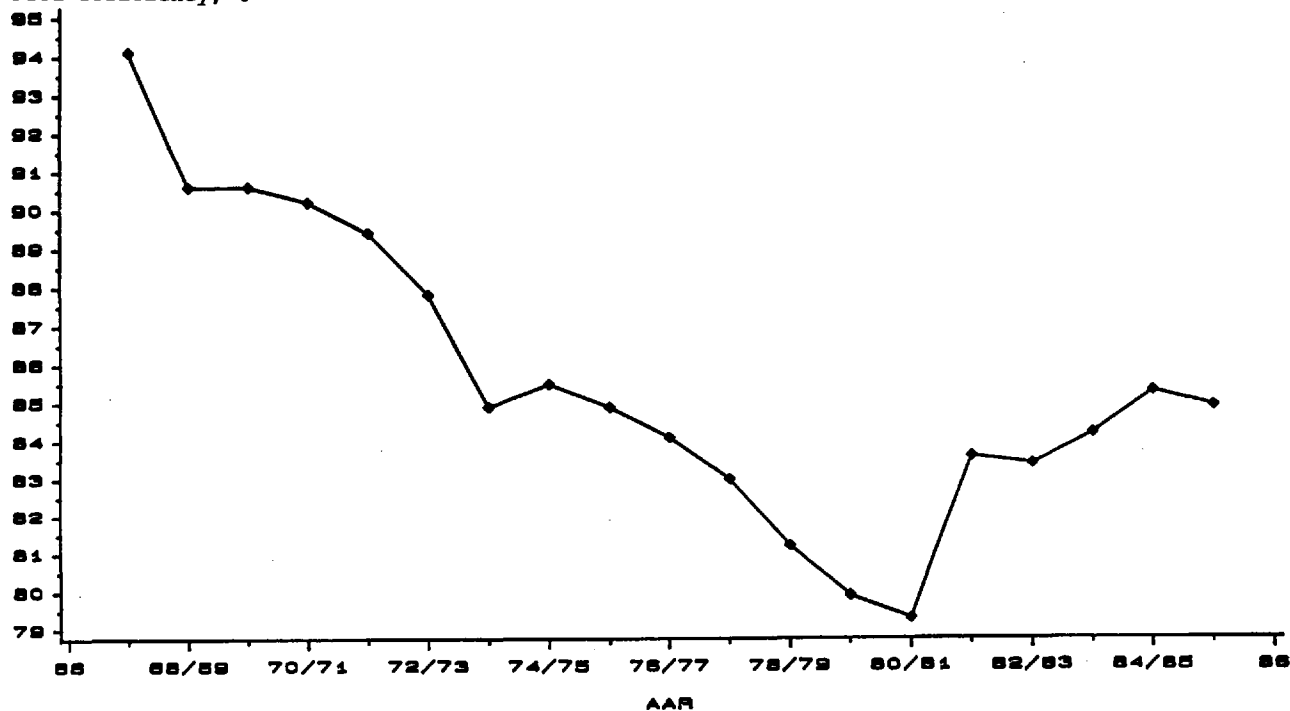
Mht. årsydelsen fandtes en signifikant virkning af tidsgrupper, idet årsydelsen korrigeret for den generelle udvikling vist i fig. 6.3 var ca. 500 kg 4% mælk lavere i de besætninger, der begyndte som Helårsforsøgsbrug i perioden fra 1971-72 til 1982-83, end i de øvrige besætninger.

Tabel 6.1 giver en supplerende beskrivelse af besætningerne ved faktorer, der indgår i beregningen af fodereffektiviteten eller kan have indirekte virkning. Det bemærkes, at kolonne 1 og 2 beskriver resultater fra 3 stabile år i henholdsvis begyndelsen og slutningen af perioden 1967-86. Herved undgås "forstyrrelse" af de mellemliggende uvedkommende fluktuationer.

Køernes legemsvægt ved slutningen af de betragtede staldperioder har under eet vist en ubetydelig stigning på 7 kg eller godt 1% fra de 3 første til de 3 sidste år af perioden på trods af en større andel l. kalvs køer de sidste år forårsaget af højere udskiftningsprocent, således 49 mod 36 de første 3 år. Denne "status quo" i køernes vægt er opnået ved en stigning i vægten lige efter l. kælvning fra ca. 480 kg til 495 kg (tabel 6.1).

Fodereffektivitet, %

Feed efficiency, %

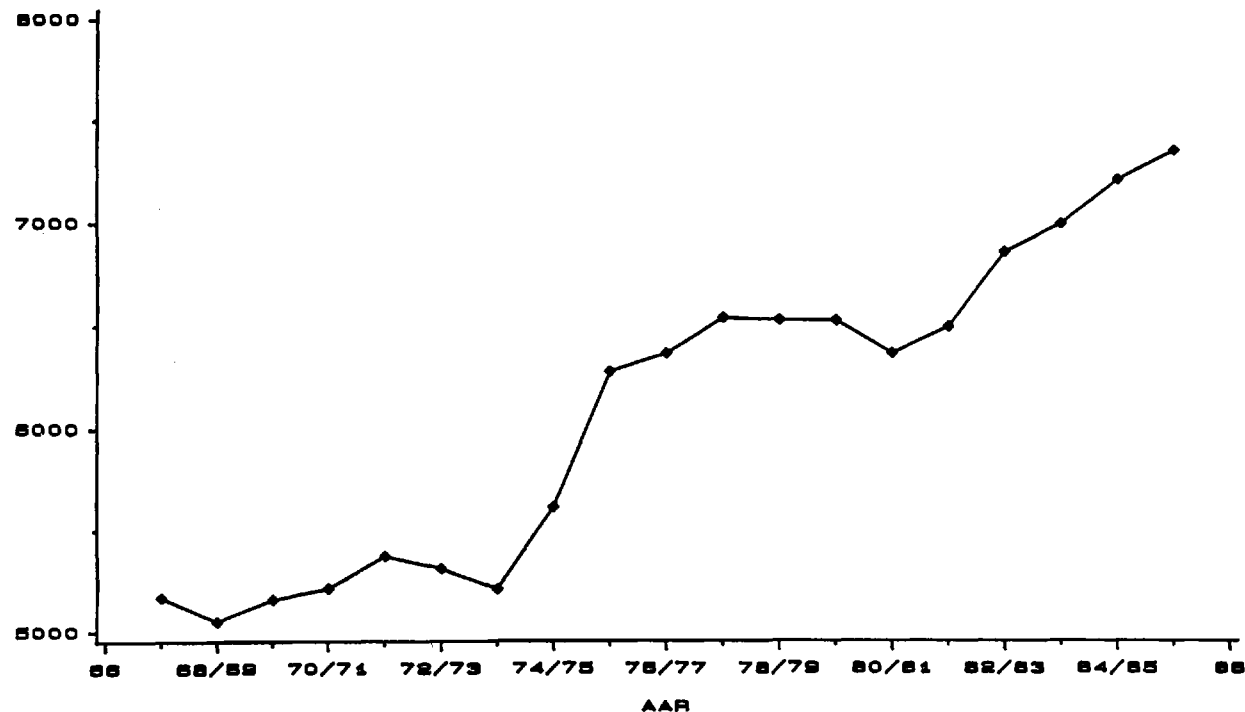


Figur 6.2 Fodereffektivitet i vinterhalvårene 1967-86.

Feed efficiency during the indoor periods 1967-86.

Kg 4% mælk/årsko.

Kg 4% FCM per cow and year.



Figur 6.3 Mælkeydelsen pr. årsko i årene 1967-86.

Milk per cow and year during the period 1967-86.

Vinterfodringen, der praktiseredes i den betragtede staldperiode, omfattede alsidige foderrationer, hvorfor det registrerede foderforbrug er sammenligneligt over årene. Dog sker der fra 1983 en justering af nogle fodermidlers beregnede foderværdi (FE pr. kg tørstof), og summen af disse justeringer udgør + 0,13 FE pr. dag i perioden 1983-86 i forhold til før. Derfor er 0,13 FE fradraget i foderoptagelsen anført i tabel 6.1.

**Tabel 6.1 Besætningsbeskrivelse (tunge racer, RDM og SDM) og foder-effektivitetens variabler m.m. udtrykt ved mindste kvadraters gennemsnit eller ukorrigeret gennemsnit = (M).**  
Description of herd (dual purpose breeds, Red Danish and Danish Black and White) and feed efficiency variables etc. expressed by LSM (least square means) or uncorrected average = (M).

|                                          | 1967-70                  | 1983-86                                | Ændring<br>over 16 år |
|------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Antal besætningsår. No. of herd years    | 25                       | 46                                     | -                     |
| Kovægt, kg. Cow live weight, kg          | 568                      | 575                                    | + 7                   |
| Udskiftningsprocent. Replacement rate, % | 36                       | 49                                     | +13                   |
| Kælvningsfordel. % okt.-april (M)        | 60                       | 55                                     | - 5                   |
| Calving distribution % Oct.-April (M)    |                          |                                        |                       |
| Kælvningsfordel. % juli-sept. (M)        | 25                       | 30                                     | + 5                   |
| Calving distribution % July-Sept. (M)    |                          |                                        |                       |
| Alder ved 1. kælvning mdr. (M)           | 28                       | 28                                     | 0                     |
| Age at 1st calving, months (M)           |                          |                                        |                       |
| Vægt før 1. kælvning, kg (M).            | 545                      | 560                                    | +15                   |
| Weight before 1st calving, kg (M)        |                          |                                        |                       |
| Vægt efter 1. kælvning, kg (M)           | 480                      | 495                                    | +15                   |
| Weight after 1st calving, kg (M)         |                          |                                        |                       |
| Rationstype, vinterhalvåret, winter      | Alsidig <sup>1)</sup>    | Alsidig <sup>1)</sup>                  | -                     |
| Type of diet, sommerhalvåret, summer     | Afgræsning <sup>2)</sup> | Primært<br>"nulgræsning" <sup>3)</sup> | -                     |
| Foderniveau, FE/årsko                    | 4261                     | (5547)                                 | -                     |
| Feed level, SFU/cow and year             |                          |                                        |                       |
| Ydelsesniveau, kg 4% mælk/årsko          | 5128                     | 7179                                   | +2051                 |
| Kg 4% FCM/cow and year                   |                          |                                        |                       |

Staldperioden. Indoor period:

|                                           |        |        |        |
|-------------------------------------------|--------|--------|--------|
| Livsyrtringer, FE/dg. Total prod., SFU/d. | 10,95  | 13,24  | +2,29  |
| (kg 4% mælk/dg.) (kg 4% FCM/d.)           | (14,6) | (20,4) | (+40%) |
| Foderoptagelse, FE. Feed intake, SFU      | 11,93  | 15,48  | +3,55  |
| Fodereffektivitet, %. Feed efficiency, %  | 92     | 86     | -6     |

1) Mixed diet. 2) Grazing. 3) Primary feeding in stable and no grazing

Foderrationens gennemsnitlige indhold af roetørstof var knap 5 kg i begge perioder anført i tabel 6.1, medens andet grovfoder (primært strukturrigt) udviser en stigning fra 4,5 til ca. 7,5 kg tørstof pr. ko dagligt. Tilskudsfoderet stiger fra ca. 4 til ca. 5 kg tørstof, hvilket betyder aftagende andel energirigt foder (inkl. roer) i rationen som følge af ad libitum fodring med grovfoder, der er lettere fordøjeligt end tidligere. Men FE pr. kg tørstof er uændret, da optagelsen af såvel tørstof som FE stiger 30%. Den store stigning i foderoptagelsen forklares primært af overgang fra restriktiv fodring til ad libitum fodring.

Sommerfodringen, der dog ikke indgår i beregning af fodereffektiviteten, er ændret væsentligt over perioden, således fra afgræsning til fodring på stald for de fleste besætninger i 1983-86. Dette betyder, at de i tabel 6.1 anførte foderforbrug pr. årsko ikke kan sammenlignes umiddelbart, og at ydelsen pr. årsko i 1983-86 er blevet påvirket positivt, idet staldfodrede malkekøer giver ca. 2% højere ydelse end de, der går på græs hele sommeren (Kristensen et al., 1986).

Malkekøernes samlede livsytringer i vinterhalvåret var som vist i tabel 6.1, i begyndelsen og slutningen af perioden 1967-86 henholdsvis 10,95 og 13,24 FE, hvori indgår en daglig ydelse på 14,6 og 20,4 kg 4%. Ydelsen steg således 39% svarende til stigningen i årsydelsen, der var 40%. Tilsvarende fandtes foderoptagelsen at være henholdsvis 11,93 og 15,48 FE pr. ko dagligt, dvs. en stigning på 30%, medens de samlede livsytringer steg 21% (fra 10,95 til 13,24 FE som nævnt ovenfor).

Fodereffektiviteten kan af disse værdier beregnes til henholdsvis 91,7 og 85,5%, hvilket giver et fald på godt 6 %-enheder.

Den "marginale" fodereffektivitet, der her udtrykker udnyttelsen af stigningen i foderniveauet over den betragtede periode, kan beregnes ved  $(2,29 : 3,55)100 = 65\%$ . Denne størrelse kan også beregnes ud fra model (2)'s estimater for de enkelte års beregnede foderkrav og det registrerede foderforbrug. Den samlede stigning over 16 år var henholdsvis  $16 \times 0,138$  FE og  $16 \times 0,242$ . Den "marginale" fodereffektivitet bliver herved:  $(2,21 : 3,87)100 = 57\%$ . Det førstnævnte skøn anses for at give den bedste beskrivelse af udviklingen fra 1967-70 til 1983-86 på grund af de tidligere nævnte forhold igennem perioden.

#### 6.4 Avlsmæssig fremgang 1965-88, RDM og SDM

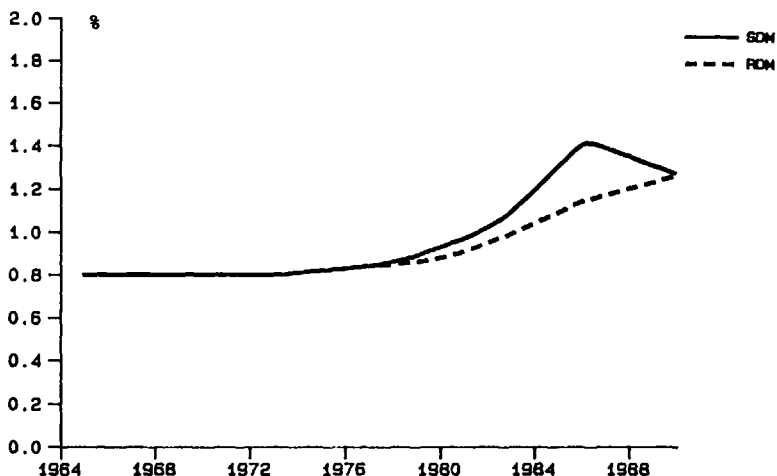
Det antages, at den avlsmæssige ydelsesfremgang i Helårsforsøgsbesætningerne svarer til racernes fremgang på landsbasis, hvorfor denne analyseres nærmere i det følgende. Den avlsmæssige ydelsesfremgang hos flere malke racer i Vesteuropa og USA blev beregnet til knap 1% pr. år i perioden 1950-75 (Christensen, 1980). Hos SDM i perioden 1965-70 fandt Christensen (1980) en fremgang på 45 kg mælk og 1,65 kg smørfedt pr. år svarende til ca. 1%. Nyere undersøgelser tyder på, at disse estimater er overvurderet. I USA har den avlsmæssige fremgang hos Holstein-Friesian (HF) i de senere år været ca. 40 kg mælk årligt, svarende til ca. 0,5% (Van Vleck et al., 1986).

Hos RDM og SDM har den avlsmæssige fremgang i smørfedtydelsen de seneste årtier været 0,8 - 1,3% pr. år.

Figur 6.4 viser med grove skøn det sandsynlige forløb i den årlige avlsmæssige fremgang i smørfedtydelsen hos RDM og SDM fra 1965-88. Den forventede fremgang fra 1988 til begyndelsen af næste århundrede er skønnet til ca. 1,2% årligt. Figur 6.4 er konstrueret under hensyntagen til følgende:

- a) Frem til 1970 er der regnet med ca. 0,8% fremgang pr. år for både SDM og RDM, da avlsstrukturen var næsten ens.
- b) I slutningen af 70'erne begynder de nye avlsprogrammer at slå igennem for begge racer. For SDM sker der ydermere en stærk påvirkning af HF, der for alvor slår igennem i midten af 80'erne. For RDM intensiveres samarbejdet på tværs af foreningsgrænser og import af gener fra fremmede racer - især Amerikansk Brunkvæg (ABK). Sidstnævnte races påvirkning af RDM's ydelsesanlæg anses for at være minimal.
- c) Importen af HF-arveanlæg kom for alvor til udtryk i midten af 80'erne, og når SDM-kurven derefter aftager, skyldes det:
  - at stigningen i % HF-gener er aftagende,
  - at den avlsmæssige fremgang hos HF er mindre end hos SDM, og
  - at den avlsmæssige forskel mellem HF og SDM udjævnes.

- d) Fra 1988 og fremefter forudsættes fremgangen først og fremmest at være et resultat af det hjemlige avlsarbejde, som i dag giver 1,2-1,3% fremgang i ydelse pr. år. Selv om det må forventes, at nyt avlsmæssigt værktøj kan forbedre avlsarbejdets virkning, vil dette sandsynligvis blive opvejet af, at en stigende del af de avlsmæssige ressourcer må anvendes til at forbedre køernes brugsmæssige egenskaber.



Figur 6.4 Avlsmæssig fremgang i smørfedtydelsen hos RDM og SDM. Procent pr. år.

Increase in genetic ability for butterfat yield in the breeds Red Danish (RDM) and Danish Black and White (SDM). Percentage per year.

I de seneste år er der jævnligt beregnet vægtede avlsværdital for de brugstyre, der er anvendt. Herved kan der fås et skøn over avlsarbejdets effektivitet. Disse undersøgelser indikerer, at den i figur 6.4 viste avlsmæssige fremgang fra 1980 og fremefter er realistisk, men at fremgangen frem til 1980 kan være overvurderet.

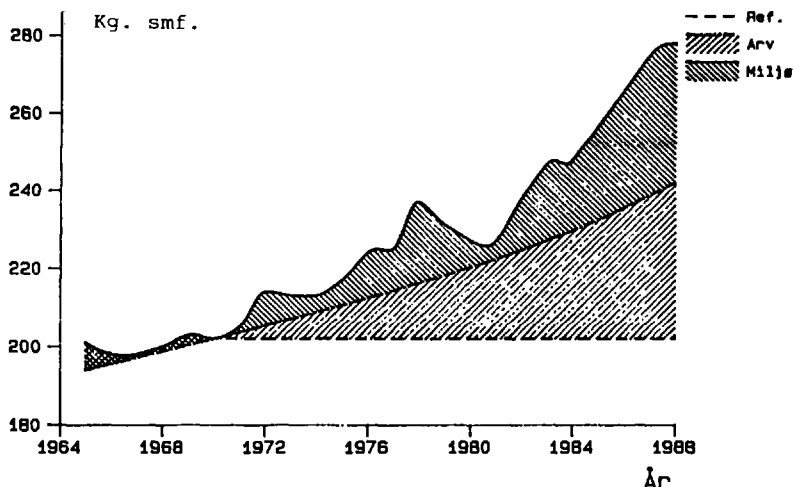
Figur 6.5 og 6.6 viser for henholdsvis RDM- og SDM-renracede besætninger såvel den akkumulerede avlsmæssige fremgang fra 1970 til 1988 som den faktiske ydelse. Der ses en stærkere stigning i den faktiske ydelse, især siden 1980, end den genetiske fremgang betinger. Den samlede fremgang pr. årsko i RDM-besætningerne fra 1970 til 1988 er på 76 kg smørfedt, og heraf kan 40 kg henføres til genetisk fremgang og 36 kg (47%) til bedre miljø (fodring m.m.). I SDM-besætningerne er fremgangen i alt 91 kg smørfedt, og heraf kan 43 kg henføres til genetikken og 48 kg (53%) til bedre miljø. Det kan således iagttages, at for RDM og SDM under eet forklares ydelsesstigningen fra 1970 til 1988 ved lige dele avlsarbejde og forbedret miljø (fodring m.m.).

## 6.5 Diskussion

På grund af de særlige forhold, som besætningerne har været underlagt fra begyndelsen af 70'erne til begyndelsen af 80'erne, og som blev omtalt under materiale og metoder, diskuteres resultat og baggrund ud fra tabel 6.1 vedrørende produktionen og figur 6.4-6.6 vedrørende den genetiske fremgang. Denne fremgang er primært bestemt af det tyremateriale, kvægavlsforeningerne har haft til rådighed, og det må derfor antages, at udviklingen i Helårsforsøgsbesætningerne falder sammen med det karakteristiske på landsbasis. På landsbasis er den avlsmæssige fremgang fra 1967-70 til 1983-86 for RDM og SDM henholdsvis 32 (15,8%) og 33 (16,8%) kg smørfedt.

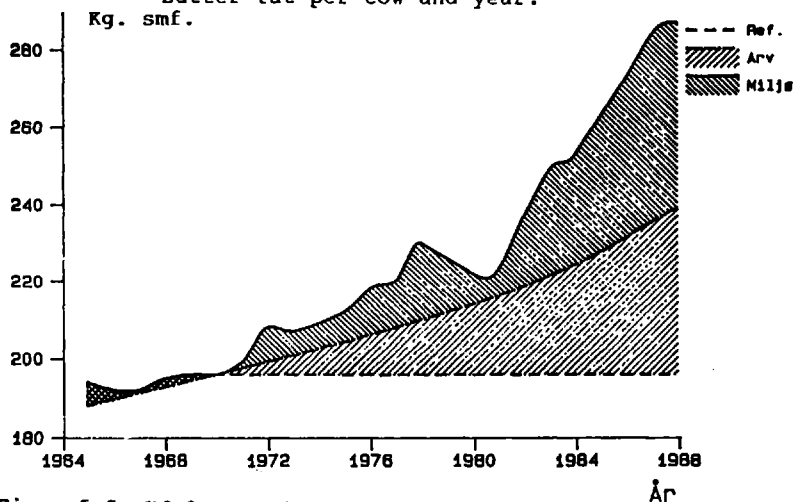
Den avlsmæssige værdi af Helårsforsøgsbesætningerne i årene 1983-86 kan følgelig antages at være ca. 16% højere, end i besætningerne 1967-70, der ydede 5128 kg 4% mælk pr. årsko og 14,6 kg 4% mælk pr. ko daglig i staldperioden. Helårsforsøgsbesætningerne i 1983-86 kan antages at have ydelsesanlæg svarende til det, som forsøgskøerne, omtalt i kapitel 2 for tilsvarende år, har.

Rationens sammensætning for de to perioder er karakteriseret ved et uændret roefoder, men et større ad libitum foder (+ godt 3 kg tørstof i græsensilage o.l.) og tilskudsfoder (+ ca. 1 kg tørstof, primært protein- og fedtrigt). Den heraf affødte ændring i rationens procentiske andele af roefoder, cellevægsrigt grovfoder og kraftfoder kan -



Figur 6.5 Ydelsesudviklingen (RDM) sammensat af akkumuleret avlsmæssig fremgang og miljøforbedring. Kg smørfedt pr. årsko.

Trend in yield (Red Danish) composed by accumulated farming increase and environment improvement. Kg butter fat per cow and year.



Figur 6.6 Ydelsesudvikling (SDM) sammensat af akkumuleret avlsmæssig fremgang og miljøforbedring. Kg smørfedt pr. årsko.

Trend in yield (Danish Black and White) composed by accumulated farming increase and environment improvement. Kg butter fat per cow and year.

ifølge analysen i kap. 2 - ikke antages at reducere fordøjeligheden af foderet, og dermed fodereffektiviteten. Foderniveauets forøgelse har derimod sidstnævnte virkninger (Coppock, 1985 og Kristensen & Aaes, 1989).

Rationerne var afbalancerede m.h.t. indhold af protein, fedt og fysisk struktur. Herved blev undgået de negative ydelsesvirkninger, der er skaffet kendskab til gennem mange forsøg (Danfær et al., 1980; Hermansen & Østergaard, 1988 og Nørgaard, 1983).

Fodringsprincippet blev i 1975 ændret fra tilstræbt normfodring til det forenkledte fodringsprincip. Dette skift i såvel binde- som løsdriftstalde ændrede ikke fodereffektiviteten signifikant i besætninger med samme fodermester før og efter skiftet, idet effektiviteten var henholdsvis 87 og 86 (Østergaard et al., 1976).

Foderværdiberegningen blev justeret i 1983, men det har ikke forstyrret fodereffektiviteten, da foderoptagelsen i årene 1983-86 er korri-geret for denne justering på + 0,13 FE pr. ko daglig.

Udskiftningsprocenten steg over årene fra 36 til 49, hvilket ifølge Thysen & Østergaard (1989) alt andet lige nedsætter fodereffektiviteten med ca. 1 enhed. Årsagen må primært søges i et ikke-registreret vægttab fra stald til slagteri og sekundært i en lidt øget andel l. kalvs køer, der har en lidt lavere fodereffektivitet på grund af bl.a. større protein-turnover og kraftfoderindhold i rationen (Østergaard, 1987). Den stigende udskiftningsprocent kan ikke antages at skyldes ændrede prisrelationer mellem værdien af slagteko + spædkalv og prisen på den indgåede kælvekvie, da forholdet var 1,0 i såvel de 3 første som de 3 sidste år af perioden 1967-86 (Østergaard, 1971a og 1971b; Hindhede et al., 1985; Hindhede et al., 1986). Årsagen til øget udskiftning må sandsynligvis søges i flere forhold som l. kalvs køernes forøgede overlegenhed med hensyn til mælkeydelse og evt. mindre tolerance hos fodermesteren over for skavanker hos køerne samt en forringet holdbarhed som fundet af Burnside et al. (1984). Antages disse forhold at gælde, skal der ikke korrigeres for udskiftningsprocentens negative indflydelse på fodereffektiviteten.

Kælvningsfordelingen er kun ændret lidt (tabel 6.1) og har en ubetydende virkning gennem en meget beskeden forøgelse af andelen af 1. kalvs køernes foderdage i vinterhalvåret.

Kælvningsvægten - lige efter 1. kælvning - er forøget med 15 kg, hvilket kan antages at være uden væsentlig betydning for fodereffektiviteten. Den gennemsnitlige kovægt i vinterhalvåret er dog kun ændret med +7kg (tabel 6.1). Ifølge Danfær (1983) stiger fodereffektiviteten ved et givet foderniveau med en procentenhed pr. 20 kg øget legemsvægt.

Kvaliteten af malkearbejdet og pasningen kan have ændret sig, men antages ikke at påvirke fodereffektiviteten forskelligt i de to perioder 1967-70 og 1983-86.

Af ovennævnte kan udledes, at det samlede miljø - bortset fra foderniveauet - må antages at øve nogenlunde samme indflydelse på fodereffektiviteten i de første og sidste år af perioden 1967-86.

Da målet med nærværende analyse er at bidrage til grundlaget for beregning af forventet fodereffektivitet under forskellige forudsætninger med hensyn til fodring og avl, vil det være hensigtsmæssigt at søge at opspalte resultatet af udviklingen fra 1967-70 til 1983-86 udtrykt ved den "marginale" fodereffektivitet på virkningen af fodring og avl. Denne opspaltning foretages ud fra en fordeling af mer-foderforbrug og mer-livsytring i perioden på henholdsvis

- det avlsbetingede, dvs. øget foderniveau som følge af bedre ydelsesanlæg
- det foderstyrkedebetingede, dvs. øget foderniveau udover det avlsbetingede

I den videre analyse søges derfor at beregne skøn for en avlsbetinget og en foderstyrkebetinget "marginal" fodereffektivitet ud fra den foran beskrevne udvikling i Helårsforsøgsbrugene og kendte biologiske sammenhænge.

Udviklingen fra 1967-70 til 1983-86 er karakteriseret ved en stigning i livsytringer på 2,29 FE (fra 10,95 til 13,24 FE) og en stigning i foderoptagelse på 3,55 FE (fra 11,93 til 15,48 FE, tabel 6.1). I af-

snit 6.5 er konkluderet, at der kan antages en avlsmæssig fremgang på 16%, dvs.  $0,16 \times 14,6 \text{ kg } 4\% \text{ mælk (tabel 6.1) } = 2,34 \text{ kg } 4\% \text{ daglig eller } 0,93 \text{ FE i livsytring (} 0,40 \times 2,34 \text{)}$ . Resten af stigningen i den daglige livsytring,  $2,29 - 0,93 = 1,36 \text{ FE}$  antages at skyldes øget foderstyrke. Mer-livsytringen på 2,29 FE opspaltes derfor med 0,93 FE til det avlsbetingede og 1,36 FE til det foderstyrkebetingede.

Idet de optagne FE er lig med FE til livsytringer divideret med fodereffektiviteten, gælder følgende sammenhæng mellem avlsbetinget marginal fodereffektivitet (AMF) og foderstyrkebetinget marginal fodereffektivitet (FMF):

$$0,93 \times 100/\text{AMF} + 1,36 \times 100/\text{FMF} = 3,55 \quad (1)$$

Den foderstyrkebetingede marginale fodereffektivitet, der antages ens i første og sidste halvdel af laktationen, kan udledes ved differentiering af den af Kristensen & Aaes (1989) fundne sammenhæng mellem livsytring (Y, FE) og foderniveau (X, FE) i laktationens første del:

$$Y = -1,47 + 1,43X - 0,0261X^2 \quad (2)$$

$$Y' = 1,43 - 0,0522X. \text{ Heraf fås:} \quad (3)$$

$$\text{FMF} = 143 - 5,22X \quad (4)$$

Foderniveauet i disse formler gælder alene for den første del af laktationen, og det er derfor nødvendigt at korrigere dette daglige foderniveau til "pr. årsko". Dette sidste er ca. 1,8 FE lavere, når det beregnes ifølge formel af Østergaard (1985). Dvs. at  $X = Z + 1,8$ , hvor Z = FE daglig "pr. årsko", som indsat i formel (3) giver:

$$Y' = 1,34 - 0,0522Z. \text{ Heraf fås:} \quad (5)$$

$$\text{FMF} = 134 - 5,22Z. \quad (6)$$

Det gennemsnitlige foderniveau i perioden fra 1967-70 til 1983-86 var 13,71 FE, hvilket giver  $\text{FMF} = 62\%$ , som er sammenligneligt med det observerede samlede resultat for perioden, 65%.

Det gennemsnitlige foderniveau (Z) i perioden kan imidlertid kun anvendes, hvis det antages at  $AMF = FMF$ , dvs. at der er samme påvirkning af foderudnyttelsen af såvel avlsbetinget som foderstyrkebetinget forøgelse af foderniveauet. Hvis  $AMF$  antages forskellig fra  $FMF$ , må der anvendes en værdi for Z, som udtrykker gennemsnittet for perioden korrigeret for den avlsbetingede forøgelse af foderniveauet. Da formel (2) er fastlagt ved samme genetiske niveau som i 1983-86, korrigeres foderniveauet i begyndelsen af perioden til dette niveau. Da den avlsbetingede ydelsesstigning svarer til 0,93 FE pr. dag ifølge norm, kan det korrigerede gennemsnit beregnes ved

$$Z = (11,93 + 0,93 \times 100/AMF + 15,48)/2 \quad (7)$$

Ved løsning af ligningerne (1), (6) og (7) findes  $Z = 14,33$  FE,  $AMF = 74,2\%$  og  $FMF = 59,2\%$ .

I disse beregninger er der taget udgangspunkt i, at den foderstyrkebetingede marginale fodereffektivitet i materialet fra Helårsforsøgsbrugene skal være i overensstemmelse med den marginale fodereffektivitet fastlagt af Kristensen & Aaes (1989) på grundlag af forsøg med forskellig foderstyrke. Den avlsbetingede marginale fodereffektivitet bliver derved ca. 15%-enheder højere. Der er imidlertid kun en forskel på 3%-enheder mellem den samlede marginale fodereffektivitet i materialet og beregnet ud fra Kristensen & Aaes (1989), og det kan derfor ikke umiddelbart afvises, at der opnås næsten samme påvirkning af foderudnyttelsen ved såvel avlsbetinget som foderstyrkebetinget forøgelse af foderniveauet, når koens størrelse - som her - er uændret. Men indtil andet er påvist antages dens avlsbetingede fodereffektivitet dog højere end den foderstyrkebetingede på det foderniveau, der her produceres under.

Da der til de fastlagte variabler knytter sig en vis usikkerhed, er det af værdi at kunne se virkningen på de enkelte effektivitetsmål af et muligt fejlskøn.

I tabel 6.2 er resultatet af sådanne følsomhedsanalyser vist. Der ses af eks. 1-8 generelt en afvigelse fra udgangspunktet med  $AMF = 74\%$  og  $FMF = 59\%$  på henholdsvis  $\pm$  ca. 4%-enheder og  $\pm$  ca. 1%-enhed. Dvs., at selv en ændring i den beregnede genetiske fremgang på  $\pm 12,5\%$  (= 2%-

enheder) og i konstanten 1,8 i ligningen  $X = Z + 1,8$  på  $\pm 11\%$  ( $= 0,2$ ), hver for sig eller i kombination ikke markant ændrer de beregnede marginale effektiviteter. Den største ændring i AMF ses i eks. 7, hvor AMF bliver 78,4%, medens den største ændring i FMF indtræder i eks. 5, hvor FMF bliver 57,8%.

**Tabel 6.2** Virkning af ændring i fastlagte variabler til beregning af avlsbetinget marginal fodereffektivitet (AMF) og foderstyrkebetinget marginal fodereffektivitet (FMF). Effektiviteten af merfoder i perioden fra 1967 - 70 til 1983 - 86 = 65%.

Effect of changes in the variables for calculation of the marginal feed efficiency caused by genetics (AMF) or feeding level (FMF). Efficiency of increased feed level from 1967 - 70 to 1983 - 86 = 65%.

| Forudsætninger:                                                                    | AMF, % | FMF, % |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Genetisk fremgang 16% <sup>9</sup> ). $X = Z + 1,8^k$<br>og formel (1), (6) og (7) | 74,2   | 59,2   |
| Eks. på ændringer:                                                                 |        |        |
| 1. $g = 18\%$ & $k = 1,8$                                                          | 73,0   | 58,7   |
| 2. $g = 14\%$ & $k = 1,8$                                                          | 75,6   | 59,6   |
| 3. $g = 16\%$ & $k = 2,0$                                                          | 76,4   | 58,3   |
| 4. $g = 16\%$ & $k = 1,6$                                                          | 72,2   | 60,1   |
| 5. $g = 18\%$ & $k = 2,0$                                                          | 74,7   | 57,8   |
| 6. $g = 18\%$ & $k = 1,6$                                                          | 71,4   | 59,6   |
| 7. $g = 14\%$ & $k = 2,0$                                                          | 78,4   | 58,7   |
| 8. $g = 14\%$ & $k = 1,6$                                                          | 73,1   | 60,5   |

Antages der en usikkerhed på  $\pm 5\%$  i den marginale livsytring (2,29 FE) eller i den marginale foderoptagelse (3,55 FE) påvirkes marginalfodereffektiviteten på 65% med  $\pm 3-4\%$ -enheder. Dvs., at alle effektiviteterne i tabel 6.2 også påvirkes i op- eller nedadgående retning med omkring 3-4 enheder.

I tabel 6.3 er anført det forventede marginale foderkrav pr. kg 4% mælk ved en ydelsesstigning udfra forskellige forudsætninger mht. AMF og FMF (tabel 6.2) samt avlens henholdsvis miljøets (især fodringens) bidrag til den samlede stigning.

**Tabel 6.3** Det marginale foderkrav ved en ydelsesstigning under forskellige forudsætninger mht. genetik og fodring incl. andre miljøfaktorer. FE pr. kg 4% mælk.

The marginal feed requirement at different conditions. SFU per kg 4% FCM.

| Marginale       | AMF %: | 70    | 75    | 80    |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|
| effektiviteter: | FMF %: | 50 60 | 50 60 | 50 60 |
|                 | Eks. : | 1. 2. | 3. 4. | 5. 6. |

Andel af ydelsesstigning  
betinget genetisk (A) og  
fodringsmæssigt m.m (F).

Eks.:

|                    |           |           |           |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| a. A = 40% F = 60% | 0,71 0,63 | 0,69 0,61 | 0,68 0,60 |
| b. A = 60% F = 40% | 0,66 0,61 | 0,64 0,59 | 0,62 0,57 |
| c. A = 80% F = 20% | 0,62 0,59 | 0,59 0,56 | 0,56 0,53 |

Tabel 6.3 viser, at det marginale foderkrav pr. kg 4% mælk bliver højt, 0,71-0,63 (eks. a.1 og a.2), såfremt stigningen primært forårsages af stærkere fodring (60%) samt ved AMF=70% og FMF=50-60%. Foderkravet aftager derimod til 0,56-0,53 FE pr. kg 4% mælk, hvis stigningen primært skyldes forbedrede arveanlæg (80%), og hvis AMF kan antages at være 80%. Dvs. foderkravet er meget afhængig af såvel mulige forbedringer af AMF og FMF gennem forskning og avlsarbejde, samt med hvilken hast en given ydelsesstigning ønskes. En hurtig fremgang ved f.eks. øget foderstyrke må antages at medføre et højere foderkrav end hvis fremgangen primært skyldes forbedrede ydelsesanlæg.

Uanset mulige oversete faktorer i analysen og diskussionen af resultaterne så vil en avlsbetinget fodereffektivitet, der er væsentligt højere end den beregnede på 74%, medføre en væsentligt lavere foderstyrkebetinget fodereffektivitet end den af Kristensen & Aaes (1989) fundne. Tilsvarende vil en væsentlig lavere avlsbetinget fodereffektivitet betyde en meget højere foderstyrkebetinget. Ingen af disse situationer synes sandsynlige, da køerne i de to perioder, der sammenlignes, får såvel afbalancerede foderrationer som en god pasning. Men der er dog behov for at gennemføre kombinerede avls- og energiforsøg til yderligere indkredsning af bl.a. den avlsbetingede fodereffektivitet. Derfor iværksættes sådanne forsøg på "Egtved" og "Amnitsbøl Skovgaard" i 1989-90.

## 6.6 Litteratur

- Andersen, P.E. 1983. Produktionsniveauets afhængighed af energioptagelsen. I: Optimale foderrationer til malkekoen. Foderværdi, foderoptagelse, omsætning og produktion (red. Vagn Østergaard og A. Neimann-Sørensen). 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 13.1-13.32.
- Burnside, E.B., McClintock, A.E. & Hammond, K. 1984. Type, production and longevity in dairy cattle. A review. An. Breeding Abst. 52: 711-719.
- Christensen, L.G. 1980. Direkte opdatering som metode til avlsværdi-vurdering i kvægavlen. 489. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 270 pp.
- Coppock, C.E. 1985. Energy Nutrition and Metabolism of the Lactating Dairy Cow. J. Dairy Sci. 68, 3403-3410.
- Danfær, A. 1983. Energiværdien af malkekøers foder falder med stigende foderoptagelse. Ugeskrift for Jordbrug nr. 27, 515-519.
- Danfær, A., Thysen, I. & Østergaard, V. 1980. Proteinniveauets indflydelse på malkekøernes produktion. 492. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 165 pp.
- Frederiksen, J.H. 1969. Beregning af foderværdien i græsmarksafgrøder, roer og roetop. 371. Ber. fra forsøgslaboratoriet, København. 46 pp.
- Hermansen, J.E. & Østergaard, V. 1988. Oliefrø som fedttilskud til malkekøer - rapsfrø, soyabønner, hørfrø. 636. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 44 pp.
- Hindhede, J., Henneberg, U., Hermansen, J.E., Kristensen, T. & Thysen, I. 1985. Biologiske, tekniske og økonomiske resultater i Helårsforsøgsbrug 1984/85. I: Studier i kvægproduktionssystemer (red. Vagn Østergaard og Jens Hindhede). 596. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 92-127.
- Hindhede, J., Henneberg, U., Hermansen, J.E., Kristensen, T. & Thysen, I. 1986. Biologiske, tekniske og økonomiske resultater i Helårsforsøgsbrug 1985/86. I: Studier i kvægproduktionssystemer (red. Vagn Østergaard og Jens Hindhede). 615. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 237-255.
- Kristensen, E.S., Henneberg, U. & Hindhede, J. 1986. Sommerfodrings-systemets indflydelse på malkekoens produktion og økonomi. I: Studier i kvægproduktionssystemer (red. Vagn Østergaard og Jens Hindhede). 615. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 26-51.
- Kristensen, V.F. & Aaes, O. 1989. Foderniveauets betydning for fodereffektiviteten. 660. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg. Tjele, DK. Kap. 2. 35 pp.

- Nørgaard, P. 1983. Fysisk struktur. I: Optimale foderrationer til malkekoen. Foderværdi, foderoptagelse, omsætning og produktion (red. Vagn Østergaard og A. Neimann-Sørensen). 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 3.37-3.45.
- Thysen, I. & Østergaard, V. 1989. Udskiftningsprocentens betydning for fodereffektiviteten. Upubliceret.
- Van Vleck, L.D., Westell, R.A. & Schneider, J.C. 1986. Genetic change in milk yield estimated from simultaneous genetic evaluation of bulls and cows. J. Dairy Sci. 69, 2963-2965.
- Østergaard, V. 1969. Helårsforsøg med kvæg. IX. 368. Ber. fra forsøgslaboratoriet, København. 75 pp.
- Østergaard, V. 1971a. Helårsforsøg med kvæg XI. 389. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 160 pp.
- Østergaard, V. 1971b. Helårsforsøg med kvæg XII. 391. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 160 pp.
- Østergaard, V., Andersen, E.B., Hindhede, J. & Toft, O. 1974. Mælke og kødproduktionens tekniske og økonomiske resultater ved forskelligt produktionsniveau og system 1973-74. 418. Ber. fra forsøgslaboratoriet, København. 120 pp.
- Østergaard, V. 1985. Eksperimentelle staldsystemer til kvæg - mål, materialer og metoder. 588. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 10-37.
- Østergaard, V. 1987. Biological and economic efficiency in dairy cows. 38th Ann. Meeting of the EAAP, Lisbon, Portugal. 4 pp.
- Østergaard, V., Henneberg, U., Hermansen, J.E. & Hindhede, J. 1976. Helårsforsøg med kvæg XVI. Produktionsstyring med anvendelse af forenklet fodringsprincip. Tekniske og økonomiske resultater i forskellige mælkeproduktionssystemer 1975-76. 442. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 120 pp.
- Østergaard, V., Thysen, I. & Henneberg, U. 1985. Staldsystemets indflydelse på aflønning til stald, besætning og arbejde i mælkeproduktionen. 588. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg. 210-227.

## 7. ØKONOMISK VIRKNING AF ALTERNATIVT AVLSSVALG I MÆLKEPRODUKTIONEN

Vagn Østergaard

### Sammendrag og konklusion

Der er foretaget en vurdering af hvilket resultatmål, der er bedst egnet til at udtrykke et avlsvalgs langsigtede konkurrenceevne. Ved modelopbygning er indarbejdet de kvantitative sammenhænge, der bedst udtrykker ændringerne i foderoptagelseskapalet, fodereffektivitet, kødproduktionsegenskaber, reproduktion, sundhed og arbejdsindsats ved ensidig selektion for ydelse. Disse ændringer er betinget af såvel arv som tilhørende miljø, der omfatter foderration, malkning m.m. Den økonomiske værdi af arvbare enkelt-egenskaber er også beregnet med udgangspunkt i en NU-situation repræsenteret ved 7500 kg 4% mælk i tung malke race og +1000 kg uden forringelse af øvrige produktionsegenskaber (arbejdsomkostninger dog knap +10%). Af de foretagne analyser og vurderinger for typisk forskelligt avlsvalg i en tilpasset drift kan om tunge malke racer konkluderes:

- at nettooverskud pr. kg mælk = produktværdi (incl. kød) minus alle omkostninger er det mest hensigtsmæssige resultatmål ved fastlæggelse af optimalt avls- og driftsvalg på langt sigt,
- at nettooverskuddet pr. 1000 kg 4% mælk i følgende 4 eksempler (svarer til stærk ydelsesselektion) defineret ved kg 4% mælk pr. årsko (og slagtedyrenes slagte kvalitet relativt) : 1) 6500 (100), 2) 7500 (93), 3) 8500 (86) og 4) 9500 (80) fandtes at være hhv. 266, 235, 189 og 132 kr. Dvs., der er en nedgang på 134 kr. fra eks. 1 til eks. 4 under forudsætning af, at forskelle i ydelsesniveau her forklares ved 60% arv og 40% miljø,
- at nettooverskuddet ved en fremtidig opprioritering af øvrige produktionsegenskaber i forhold til ydelse kan forbedres til 273 kr. pr. 1000 kg 4% mælk eller med 84 kr. i forhold til ovennævnte eks. 3, under forudsætning af dels en genetisk standsnings af nedgangen i kødproduktionsegenskaberne, reproduktionen og sundheden (yver, stofskifte, lemmer og klove) og dels en ændring af den marginale fodereffektivitet fra 60 til 70% (=fodereffektivitet fra 83,5 til 85,1%). Foderoptagelseskapalet stiger 6% i.f.t. NU-situationen,
- at disse +84 kr.pr. 1000 kg mælk er sammensat af følgende enkeltegenskabers forbedring (kr./procentenhed): Kødproduktionsegenskaber, 40 kr.; reproduktion, 6 kr.(2); sundhed i yver m.m., 6 kr.(1); fodereffektivitet, 22 kr.(14) og foderoptagelseskapalet, 10 kr.(4),
- at nettooverskuddet marginalt pr. kg 4% mælk i genetisk fremgang - uden ændring af øvrige egenskaber, men med tilpasset drift - er beregnet til ca. 0,60 kr. mod hidtil antaget 1,39 kr. for en marginal fodereffektivitet på 90% og ved 2,50 kr. pr. kg mælk og pr. ekstra FE i begge situationer.

**Abstract:** Østergaard, V., 1989. Economic effect of different dairy cow genotype. Rep. 660. Natl. Inst. Anim. Sci., Denmark. Address: P.O. Box 39, DK-8830 Tjele. Chapter 7, 28 pp. (English subtitles).

The competitiveness of different dairy cow genotypes within heavy breeds was analysed by a model, that includes the quantitative correlations between milk yield and feed intake capacity, feed efficiency, beef traits, reproduction, health and labour requirements. The economic value of single traits were also calculated. From the analysis and the estimates of typical different genotypes in an adjusted production system is concluded:

- The net income per kg 4% FCM = value of the product (incl. meat) minus all costs is the most appropriate economic term by determination of optimum breeding.
- The net income per 1000 kg 4% FCM at one-sided selection for milk yield was found to be 33, 29, 24 and 17 ECU respectively for the following four examples defined by kg 4% FCM per cow and year (and the grading of slaughter animals, relative): 1) 6500 (100), 2) 7500 (93), 3) 8500 (86) and 4) 9500 (80). It is assumed that the increase in milk yield is obtained by 60% genetics and 40% environment.
- The net income can be improved if the negative effects on beef traits and secondary traits (health of udder, metabolism, legs and hoofs) are removed by selection on the expense of some milk yield progress. The increase in net income of 11 ECU per 1000 kg FCM is composed of increases from the following single traits (ECU/percent unit): Beef traits, 5 ECU, reproduction, 1 ECU (0.25); health in udder etc., 1 ECU (0.13); feed efficiency, 3 ECU (2) and feed intake capacity, 1 ECU (0.50).
- The net income per 1000 kg 4% FCM genetic increase without change of others traits, but with adjusted labour input, is calculated to approximately 70 ECU till now assumed 174 ECU by the prices of 0.31 ECU per kg 4% FCM and per extra unit of net energy (SFU = 7.8 MJoule), respectively.

## 7.1 Indledning

Hovedmålet med produktion af mælk og kød i en malkekvægbesætning antages at være opnåelse af den bedst mulige indtjening, selv om ikke-økonomiske mål også kan indgå i valget af strategi for det fremtidige og langsigtede produktionssystem, omfattende såvel avls-/dyremateriale som tilpasset drift (jf. kap. 1). Nødvendigheden af at tilpasse driften ses ved at forestille sig, at nutidens mest højtydende køer skulle klare sig i det miljø, malkekoen blev budt for 100 år siden. Såvel avlsledelse (raceniveau) som kvægbruger (bedriftsniveau) har behov for at kende de økonomiske konsekvenser af at fremavle eller fremskaffe en bestemt genotype. Det praktiske middel til at opnå en bestemt genotype skal dog ikke diskuteres her.

Valget af den økonomisk bedste strategi for den langsigtede planlægning af malkekoens egenskaber nødvendiggør fremskaffelse af et solidt beslutningsgrundlag, fordi tidshorisonten er mindst 10-15 år, dvs. ca. 3 generationer. Løsningen af denne opgave samt at bibringe læseren et kendskab til de afgørende faktorer og mekanismer i opstilling af det biologiske, tekniske og økonomiske grundlag, forsøges i dette kapitel ved at sætte focus på følgende punkter:

- Økonomiske resultatmål.
- Modelopbygning og datagrundlag.
- Modelresultater og følsomhedsanalyser.
- Økonomisk resultat af genetisk ændring af enkelt-egenskaber.
- Diskussion af den økonomiske analyses resultater.

## 7.2 Økonomiske resultatmål

Det økonomiske resultat kan udtrykkes på forskellige måder, der hver især har specielle egenskaber, som gør dem hensigtsmæssige til hvert sit formål. Tre resultatmål, dækningsbidrag, arbejdsaflønnning og nettooverskud diskuteres i det følgende.

Dækningsbidrag (DB) = Produktværdi minus stykomkostninger (tidligere benævnt variable omkostninger). Dvs. DB er aflønning af kapacitetsomkostninger (tidligere benævnt faste omkostninger) og derfor hensigtsmæssigt til brug for maksimering af indtjening på det korte sigt, hvor kapacitetsomkostningerne, er givne og ikke ændrer sig. Kapacitetsomkostninger, der alle er variable på langt sigt, omfatter jord, stald, lager, inventar, besætning, arbejde og driftsledelse, mens alle øvrige

omkostninger henføres til stykomkostninger. DB er derimod ikke et hensigtsmæssigt resultatmål ved den strategiske eller langsigtede planlægning, som omfatter produktionssystemer med forskellige kapacitetsomkostninger afpasset efter det betragtede avlsvalg. Uanset om DB udtrykkes pr. årsko, pr. ha, pr. kg mælk eller pr. kg værdistof, vil det ikke være et hensigtsmæssigt resultatmål, fordi det ikke inddrager alle omkostninger. Den mest konkurrencedygtige strategi er den, der giver de mindste totale omkostninger pr. kg mælk under samtidig hensyntagen til den tilhørende kødproduktion på ungtyre, opdræt og malkekøer.

Arbejdsaflønnning = Produktværdi minus styk- og kapacitetsomkostninger (excl. manuelt arbejde og driftsledelse). Arbejdsaflønnning kan eksempelvis udtrykkes pr. årsko, pr. mandtime eller pr. 1000 kg mælk produceret. Aflønnning pr. årsko er som DB ikke hensigtsmæssig ved strategisk planlægning, fordi et forskelligt antal køer kan anvendes til en given produktion og derfor medfører forskellige kapacitetsomkostninger.

I kvægbedrifter, hvor ejer indgår med en betydende arbejdsindsats, er aflønnning pr. mandtime (mt.) og pr. 1000 kg mælk derimod hensigtsmæssige resultatmål, når arbejde (mt.) er henholdsvis en knap faktor og en ikke-knap faktor. Dette illustreres af følgende eksempler, der ikke har forbindelse til de senere anførte modelresultater. Kan der ved en produktionsstrategi eksempelvis opnås en arbejdsaflønnning på 100 kr. pr. mt. mod 90 kr. pr. mt. i et andet, så er førstnævnte strategi økonomisk overlegen, når målet er størst mulige arbejdsaflønnning pr. mt. Dette ses af tabel 7.1, strategi A og B, men er der flere alternativer, som f.eks. C, D og E, vil strategi C medføre den bedste aflønnning pr. mt., således 110 kr. Vil der derimod være tilstrækkeligt med arbejdskraft i bedriften uanset strategi, og målet derfor er størst mulig ialt arbejdsaflønnning for en given mælkemængde årligt, giver strategi B med 643 kr. pr. 1000 kg mælk det bedste resultat - også i forhold til A og C, der var overlegne m.h.t. aflønnning pr. mt. Det bemærkes, at C pr. 1000 kg mælk giver det dårligste resultat. Derfor er valg af resultatmål vigtig.

Nettooverskud = Produktværdi minus alle omkostninger incl. f.eks. 80 kr. pr. indsat arbejdstime. Dette overskud - til ejer og risiko - kr.

pr. 1000 kg mælk er det mest hensigtsmæssige resultatmål for valg af strategi i planlægning af avlsarbejdet for en race, hvor målet er den største mulige konkurrenceevne på langt sigt. Nettooverskud pr. årsko kan tillige være hensigtsmæssigt for den enkelte kvægbruger på kort sigt, hvor der ikke foreligger produktionsbegrænsning.

Tabel 7.1 viser, at nettooverskuddet, kr. pr. 1000 kg mælk, bliver højest for strategi C, efterfulgt af A, E, B og D. Tabellen viser, at rækkefølgen inden for de to resultatmål, arbejdsaflønnning kr. pr. mt. og nettooverskud, kr. pr. 1000 kg mælk, er den samme.

Det kan konkluderes, at de to sidstnævnte resultatmål er velegnede for en kvægpopulation eller på raceniveau, medens arbejdsaflønnning, kr. pr. 1000 kg mælk, er egnet for planlægning på bedriftsniveau i de specielle situationer, hvor arbejdskraften ikke er en knap eller begrænsende faktor.

**Tabel 7.1** Eksempler på betydning af valg af resultatmål i produktionssystemer etableret efter forskellige strategier for stald, besætning, arbejdsindsats m.m.  
Examples of results in production systems established by different strategies for housing, herd, labour input etc.

| Resultatmål        | Strategi | A                     | B       | C       | D       | E       |
|--------------------|----------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Pr. årsko bl.a.:   |          |                       |         |         |         |         |
| - kg mælk          |          | 7000                  | 7000    | 6000    | 8000    | 8000    |
| - mandtimer        |          | 40                    | 50      | 30      | 60      | 50      |
| Arbejdsaflønnning: |          |                       |         |         |         |         |
| - kr. pr. årsko    |          | 4000(4) <sup>1)</sup> | 4500(3) | 3300(5) | 5100(1) | 4800(2) |
| - kr. pr. mt.      |          | 100(2)                | 90(4)   | 110(1)  | 85(5)   | 96(3)   |
| - kr./1000 kg mælk |          | 571(4)                | 643(1)  | 550(5)  | 638(2)  | 600(3)  |
| Nettooverskud:     |          |                       |         |         |         |         |
| - kr. pr. årsko    |          | 798(3)                | 497(4)  | 900(1)  | 304(5)  | 800(2)  |
| - kr./1000 kg mælk |          | 114(2)                | 71(4)   | 150(1)  | 38(5)   | 100(3)  |

1) Tal i parentes = placering i forhold til bedste resultat.

### 7.3 Modelopbygning og datagrundlag

Den model, der anvendes til en økonomisk vurdering af forskellige avlsvalg, må mindst indeholde hovedfaktorerne i figur 1.2 kap. 1. Indledningsvis gennemgås alle de betragtede faktorer ved en biologisk og økonomisk sammenligning mellem 2 forskellige typer kvæg og tilhørende drift, der er tilpasset de to typers specielle karakteristika. Andre alternativens resultat kan beregnes ved interpolation. En udpræget kombinationsrace sammenlignes med en stærkt mælkepræget kotype af

samme vægt, og som opnås ved ensidig selektion for mælkeproduktion. Egenskaberne, der er kendte for begge genotyper (KOMBI og MÆLK), er omtalt i foranstående kap. 2 - 6 eller kan udledes heraf. Dog suppleres der i nærværende kapitel med enkelte faktorer, som f.eks. kalvedødelighed i og lige efter fødsel. Det skal bemærkes, at det er de principielle sammenhænge og ikke racevalg, der vil blive analyseret.

Det skal understreges, at første trin i den økonomiske analyse (afsnit 7.4) tager udgangspunkt i de sammenhænge og resultater, der er fastlagt ved fremgang i ydelsen over et interval fra ca. 5500 til ca. 7500 kg 4% mælk pr. årsko. Af denne ydelsesforskel på 2000 kg skyldes omkring halvdelen henholdsvis arv og miljø. For at opnå kendskab til den økonomiske virkning af at arbejde henimod typen MÆLK (9500 kg 4% mælk pr. årsko) sammenlignet med typen KOMBI antages, at 60% af ydelsesforskellen forklares af arv og resten, 40%, af miljø.

Det andet trin analyserer den økonomiske værdi af en genetisk forbedring af kødproduktionsegenskaber (primært slagte kvalitet) og brugssegenskaber enkeltvis (afsnit 7.5).

### 7.3.1 Produktionssystem

Tabel 7.2 karakteriserer produktionssystemet, der betragtes for de 2 væsentligt forskellige koter med tilhørende afpasset drift. Da den enkelte kvægbruger og avlsledelserne skal gøre et valg foretages analysen i et typisk fremtidigt kvægbrug. Dette brug har bindestald samt et pasningsniveau, der er højt og ens uanset hvilken kotype, der vælges. Foderforsyningen baseres primært på hjemmeavlet grovfoder, der omfatter lige store mængder roer og lignende foder. Den billige foderforsyning gennem græsning gennemføres i størst muligt omfang. Med udgangspunkt heri og i resultater fra forsøg på helårsforsøgsbrugene ved bl.a. Kristensen et al. (1986 og 1989) kan pr. årsko antages ca. 170 græs dage og 1350 FE græs ved ca. 7500 kg 4% mælk. Satses der specielt på KOMBI (6500 kg 4% mælk) kan forventes opnået ca. 200 græs dage og 1600 FE græs pr. årsko. Men ved ydelsesniveauet 9500 kg 4% mælk pr. årsko kan den nødvendige foderoptagelse (over 20 FE pr. ko dagligt i laktationen) kun sikres ved staldfodring i væsentlig omfang og undladelse af afgræsning af våde og tørstoffattige afgrøder i sensommeren og efteråret. I system MÆLK må græs dage derfor ansættes til 110 og

græsoptagelsen til 850 FE pr. årsko. Ad libitum fodring med græsensilage af høj kvalitet bliver følgelig væsentlig større ved MÆLK, selvom der må tildeles stor mængde tilskudsfoder af høj kvalitet, m.h.t. protein, fedt, struktur og cellevægge. Optagelsen af NH<sub>3</sub>-halm må tilsvarende reduceres, for at den nødvendige energioptagelse (FE) kan sikres inden for foderoptagelseskapaciteten. I system MÆLK antages 3 x malkning dagligt, som i følge udenlandske forhold synes nødvendigt.

**Tabel 7.2 Karakteristik af produktionssystem ved avlsvalg og tilhørende driftsvalg i malkekvægsbesætning af tung race.**  
Characteristic of production system by certain breed and connected system of feeding etc. Dual purpose and dairy breed.

| Kotype, system                 | KOMBI                    | MÆLK |
|--------------------------------|--------------------------|------|
| Ydelse, kg 4% mælk/årsko       | 6500                     | 9500 |
| Kødproduktionsegenskaber       | ++++                     | +++  |
| Kovægt, gns. kg i besætning    | 600                      | 600  |
| Staldtype                      | -----bindestald-----     |      |
| Malkning og fodring, x dagligt | 2                        | 3    |
| Pasningskvalitet               | -----højt og ens niveau- |      |
| Udskiftningsprocent            | 43                       | 43   |
| Kælvningsfordeling over året   | -----jævn og ens-----    |      |
| Foderforsyning, FE:            |                          |      |
| - Roer o.l.                    | >-----ens----->          |      |
| - Afgræsning                   | >-----aftagende----->    |      |
| - Græsensilage                 | >-----stigende----->     |      |
| - NH <sub>3</sub> -halm        | >-----aftagende----->    |      |
| - Tilskudsfoder                | >-----stigende----->     |      |
| Krav til foderkval.            |                          |      |
| og -stabilitet                 | >-----stigende----->     |      |
| Græsningsomfang, relativt      | 100                      | 55   |

### 7.3.2 Biologiske nøgletal

Foderoptagelseskapaciteten er med udgangspunkt i Kristensen & Kristensen (1987) beregnet til 2150 fyldeenheder pr. årsko for KOMBI og til 2382 for MÆLK, dvs. 10,8% højere (tabel 7.3). Differencen er fastlagt ud fra kapitel 3 (Andersen, 1989), hvori anføres at et realistisk skøn for genetisk stigning i foderoptagelseskapaciteten er 6% pr. +1000 kg 4% mælk i genetisk fremgang. Dvs. +10,8% for differencen MÆLK - KOMBI på 3000 kg, når det forudsættes, at 60% eller 1800 kg skyldes genetisk fremgang (kap. 6). Mulige miljøændringer antages ikke at påvirke koens optagelseskapacitet. Disse betragtninger er i overensstemmelse med Holmes (1988), der fandt, at foderoptagelseskapaciteten steg væsent-

ligt mindre end ydelsesanlæggene ved den hidtil anvendte selektion inden for mælkeracen Holstein-Friesian. Ud fra ovennævnte sammenhæng kan kapaciteten pr. årsko ved 7500 kg mælk beregnes til 2227 fyldeenheder, hvilket svarer til de ca. 2200 enheder, der kan beregnes ud fra foderoptagelsen i helårsforsøgsbesætningerne med gennemsnitligt ca. 7500 kg 4% mælk (Hindhede et al., 1986).

**Tabel 7.3 Foderoptagelse, fodereffektivitet og foderkrav i mælkeproduktionen (Kristensen & Kristensen, 1987, Kristensen & Aaes, 1989, Andersen, 1989 og Østergaard et al., 1989). Feed intake, feed efficiency and feed ration. (Kristensen & Kristensen, 1987, Kristensen & Aaes, 1989, Andersen, 1989 and Østergaard et al., 1989).**

| Kotype, system                                                  | KOMBI     | MÆLK        |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| Ydelse, kg 4% mælk/årsko                                        | 6500      | 9500        |
| Koens vægt ved indgang e.l.kælvn.,kg                            | 480       | 480         |
| Tilvækst, kg pr. årsko                                          | 43        | 43          |
| Foderoptagelseskapacltet hos malkekoen, fyldeenheder (relativt) | 2150(100) | 2382(110,8) |
| Fodereffektivitet, %                                            | 90        | 81          |
| Foderkrav, ialt FE/årsko                                        | 5166      | 7167        |
| heraf: (fylde pr. FE)                                           |           |             |
| - tilskudsfoder (0,18)                                          | 1338      | 3615        |
| - roer o.l. (0,27)                                              | 1500      | 1500        |
| - græsensilage o.l.(0,69)                                       | 300       | 1020        |
| - afgræsning (0,42)                                             | 1600      | 850         |
| - NH <sub>3</sub> -halm (1,46)                                  | 428       | 182         |

På grundlag af kapitel 2 og 6 kan det udledes, at den marginale fodereffektivitet, der fandtes at være 65% ved at gå fra ca. 5500 til 7500 kg 4% mælk pr. årsko, vil ligge lavere ved betragtning af intervallet 6500 til 9500 kg 4%. Ved at antage at den marginale effektivitet aftager, men er 60% for hele dette interval, kan foderkravet pr. årsko ved alle ydelsesniveauer fra 6500 til 9500 fastlægges ved følgende ligning, hvor  $Y_1$  er 1000 kg 4% mælk:

$$FE/\text{årsko} = 1860 + 400 Y_1 + 16,7 (Y_1)^2 \text{ for } 6,5 \leq Y_1 \leq 9,5 \quad (1)$$

Ifølge Hindhede et al. (1986) var det gennemsnitlige ydelsesniveau i 1985/86 i 11 bindestaldbesætninger af tung race 7623 kg 4% mælk (H 31-2, 33-2, 35-2, 36-2, 47-2, 70-2, 72-2, 74-2, 75-2, 76-2 og 79-2).

Heraf findes af ligning (1) et foderforbrug på 5880 FE. Det registre-rede i disse besætninger var 5782 FE, dog med ca. 100 færre græs-dage og 13 kg lavere kovægt end i modellen svarende til ialt 70 FE mindre til vedligeholdelse. Ligning (1) synes således at beskrive foderfor-bruget pr. årsko tilfredsstillende, da afvigelsen bliver under 0,5% efter korrektion for nævnte forskel. Fodereffektiviteten bliver her-efter 90% for KOMBI og 81% for MÆLK (tabel 7.3).

Foderkravets sammensætning, der er vist i tabel 7.3, tager udgangs-punkt i såvel fuld udnyttelse af koens foderoptagelseskapa-citet som nødvendigheden af at opnå harmoniske og billige foderrationer. Derfor indgår afgræsning, som ofte er meget konkurrencedygtig (Kristensen et al., 1986), i størst muligt omfang under hensyntagen til at den nød-vendige daglige foderoptagelse sikres. KOMBI afgræsser derfor 1600 FE og MÆLK 850 FE pr. årsko. NH<sub>3</sub>- halm indgår også i størst muligt omfang og aftager derfor fra 428 FE i system KOMBI til 182 FE i MÆLK, hvor hensyntagen også skal tages til optagelsen af ad libitum foderet (kva-litetsensilage) for at holde tilskudsfoderet nede på et acceptabelt niveau. I system MÆLK, hvor specielt tyggetiden er kritisk, pellette-res tilskudsfoderet ikke og indeholder foderemner som dansk hvedeklid, tørret roeaffald, valset korn. Dertil beskyttet fedt for at sikre hen-sigtsmæssig energiforsyning (tabel 7.3).

Tabel 7.4 viser kødproduktionsegenskaben, klassificering af slagte-kroppen, der er fastlagt til 7,5 og 6,0 for ungtyre af henholdsvis KOMBI og MÆLK (Andersen, 1989, Andersen et al. 1986, 1987, 1988 og Nielsen et al., 1988). For slagtekvier og -køer er klassificeringen ansat til henholdsvis 6,8 og 5,5 for KOMBI og henholdsvis 5,4 og 4,4 for MÆLK efter Liboriussen (1987). Foderforbruget pr. kg tilvækst for ungtyre blev fastlagt til 5% lavere i KOMBI end i MÆLK (Østergaard et al., 1987), og med typiske priser på 1987-niveau opnåes et totalt kød-salg på henholdsvis 6600 og 5660 kr. pr. kalv afgået fra koen, når der samtidigt korrigeres for værdien af 5% mindre foderforbrug i system KOMBI end i MÆLK. Korrigeres der til de nyeste undersøgelser (Ander-sen, 1989), der viser en foderforbrugdifference på 4% (kapitel 3), bliver mindreværdien af spædkalve af typen MÆLK formindsket til ca. 900 kr. pr. stk. (tabel 7.4). Denne difference vil blive anvendt i modelberegningerne, da den umiddelbart kan opnåes i praksis, og da prisrelationerne ikke er ændret væsentligt siden 1987 og kan antages at udtrykke typiske produktionsforudsætninger.

**Tabel 7.4 Kødproduktionsegenskaber, foderforbrug og værdi af spædkalv (Andersen, 1989 og Østergaard et al., 1987).**  
Beef production: grading, feed consumption and value of 2 weeks calf (Andersen, 1989 and Østergaard et al., 1987).

| Kotype, system                                                                | KOMBI | MÆLK    |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Klassificering af slagtekroppen:                                              |       |         |
| - ungtyre                                                                     | 7,5   | 6,0     |
| - slagtekvier                                                                 | 6,8   | 5,4     |
| - slagtekøer                                                                  | 5,5   | 4,4     |
| Foderforbrug, ungtyre                                                         |       |         |
| FE/kg tilvækst relativt                                                       | 100   | 104-105 |
| Difference i slagtedyrenes nettoværdi<br>(= difference i kalvевærdi), ca. kr. |       | -900    |
| Herved værdi af spædkalv,<br>kr./levende afgang fra køer:                     |       |         |
| - lav indtjening                                                              | 1500  | 600     |
| - middel indtjening                                                           | 2000  | 1100    |
| - høj indtjening                                                              | 2500  | 1600    |

Hvis prisen på foderet til ungdyr afviger med  $\pm 10$  øre pr. FE, vil indtjeningen på ungdyrene for alt andet lige ændres med ca. + 250 kr. pr. indsat kalv (a gns. ca. 2500 FE). Vædien af spædkalven ændres herved tilsvarende. Differencen mellem KOMBI og MÆLK ændres derimod kun  $\pm 10$  kr. pr. kalv ( $\pm 1\%$ ), da der kun er ca. 100 FE til forskel i foderforbrug. En ændring i kødpriserne på  $\pm 10\%$  virker på tilsvarende måde med 650 til 566 kr. hvorved differencen ændres mærkbart, således  $\pm 84$  kr. eller ca.  $\pm 10\%$ . Pga. den forskellige retning differencen kan ændres i, er der ikke i tabel 7.4 med forskelligt indtjeningsniveau hos ungdyrene anført forskellige differencer mellem KOMBI og MÆLK. Årsagen til at spædkalvens værdi også er anført med en afvigelse på  $\pm 500$  kr. i forhold til middel indtjeningsniveau i ungdyrproduktionen er, at denne produktion eventuelt kunne antages mere eller mindre lukrativ som følge af ændringer i foder- og/eller kødpriser.

Malkekoens reproduktionsevne vil også påvirke kødproduktionen igennem antal kalve pr. årsko. Reproduktion ved forskellig genotype er i kapitel 5 diskuteret af Christensen (1989b), der fandt en negativ sammenhæng med ydelsesstigning fremkaldt ved ensidig selektion for mælkeydelse. Antages for tomperioden som for foderoptagelseskapaaciteten, at 60% af ydelsesstigningen fra 6500 og 9500 kg mælk skyldes arv, svarer dette til følgende forlængelse af kælvningsintervallet (KI) ved forskellig heritabilitet og genetisk korrelation (jf. tabel 5.3):

Lav: 0,60 x 0,75 x 6 = + 3 dage i KI.  
 Middel: 0,60 x 2,6 x 6 = + 9 dage i KI.  
 Høj: 0,60 x 5,6 x 6 = +20 dage i KI.

Hertil lægges virkningen af afkortningen af græsningsområdet med 45 %. Denne virkning kan forventes at blive 6 dage, dvs. 45% af halvdelen af de 28 dage, som Kristensen et al., (1986) fandt i forøgelse af forårskælveres KI ved at stå på stald hele tiden. Der forudsættes jævn kælvningsfordeling. Ved skæv kælvningsfordeling påvirkes reproduktionsresultatet anderledes.

Da der også må antages anvendt 3 gange malkning ved MÆLK mod 2 gange ved KOMBI, fås der også herved en negativ virkning på ikælvningen og dermed en forlængelse af tomperioden på omtrent samme niveau som ved afkortet græsningsomfang. Årsagen kan søges i de hormonale funktioner ved mælkenes nedlægning, hvor oxytocinet virker hæmmende på brunsten (Traa & Esslemont, 1977, Esslemont, 1982).

Af de nævnte 3 virkninger på reproduktionen fås på middelniveau i en velpasset besætning med et KI på 365 dage ved 6500 kg mælk pr. årsko, at KI stiger 9 + 6 + 6 dage eller til 386 dage ved 9500 kg mælk (tabel 7.5). Ved henholdsvis stærk og svag genetisk sammenhæng bliver KI 398 og 374 dage (tabel 7.5).

**Tabel 7.5 Reproduktion og sundhed (Christensen, 1989 a & b og Pedersen, 1988).**  
 Reproduction and health (Christensen, 1989 a & b and Pedersen, 1988).

| Kotype, system                    | KOMBI | MÆLK (variation) |
|-----------------------------------|-------|------------------|
| Reproduktion (arv:60% af diff.):  |       |                  |
| - Kælvningsinterval, dage         | 365   | 386 (398-374)    |
| - Fødte kalve/årsko               | 1,22  | 1,17 (1,14-1,20) |
| - Kalve, lev. e. ca. 2 uger, %    | 95    | 92               |
| - Kalve, lev. e. ca. 2 uger, stk. | 1,16  | 1,07 (1,05-1,10) |
| Sundhed (arv:60% af diff.):       |       |                  |
| - Mastitis, udbrud/årsko          | 0,55  | 0,70 (0,62-0,80) |
| - Andre sygdomme, udbrud/årsko    | 0,30  | 0,39 (0,34-0,48) |

Antal fødte kalve pr. årsko kan ud fra KI beregnes til 1,22 og 1,17 (variation 1,14 - 1,29), som anført i tabel 7.5 (Thysen, 1985 og

Østergaard et al., 1985). Med en restleveprocent på 95 og 92 beregnet på SDM- og HF-data over kalvedødelighed ved Pedersen (1988) bliver antallet af levende kalve efter ca. 2 uger efter fødslen ( $Y_5$ ), der kan afgå/sælges fra køer, hhv. 1,16 og 1,07 (variation 1,05 - 1,10), beregnet efter:

$$Y_5 = (1,22 - b_1 (Y_1 - 6,5)) (0,95 - 0,01 (Y_1 - 6,5)) \quad (2)$$

for  $6,5 \leq Y_1 \leq 9,5$  og  $b_1 = 0,02$  (variation 0,01 - 0,03).

Mastitis ved forskellig genotype er beskrevet i kapitel 4 (Christensen, 1989a). Den genetiske korrelation mellem mastitis og mælkeydelse fandtes at være ugunstig, og en genetisk ydelsesstigning på 1000 kg mælk kan ud fra gennemsnitsværdier forventes at medføre en stigning på 0,08 mastitisudbrud pr. årsko. Såfremt miljøforbedringer medfører, at kun arv (60%) slår igennem fås, at i system MÆLK vil der indtræde 0,70 behandling eller udbrud pr. årsko, når niveauet er 0,55 i system KOMBI. Hvis der forudsættes henholdsvis svag og stærk stigning i mastitis kan resultatet ved MÆLK blive 0,62 og 0,80. Mastitis ( $X_{23}$ ) kan beskrives ved:

$$X_{23} = 0,55 + b_{23} (Y_1 - 6,5) \quad (3)$$

for  $6,5 \leq Y_1 \leq 9,5$  og  $b_{23} = 0,05$  (variation 0,02 - 0,09).

Antallet af udbrud af andre arvelige sygdomme (specielt i stofskifte, lemmer og klove) forventes også at stige ved ensidig selektion for ydelse. Christensen (1989a) anfører (kap. 4) en stigning på 0,028 ekstra udbrud af stofskiftesygdomme ved +1000 kg mælk pr. årsko ud fra de fundne gennemsnitsparametre. Slår kun arv igennem på middelniveau, og lemme- og klovsygdomme forekommer med 80% heraf, bliver behandlingsfrekvensen ved MÆLK 0,39, når den er 0,30 ved KOMBI. Dette sidste niveau 0,30, svarer til det af Jørgensen & Nielsen (1977) fundne. Forskellen mellem en svag og stærk ugunstig udvikling er usikker, men lidt mindre forskel end fundet for mastitis må antages (jf. tabel 4.2 og tabel 7.5), og omfanget af andre arveligt betingede sygdomme kan beskrives ved:

$$X_{24} = 0,30 + b_{24} (Y_1 - 6,5) \quad (4)$$

for  $6,5 \leq Y_1 \leq 9,5$  og  $b_{24} = 0,03$  (variation 0,01 - 0,06).

### 7.3.3 Økonomiske nøgletal

De fremtidige priser på produkter og produktionsfaktorer er væsentlige for det økonomiske resultat. Den indbyrdes konkurrence mellem de 2 betragtede systemer kan fastlægges ud fra nuværende priser (1988/89), såfremt prisforholdet de forskellige faktorer imellem stort set forbliver uændret. Dette sidste antages, da der ikke er vished om, at markante ændringer i forholdet mellem de respektive priser vil indtræde.

Modellens mælkepris fastsættes til 2,50 kr. pr. kg 4% produceret ifølge ydelseskontrollen. Da der normalt er et svind på ca. 4%, selv med indregning af hjemmeforbrug, svarer dette til en afregningspris på 2,60 kr. pr. kg solgt mælk.

Nettoværdien af produktion af ungtyre og opdræt udtrykkes pr. 2 uger gammel spædkalv, der afgår levende fra malkekøer, da ungdyrproduktionen herved indregnes i modellen uden direkte at indgå med både indtægter og udgifter. Værdierne ( $P_5$ ), der benyttes er anført i tabel 7.4, kan beregnes ved:

$$\begin{aligned} P_5 &= K_5 - b_5 (Y_1 - 6,5) \text{ for } 6,5 \leq Y_1 \leq 9,5 \text{ og} \\ K_5 &= 2000 \text{ (variation 1500-2500 og } b_5=300 \text{ (var. 200-300)).} \end{aligned} \quad (5)$$

Foderpriserne er anført i tabel 7.6, og tilskudsfodermidlernes priser er indhentet hos toneangivende firmaer såvel efteråret 1988 som foråret 1989. Priserne afspejler dels kvalitetskravene og de forhold, hvorunder foderet må fremskaffes. Dette sidste gælder specielt græsmarksfoderet, der består af græs og ensilage i forskellige forhold for at opfylde kravene til rationens sammensætning (tabel 7.3). Med udgangspunkt i disse krav kan den nødvendige hjemmeproduktion af græsmarksfoder og roer fastlægges på en gård med 40 - 50 ha og 50 malkekøer ved system KOMBI mod 34,2 ved MÆLK, for at producere samme mælkemængde.

**Tabel 7.6 Foderpriser, besætningsforrentning, afskrivning, sygdomsbehandling, staldomkostninger, arbejde m.m.**  
Feed prices, capital costs (depreciation etc.) veterinary costs, housing, labour etc.

| System                                                                    | KOMBI              | MÆLK            |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Tilskudsfoder, kr. pr. FE:                                                |                    |                 |
| - A-blanding, standard, pellet.                                           | ----- 1,66 -----   |                 |
| - C-blanding, standard, pellet.                                           | ----- 1,72 -----   |                 |
| - C-blanding, beskyttet fedt, pellet.                                     | ----- 1,92 -----   |                 |
| - Valset/ikke-pellet. vare                                                |                    |                 |
| • korn, dansk                                                             | ----- 1,60 -----   |                 |
| • hvedeklid, dansk                                                        | ----- 1,88 -----   |                 |
| • tørret roeaffald                                                        | ----- (1,85) ----- |                 |
| - Tillæg for ikke-pellet. blanding                                        | op til 0,25 - 0,30 |                 |
| Roer, kr./FE                                                              | ----- 1,45 -----   |                 |
| Græsmarksfoder ialt <sup>1)</sup> , kr./FE<br>(afgræsning + ensil., %)    | 1,00<br>(84+16)    | 1,37<br>(45+55) |
| NH <sub>3</sub> -halm, kr./FE                                             | ----- 1,30 -----   |                 |
| Besætningsforrentning, kr./årsko                                          | ----- 800 -----    |                 |
| Afskrivning, kr./udsat ko                                                 | ----- 3000 -----   |                 |
| Sygdomsbehandling incl. egen indsats<br>og tab, kr. pr. udbrud (tilfælde) | ----- 600 -----    |                 |
| Staldomkostninger, kr./årsko                                              | 3000               | 3092            |
| Strøelse, el og øvrige div. udgifter, kr./årsko                           | 400                | 492             |
| Arbejdsomkostninger, kr./årsko                                            | 4000               | 5318            |

1) Jf. tabel 7.7 (incl. evt. efterafgrøde).

Tabel 7.6 viser også besætningsforrentning og "afskrivning" (=kælvekviepris minus udsætterkoens værdi), der ansættes til hhv. 800 pr. årsko og 3000 kr. pr. udsat ko (Hindhede et al., 1986) - ens for de to kotyper.

Tabel 7.7 viser de specificerede produktionsomkostninger for de anførte udbytter, gødningsforbrug, maskin- og arbejdsindsats m.m. på basis af Kristensen et al. (1986) og Landskalkuler fra Landbrugets Rådgivningscenter (LRC, 1988). Opbevaringsomkostninger er beregnet ud fra kalkulen ved Olsen & Laursen (1989).

**Tabel 7.7 Produktionsomkostninger på det hjemmeavlede grovfoder til malkekøerne ved driftsvalg KOMBI (50 køer) og MÆLK (34 køer) (Kristensen et al., 1986; LRC, 1988 og Olsen & Laursen, 1989)**

Production costs of homegrown forage to the dairy cows by choice of COMBI (50 cows) and MILK (34 cows) (Kristensen et al., 1986; LRC, 1988 and Olsen & Laursen, 1989)

| System                                                                         | KOMBI              |                |                 | MÆLK               |                |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
|                                                                                | Kl.græs<br>2 årigt | Bede-<br>roer  | Efter-<br>grøde | Kl.græs<br>2 årigt | Bede-<br>roer  |
| Afgrøde                                                                        | 7500               | 10500          | 1200            | (7500)             | 10500          |
| Udbytte, FE/ha                                                                 | 10,0               | 7,1            | 16,7            | 9,5                | 4,9            |
| Areal, ha                                                                      | 15,0               | 10,7           | 0               | 34,9               | 7,4            |
| Ensilage 1000 FE                                                               | 150                | 128            |                 | 351                | 88             |
| Silokapacitet, m <sup>3</sup>                                                  | 247                | 247            |                 | 233                | 233            |
| Anlægsinvest, kr./m <sup>3</sup>                                               |                    |                |                 |                    |                |
| Udbytte pr. slæt,<br>FE/ha                                                     |                    | Slæt-<br>andel |                 |                    | Slæt-<br>andel |
| - 1. slæt                                                                      | 3000               | (0,50)         |                 | 3000               | (0,60)         |
| - 2. slæt                                                                      | 2250               |                |                 | 2250               | (0,54)         |
| - 3. slæt                                                                      | 1500               |                |                 | 1500               | (0,45)         |
| - 4. slæt                                                                      | 750                |                |                 | 750                | ("salg")       |
| <u>Omkostninger, kr/ha</u>                                                     |                    |                |                 |                    |                |
| Udsæd                                                                          | 310                | 446            | 134             | 310                | 446            |
| Handelsgødning                                                                 |                    |                |                 |                    |                |
| - N                                                                            | 1063               | 624            | 558             | 1063               | 624            |
| - P                                                                            | 363                | 629            | 91              | 363                | 629            |
| - K                                                                            | 527                | 887            | 124             | 527                | 887            |
| Kemikalier                                                                     | 0                  | 1270           |                 | 0                  | 1270           |
| Sprøjtning                                                                     | 0                  | 465            |                 | 0                  | 465            |
| Gødn. spredning                                                                | 400                | 100            | 100             | 300                | 100            |
| Harvning                                                                       | 95                 | 450            |                 | 95                 | 450            |
| Tromling                                                                       | 0                  | 105            |                 | 0                  | 105            |
| Såning                                                                         | 100                | 485            | 100             | 100                | 485            |
| Skårlægning                                                                    | 135                | 0              |                 | 430                | 0              |
| Finsnitning                                                                    | 330                | 0              |                 | 1051               | 0              |
| Aftopning                                                                      | -                  | 610            |                 | -                  | 610            |
| Optagning                                                                      | -                  | 1360           |                 | -                  | 1360           |
| Hjemkørsel                                                                     | 120                | 900            |                 | 322                | 900            |
| Indl., silo                                                                    | 180                | 200            |                 | 483                | 200            |
| Plastik                                                                        | 188                | 50             |                 | 461                | 50             |
| Pløjning                                                                       | 233                | 465            |                 | 233                | 465            |
| Indhegning af græs                                                             | 100                | -              | 60              | 60                 | -              |
| Ialt pr. ha                                                                    | 4152               | 9046           | 1167            | 5798               | 9046           |
| A:Dyrkningsomk.<br>kr. ialt.                                                   | 41523              | 64227          | 19481           | 55080              | 44325          |
| B:Jordens alterna-<br>tive værdi+vandings-<br>omk. (3000 kr./ha),<br>kr. ialt. | 30000              | 21300          | -               | 28500              | 14700          |
| A+B:Prod.omk.kr.                                                               | 71523              | 85527          | 19481           | 83580              | 59025          |
| A+B:Prod.omk.kr./FE                                                            | 0,94               | 1,15           | 0,97            | 1,30               | 1,15           |
| C:Opbev.omk.kr./FE                                                             | 0,07               | 0,30           | -               | 0,17               | 0,30           |
| A+B+C:Totale prod.<br>omk., kr./FE                                             | 1,01               | 1,45           | 0,97            | salg:-0,10<br>1,37 | 1,45           |
| Ændr.i foderpris v.<br>+ 1000 kr./ha i al-<br>ternativ jordværdi.              | 0,13               | 0,10           | -               | 0,15               | 0,10           |

I tabel 7.7 f.n. er også anført de totale produktionsomkostninger pr. netto-FE. Disse inkluderer jordens alternative værdi og vandingsomkostningerne på de ringere jorder for at opnå de anførte, relativt høje nettoudbytter, således 7500 og 10500 FE pr. ha i henholdsvis græs- og roemarken. Prisen pr. FE græsmarksfoder bliver 1,01 kr. i system KOMBI og 1,37 kr. (1,47 - 0,10) i system MÆLK, såfremt 4. slæt (750 FE) sælges til anden anvendelse for 0,90 kr./FE. Denne indtægt svarer til 0,10 kr. pr. FE, der kan udnyttes af kotype MÆLK. Efterafgrøder ("grønne marker") er beregnet til at koste 0,97 kr. pr. FE ved afgræsning. Prisen pr. FE roer, også ab lager, er beregnet til 1,45 kr.

Sygdomsbehandling kan variere meget i pris og hertil kommer ejerens indsats ved behandling og forebyggelse samt tab (kasseret produktion og/eller værdiforringet produktion, herunder forøget udskiftning). Et middelniveau for disse omkostninger kan ansættes til 600 kr. pr. sygdomsudbrud eller -tilfælde. Formindsket årsydelse som følge af f.eks. mastitis i første del af laktationen skal ikke medtages under sygdomsbehandling, fordi denne virkning er indregnet i den forudsatte årsydelse på 9500 kg mælk ved kotype MÆLK.

Staldomkostninger pr. bås og dermed pr. årsko ( $X_{30} \cdot P_{30}$ ) ved 100% staldudnyttelse kan ud fra Laursen (1985) fastlægges ved følgende formel, når samme totalproduktion opnås eksempelvis ved 50 og 34 køer med henholdsvis 6500 og 9500 kg 4% mælk pr. årsko:

$$X_{30} \cdot P_{30} = (1,00 + ((Y_1/6,5) - 1,00)/b_{30}) P_{30} \quad (6)$$

for  $6,5 \leq Y_1 \leq 9,5$  og  $P_{30} = 3000$  kr. og  $b_{30} = 15$ .

På tilsvarende måde kan udgifterne til strøelse, el og andet diverse pr. årsko ( $X_{35} \cdot P_{35}$ ) beskrives ved:

$$X_{35} \cdot P_{35} = (1,00 + ((Y_1/6,5) - 1,00)/b_{35}) P_{35} \quad (7)$$

for  $6,5 \leq Y_1 \leq 9,5$  og  $P_{35} = 400$  kr. og  $b_{35} = 2,0$ .

De samlede arbejdsomkostninger pr. årsko ( $X_{40} \cdot P_{40}$ ) kan på tilsvarende måde beskrives ved:

$$X_{40} \cdot P_{40} = (1,00 + ((Y_1/6,5) - 1,00)/b_{40}) P_{40} \quad (8)$$

for  $6,5 \leq Y_1 \leq 9,5$  og  $P_{40} = 4000$  kr. og  $b_{40} = 1,4$  (1,8-1,2).

### 7.3.4 Model

Modellen til beregning af det mest hensigtsmæssige resultatmål for et avlsvalg, nettooverskud pr. 1000 kg 4% mælk, omfatter alle de ligninger, der er nødvendige til beskrivelse af de forannævnte biologiske og økonomiske sammenhænge, og er samlet vist i tabel A.1 i appendiks.

Model: Nettooverskud, kr./1000 kg 4% mælk =  $(Y_1 \cdot P_1 + Y_5 \cdot P_5 - X_{11} \cdot P_{11} - X_{15} \cdot P_{15} - X_{16} \cdot P_{16} - X_{17} \cdot P_{17} - X_{18} \cdot P_{18} - X_{20} \cdot P_{20} - X_{21} \cdot P_{21} - X_{23} \cdot P_{23} - X_{24} \cdot P_{24} - X_{30} \cdot P_{30} - X_{35} \cdot P_{35} - X_{40} \cdot P_{40})/Y_1$ .

### 7.4 Modelresultater og følsomhedsanalyser

Til umiddelbar illustration af det økonomiske resultat i system KOMBI og MÆLK er alle hovedposter anført i tabel 7.8, der er baseret på afsnit 7.3's mest sandsynlige niveau - middelniveauet - for alle variable, herunder priser. Naturgødningens værdi er ikke indregnet her, da den antages at modsvare udgifterne til opbevaring og udbringning.

Nettooverskuddet pr. årsko ses under de givne og typiske forudsætninger at blive 1.732 og 1.257 kr. for henholdsvis system KOMBI og MÆLK, dvs. en forskel på knap 500 kr. pr. ko årligt. Nettooverskuddet pr. 1000 kg mælk bliver henholdsvis 266 og 132 kr. årligt. Denne ikke uvæsentlige nedgang kan forklares af: lavere fodereffektivitet, forringede kødproduktionsegenskaber, nedsat frugtbarhed og sundhed samt øget forbrug af de dyre fodermidler (tabellerne 7.2 til 7.6).

Da prisen på foderet, herunder det samlede tilskudsfoeder, der eksempelvis udgør ca. 10 FE pr. foderdag i system MÆLK, øver væsentlig indflydelse på nettooverskuddet, er virkningen af +/- 10 øre pr. FE anført i tabel 7.8. For tilskudsfoeder og grovfoder ses denne virkning pr. 1000 kg mælk at være +/- 21 og 38 kr. henholdsvis +/- 59 og 37 kr. for de 2 systemer. Følgelig vil udviklingen af en mere økonomisk teknologi på kun eet af områderne kunne påvirke resultatet, således at konkurrenceforholdet de 2 systemer imellem påvirkes.

**Tabel 7.8 Produktionsresultat i system KOMBI og MÆLK. Pr. årsko og kr. pr. 1000 kg 4% mælk årligt.**  
**Production result by choice of COMBI and MILK. Per cow and year and Dkr. per 1000 kg 4% milk.**

| System                                         | KOMBI       | MÆLK        |
|------------------------------------------------|-------------|-------------|
| <u>Indsats pr. årsko, FE</u>                   | 5166        | 7167        |
| heraf (kr. pr. FE):                            |             |             |
| - Tilskudsfoder, incl. min. & vit.             | 1338(1,65)  | 3615(1,95)  |
| - Roer (80% rod + 20% top)                     | 1500(1,45)  | 1500(1,45)  |
| - Græsmarksfoder                               | 1900(1,00)  | 1870(1,37)  |
| (fordel. på afgræsning & ensilage)             | (84 & 16)   | (45 & 55)   |
| - NH <sub>3</sub> -halm                        | 428(1,30)   | 182(1,30)   |
| <u>Udbytte pr. årsko</u>                       |             |             |
| - Ydelse, kg 4% (pris)                         | 6500(2,50)  | 9500(2,50)  |
| - Egen tilvækst, kg (jf. afskrivning)          | 43          | 43          |
| - Kalve, lev. e. 2 uger, stk.(pris)            | 1,16(2.000) | 1,07(1.100) |
| <u>Økonomisk omsætning pr. årsko</u>           |             |             |
| Indtægter kr.                                  |             |             |
| - Mælk                                         | 16250       | 23750       |
| - Kalves værdi (=netto fra kødproduktion)      | 2320        | 1177        |
| <u>Omkostninger, kr.</u>                       |             |             |
| - Tilskudsfoder, incl. min. & vit.             | 2207        | 7050        |
| - Grovfoder                                    | 4631        | 4974        |
| - Afskrivning (43% udskiftning)                | 1290        | 1290        |
| - Forrentning                                  | 800         | 800         |
| - Sygdomsbehandling og -tab                    | 510         | 654         |
| - Staldomkostninger                            | 3000        | 3092        |
| - Strøelse, el og øvrige div. udgifter         | 400         | 492         |
| - Arbejdsomkostninger                          | 4000        | 5318        |
| <u>Nettooverskud (driftsledelse og risiko)</u> |             |             |
| - kr. pr. årsko                                | 1732        | 1257        |
| - kr. pr. 1000 kg 4% mælk                      | 266         | 132         |
| =====                                          |             |             |
| Virkning af +/- 10 øre pr. FE:                 |             |             |
| - Tilskudsfoder, kr./1000 kg 4% mælk           | +/-21       | +/- 38      |
| - Grovfoder, kr./1000 kg 4% mælk               | +/-59       | +/- 37      |

I tabel 7.9 er anført nettooverskuddet for såvel system KOMBI og MÆLK som 2 mellemformer. Dette overskud er EDB-beregnet ved modellen i tabel A.1 i appendiks samt ved middelniveau for både biologiske, tekniske og økonomiske størrelser. Overskuddet for KOMBI og MÆLK genkendes fra tabel 7.8, og mellemformernes resultater, 235 og 189 kr. pr. 1000 kg mælk, bliver ved modellen intermediære.

**Tabel 7.9 Modelresultater herunder følsomhedsanalyser ved systemer fra KOMBI til MÆLK. Nettooverskud, kr. pr. 1000 kg 4% mælk.**

Mainresult of four systems - COMBI to MILK - and results of sensitivity analysis. Net income, Dkr. per 1000 kg 4% FCM.

| Biologiske sammenhænge og prisniveauer                                                             | System:<br>kg 4% mælk:<br>Kødprod.,<br>klass. rel. | KOMBI<br>6500 | -<br>7500 | MELLEMFORMER<br>8500 | -<br>9500 | MÆLK<br>9500 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------|-----------|----------------------|-----------|--------------|
|                                                                                                    |                                                    | 100           | 93        | 86                   |           | 80           |
| Middel alle variabler 1)                                                                           |                                                    | 266           | 235       | 189                  |           | 132          |
| (heraf kalveværdi= netto fra kødprod.)                                                             |                                                    | (357)         | (256)     | (181)                |           | (124)        |
| Følsomhedsanalyse på hovedvariabler ved ændring til mest positive parameterværdi i funktion (nr.): |                                                    |               |           |                      |           |              |
| a. Marginalfodereffektivitet 70% <sup>1)</sup>                                                     |                                                    | 266           | 258       | 234                  |           | 199          |
| b. Reproduktion (kalve/årsko), (2)                                                                 |                                                    | 266           | 237       | 192                  |           | 135          |
| c. Yversundhed, (3)                                                                                |                                                    | 266           | 237       | 193                  |           | 137          |
| d. Sundhed igrøvrigt, (4)                                                                          |                                                    | 266           | 237       | 192                  |           | 136          |
| e. Kalveværdi, (5)                                                                                 |                                                    | 266           | 250       | 215                  |           | 166          |
| f. Arbejde/årsko, (8)                                                                              |                                                    | 266           | 248       | 212                  |           | 163          |
| g. Alle foderpriser, +20%                                                                          | -----                                              | 56            | 17        | -36                  |           | -100         |
| h. Tilskudsfoderpris, +20%                                                                         |                                                    | 198           | 144       | 79                   |           | 6            |
| i. Grovfoderpris, +20%                                                                             |                                                    | 124           | 108       | 73                   |           | 26           |

1) Vedr. foderration, se appendiks tabel A.2.

Det bør bemærkes, som nævnt i afsnit 7.3, at af ydelsesforskellen mellem system KOMBI til MÆLK forklares 60% af arv og 40% af miljø for at få klarhed over de økonomiske konsekvenser af at opnå en fremtidig ydelsesstigning på 2000 kg 4% mælk pr. årsko ud fra en lignende indsats som de seneste to årtier med en ydelsesstigning på ca. 2000 kg 4% mælk inden for de tunge malkeracer. På grundlag af modelresultaterne, herunder følsomhedsanalyserne i tabel 7.9, er den økonomiske slutning tydelig, at en tilsvarende fremtidig ydelsesstigning med tilhørende bivirkninger (jf. kap. 2-6) ikke er økonomisk fordelagtig. Derfor må beslutningstagerne om den fremtidige avl efterspørge den økonomiske virkning af alene en genetisk forbedring af de respektive produktions-egenskaber. Dette uddybes i det følgende afsnit 7.5.

## 7.5 Økonomisk resultat af genetisk ændring af enkelt-egenskaber

Et beslutningsgrundlag for aktuel justering i fremtidige avlsmål kan fås ved at tage udgangspunkt i en NU-situation, der svarer til tabel 7.9's eksempel med 7500 kg 4% mælk repræsenterende en tung malkekvægrace, og dernæst antage, at der over et åremål skal opnås en genetisk

fremgang på 1000 kg 4% mælk pr. årsko af uændret vægt. Det antages nu, at 8500 kg 4% opnås ved at avle frem mod følgende 2 genotyper:

Genotype 1: Kødproduktionsegenskaber - udtrykt ved klassificering - er aftaget med 0,5 point (jf. model), medens reproduktion og sundhed er fastholdt på niveauet gældende ved 7500 kg 4% mælk. Foderoptagelseskapa-  
paciteten er derimod forøget 6% mod 3,6 i model, og den marginale fo-  
dereffektivitet er hævet til 70% (jf. kap. 6, hvor den arvbetingede er  
beregnet til 74% og må antages at vige lidt ved den højere energikon-  
centration, de forbedrede ydelsesanlæg kræver i foderrationen).

Genotype 2: Klassificeringen er forbedret i forhold til type 1 ved at  
blive fastholdt uændret, 7,0 point for ungtyre. Alle de øvrige egen-  
skaber svarer til type 1.

Tabel 7.10 viser, at det økonomiske resultat for type 1 bliver 233 kr.  
pr. 1000 kg mælk. Dette er 2 kr. mindre end type "NU", men 44 kr.  
bedre end resultatet ved ensidig ydelsesselektion (189 kr. tabel 7.9).  
For type 2 bliver resultatet forbedret til 273 kr. eller med 40 kr.,  
alene pga., at kødproduktionsegenskaberne blev fastholdt og ikke aftog  
i henhold til modellens oprindelige grundlag.

**Tabel 7.10 Eksempler på produktionsresultat ved avl til højere ydelse  
med samtidig hensyntagen til øvrige produktionsegenskaber.  
Pr. årsko og kr. pr. 1000 kg 4% mælk.**  
Production result by breeding for higher milk yield by in-  
cluding the beef traits and secondary traits. Dkr. per cow  
and year and Dkr. per 1000 kg 4% FCM.

| Genotype                                       | "NU"  | Type 1 | Type 2 |
|------------------------------------------------|-------|--------|--------|
| Ydelse, kg 4% mælk pr. årsko                   | 7500  | 8500   | 8500   |
| Klassificering af slagtekrop, ungtyre          | 7,0   | 6,5    | 7,0    |
| Kælvningsinterval                              | 372   | 372    | 372    |
| Mastitis, udbrud pr. årsko                     | 0,60  | 0,60   | 0,60   |
| Andre genetisk beting., udbrud pr. årsko       | 0,33  | 0,33   | 0,33   |
| Fodereffektivitet (marginalt = 70%), %         | 86,6  | 85,1   | 85,1   |
| Foderoptagelseskapa-<br>pacitet, fyldeenheder  | 2227  | 2360   | 2360   |
| Foder pr. årsko, FE                            | 5799  | 6370   | 6370   |
| <u>Økonomisk omsætning pr. årsko:</u>          |       |        |        |
| Indtægter, kr.                                 |       |        |        |
| - Mælk                                         | 18750 | 21250  | 21250  |
| - Kalves værdi (=netto fra kødproduktion)      | 1920  | 1582   | 1920   |
| Omkostninger, kr.                              |       |        |        |
| - Foder, ialt                                  | 8357  | 9808   | 9808   |
| - Afskrivning (43% udskiftning)                | 1290  | 1290   | 1290   |
| - Forrentning                                  | 800   | 800    | 800    |
| - Sygdomsbehandling og -tab                    | 555   | 555    | 555    |
| - Staldomk., strøelse, el og øvr. div. udg.    | 3465  | 3519   | 3519   |
| - Arbejdsomkostninger                          | 4440  | 4879   | 4879   |
| <u>Nettooverskud (driftsledelse og risiko)</u> |       |        |        |
| - kr. pr. årsko                                | 1763  | 1981   | 2319   |
| - kr. pr. 1000 kg 4% mælk                      | 235   | 233    | 273    |
| =====                                          |       |        |        |

Den økonomiske gevinst af - gennem passende selektion (jf. kap. 3-5)- at kunne ændre de enkelte egenskaber uafhængigt af hinanden ses af tabel 7.11, hvis værdier er udledt af modellen (niveau: fra 7500 til 8500 kg 4% mælk).

**Tabel 7.11 Økonomisk værdi af arvbare egenskaber. Kr. pr. 1000 kg 4% mælk.**  
Economic value of selected traits. Dkr. per 1000 kg 4% FCM.

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Kødproduktionsegenskaber forbedret, herunder ungtyreklassif. hævet fra 6,5 til 7,0 | 40 |
| 2. Reproduktion og kalvesundhed forbedret, flere kalve (KI-7dg)                       | 6  |
| 3. Yversundhed og andre arvelige sygdomme, minus 0,08 udbrud/årsko                    | 6  |
| 4. Fodereffektivitet, marginalt fra 60 til 70%                                        | 22 |
| 5. Foderoptagelseskapaцитet, +6,0% mod 3,6% pr. 1000 kg mælk                          | 10 |

Ialt gevinst ved 8500 kg mælk, kr./1000 kg mælk 1) 84

- 1) Dette svarer til, at nettooverskud pr. årsko i forhold til ensidig selektion for ydelse forbedres  $8,5 \times 84 \text{ kr.} = 714 \text{ kr.}$  ved +1000 kg 4% mælk.

Avles der samtidigt for en mere robust og arbejdsvenlig ko, og arbejdsomkostningers stigning pr. årsko i modellen derved nedsættes med 25%, vil dette betyde, at gevinsten (=stigning i nettooverskuddet) forøges med yderligere 13 kr. pr. 1000 kg mælk.

## 7.6 Diskussion

Det økonomiske resultat, nettooverskuddet pr. 1000 kg 4% mælk (eller 73 kg fedt + protein), ses af tabel 7.9 at afhænge væsentligt af både genetiske, miljømæssige og prismæssige forhold. Den enkelte kvægbruger/driftsleder (beslutningstager) øver væsentlig indflydelse på især de miljømæssige forhold, der omfatter foderstyrke, malkning og pasningskvalitet i øvrigt. Indflydelsen på hvilke kvæggenotyper, der vil være til rådighed, og hvilke markedspriser, der hersker, vil derimod være mindre. En fortsat styrkelse af driftsledelsen og pasningskvaliteten vil være positiv især i besætninger, hvor der pt. er brist. Men det skal understreges, at det i alle foregående beregninger er forudsat, at disse forhold er i orden. Dvs. at de fundne resultater, der er bedste skøn for sammenhængen mellem genotype og driftsvalg (fodring m.m.), er et væsentligt fundament for beslutning om avlsvalg og tilhørende driftsvalg.

Første trin i den økonomiske analyse omfattede konsekvenserne af fortsat ydelsesstigning uden selektion for de øvrige egenskaber (tabel 7.9). Nettooverskuddets aftagen fra 266 til 132 kr. pr. 1000 kg mælk ved at gå fra 6500 kg til 9500 kg er fordelt på variabler, som vist i tabel 7.12. Mælkeindtægten er uændret, da mælkens indhold af værdistoffer og disses værdi antages uændret. Nettoindtægten fra kødproduktion aftager med 233 kr., hvoraf 113 kr. skyldes alene "fortynding", medens ændring i kødproduktionsegenskaber og reproduktion + kalvedødelighed forklarer resten ved hhv. 100 og 20 kr. (tabel 7.4 og 7.5).

**Tabel 7.12 Nettooverskuddets sammensætning. Kr. pr. 1000 kg 4% mælk.**  
Net income and its components. Dkr. per 1000 kg 4% FCM.

|                                           | KOMBI<br>(K) | MÆLK<br>(M) | Diff.<br>M - K |
|-------------------------------------------|--------------|-------------|----------------|
| Økonomisk omsætn. kr./1000 kg mælk        |              |             |                |
| - Mælkeindtægter                          | 2500         | 2500        | 0              |
| - Kalves værdi = netto fra kødprod.       | 357          | 124         | -233           |
| Omkostninger:                             |              |             |                |
| - Tilskudsfoder                           | 340          | 742         | 402            |
| - Grovfoder                               | 713          | 524         | -189           |
| - Besætningsforrentning og -afskrivning   | 322          | 220         | -102           |
| - Sygdomsbehandling og -tab               | 78           | 69          | -9             |
| - Staldomk., strøelse og øvrige div. udg. | 523          | 377         | -146           |
| - Arbejdsomkostninger                     | 615          | 560         | -55            |
| <b>Ialt</b>                               | <b>266</b>   | <b>132</b>  | <b>-134</b>    |

På omkostningssiden stiger foderudgifterne 213 kr. som følge af +402 kr. i tilskudsfoder og -189 kr. i grovfoder. Årsagen er dels aftagende fodereffektivitet og dels kravet om ændret fodersammensætning, både pga. den begrænsende stigning i foderoptagelseskapaciteten og de ernæringsmæssige krav til foderrationen (tabel 7.3). Besætningsforrentning og -afskrivning aftager 102 kr. alene som følge af "fortynding". Sygdomsbehandling og -tab aftager 9 kr., der forklares af -24 kr. ved "fortynding" og +15 kr. ved øget sygdom (tabel 7.5). Staldomkostninger, el og diverse øvrige udgifter aftager 146 kr., som forklares af -165 kr. ved "fortynding" og +19 kr. i disse omkostninger. Arbejdsomkostninger aftager 55 kr., der forklares af -194 kr. i teoretisk "fortynding" og +139 kr. forårsaget af større arbejdsomkostninger pr. årsko, men aftagende pr. 1000 kg mælk, som det ses.

Af særlig betydning er det at være opmærksom på hvilke ændringer, der sker i koens robusthed og "arbejdsvenlighed" ("workability") ved se-

lektion for stigende mælkeydelse. Kravene til både kvantitet og kvalitet af arbejdsindsatsen pr. årsko (incl. overvågning, sygdomsforebyggelse og -behandling) må antages at stige med øget produktionsniveau og udnyttelse af koens fysiologiske kapacitet. Det bør også iagttages, at en forøgelse af koens robusthed og "selvhjulpethed" nedsætter kravet til indsatsen af såvel arbejde som bygninger (incl. tekniske hjælpemidler). Dette forøger konkurrenceevnen - stærkest hos kotypen med den laveste mælkeydelse.

Konklusionen af ovennævnte første trin's analyse er umiddelbar, at der også må avles for andre egenskaber end ydelse for at opnå et bedre økonomisk resultat.

Analysen i andet trin omfattede fastlæggelse af den økonomiske værdi pr. 1000 kg mælk ialt, af kendte arvbare enkelt-egenskaber med udgangspunkt i en NU-situation, bl.a. 7500 kg 4% mælk (jf. tabel 7.10 og 7.11). Stigningen i klassificering af ungtyre fra 6,5 til 7,0, dvs. +8% og derved en opretholdelse af klassificeringsniveauet for alle slagtedyr betyder +40 kr. pr. 1000 kg mælk eller 340 kr. pr. årsko inkl. ændring i foderforbrug i henhold til modelforudsætninger (værdi af enkelt-egenskaber, se kap. 3).

Reproduktion og kalvesundhed (=spædkalves overlevelse) giver +6 kr. ved knap 2% kortere kælvningsinterval og uændret 94% overlevende kalve ca. 2 uger efter kælvning.

Yversundhed m.m. opretholdes på uændret niveau (0,93 udbrud pr. årsko) og gevinsten bliver 0,08 færre udbrud svarende til +6 kr ved 600 kr. til behandling (inkl. gårdens indsats) og produktionstab pr. udbrud. Disse 6 kr. pr. 1000 kg mælk er afledt af 48 kr. pr. årsko i gevinst. Men da både kvaliteten af produktet (råvaren) og forbrugerens reaktion kan gå i en ugunstig retning og i et vanskeligt bestemt omfang vil tabet pr. udbrud eventuelt kunne stige til det dobbelte, således 1200 kr. Gevinsten pr. årsko ved at opretholde sundheden bliver da 96 kr. eller 11 kr. pr. 1000 kg mælk ved 8500 kg pr. årsko. Tilsvarende bruttogevinster vil også fås, hvis sundheden ved selektion direkte forbedres med 0,08 færre sygdomsudbrud pr. årsko. Det forebyggende arbejde - ikke mindst ved avl for sygdomsresistens - må derfor i de kommende år gives en central placering.

Den marginale fodereffektivitets forbedring fra 60% til 70% (=fodereffektivitet fra 83,5 til 85,1%) giver +22 kr., og foderoptagelseskapa-  
citetens forøgelse fra 3,6% til 6,0% betyder +10 kr. Disse 2 egenska-  
ber synes ugunstigt korrelerede (Ørskov et al., 1988), og den økono-  
miske værdi af øget optagelseskapa-  
citet er ydermere meget afhængig  
af, hvor meget grovfoder er billigere end tilskudsfoder, som erstattes  
af ad libitum grovfoder. Dette ses af følgende følsomhedsanalyse, der  
viser værdien af +2 procentenheders stigning i foderoptagelseskapa-  
citet under forskellige forudsætninger:

Kr. pr. 1000 kg 4% mælk ved 8500 kg (kr. pr. årsko):

| Fodereffek-<br>tivitet<br>(marginalt), % | Foderpriser, kr. pr. FE |         |         |      |
|------------------------------------------|-------------------------|---------|---------|------|
|                                          | Tilskud:                | 2,00    | 2,00    | 2,00 |
|                                          | Grovf.:                 | 2,00    | 1,60    | 1,20 |
| 84,7 (66)                                | -7(-60)                 | -1(-6)  | 6(47)   |      |
| 85,1 (70)                                | 0(0)                    | 6(54)   | 13(107) |      |
| 85,5 (74)                                | 7(60)                   | 13(114) | 20(167) |      |

Det bør iagttages, at blot en lille nedgang i fodereffektiviteten, fra  
85,1 til 84,7% (marginalt fra 70 til 66%) medfører en negativ værdi af  
+2% i optagelseskapa-  
citet (=47 fyldeenheder pr. ko årligt), såfremt  
grovfoderet (=græsmarksfoder) koster 80% eller mere af prisen på til-  
skudsfoderet. Groen & Korver (1989) finder et plus på ca. 63 kr. pr.  
ko årligt ved +1 kg tørstof dagligt (+6%) for typiske hollandske pri-  
ser.

Hvilken vægt der i et selektionsindeks skal lægges på kødproduktions-  
og brugsegenskaberne i videste betydning afhænger af selektionseffek-  
tivitet, omkostninger m.m. og skal ikke diskuteres nærmere her. Men  
det kan umiddelbart ses af tabel 7.10 og 7.11, at de anførte genetisk  
betingede egenskaber i punkterne 1-5 tabel 7.11 sideløbende med selek-  
tion for ydelse må forbedres eller fastholdes i omtrent det anførte  
omfang for at opnå en væsentlig økonomisk gevinst ved at fremavle køer  
med endnu højere ydelser. Prioriteres disse egenskaber så stærkt op på  
bekostning af ydelsesfremgang pr. generation, at der genetisk opnås  
den fremgang, der er repræsenteret ved genotype 2 i tabel 7.10, fås  
der et restbeløb på 273 - 235 = 38 kr. til dækning af meromkostninger  
i avlsarbejdet og til forbedring af nettooverskud.

## 7.7 Litteratur

- Andersen, B.B., Madsen, P., Jensen, J., Klastrup, S. & Sørensen, Sv. E. 1986. Avlsstationerne for kødproduktion 1984/85. 603. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 128 pp.
- Andersen, B.B., Madsen, P., Klastrup, S. & Sørensen, Sv.E. 1987. Avlsstationerne for kødproduktion 1985/86. 622. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 79 pp.
- Andersen, B.B., Madsen, P., Klastrup, S. & Sørensen, Sv.E. 1988. Avlsstationerne for kødproduktion 1986/87. 634. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 88 pp.
- Andersen, B.B. 1989. Genetiske og avlsmæssige aspekter vedrørende foderoptagelse, foderudnyttelse og kødproduktionssegenskaber. 660. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, DK. Kap. 3. 19 pp.
- Christensen, L.G. 1989a. Sundhed og avl. 660. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, DK. Kap. 4. 20 pp.
- Christensen, L.G. 1989b. Reproduktion og avl. 660. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, DK. Kap. 5. 17 pp.
- Esslemont, R.J. 1982. Economic aspects related to cattle infertility and the postpartum interval. In: Factors influencing fertility in the postpartum cow. (ed. H. Karg and E. Schallenberg). The Commission of the European Communities. p. 442 - 458.
- Groen, A.F. & Korver, S. 1989. The economic value of feed intake capacity of dairy cows. Accepted for publication in Livestock Production Science.
- Hindhede, J., Henneberg, U., Hermansen, J.E., Kristensen, T. & Thysen, I. 1986. 615. Ber., Appendiks B: Biologiske, tekniske og økonomiske resultater i helårsforsøgsbrug 1985/86. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. p. 237 - 255.
- Holmes, C.W. 1988. Genetic merit and efficiency of milk production by the dairy cow. In: Nutrition and lactation in the dairy cow. (ed. P.C. Garnsworthy). Butterworths, London. p. 195 - 215.
- Jørgensen, M. & Nielsen, S.M. 1977. Årsmøde. Helårsforsøg med kvæg. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. Stencil.
- Kristensen, E.S., Henneberg, U. & Hindhede, J. 1986. Sommerfodrings-systemets indflydelse på malkekøernes produktion og økonomi. 615. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. p. 26 - 45.
- Kristensen, E.S. 1989. Græsmarkens udnyttelse til mælkeproduktion - styrings- og produktionsresultater. Kap. 7. 661. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, DK. xx pp.
- Kristensen, V.F. & Kristensen, I. 1987. Vurdering og justering af foderoptagelsessystemet til malkekøer. Årsmødebilag, Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, DK. p. 9-11.

- Landbrugets Rådgivningscenter (LRC). 1988. Landskalkuler for de enkelte produktionsgrene, Århus. 31 pp.
- Laursen, B. 1985. Økonomisk totalvurdering af staldsystemer til mælkeproduktion. I: Staldsystemets indflydelse på malkekoens produktion. (red. Vagn Østergaard). 588. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. p. 228- 233.
- Laboriussen, T. 1987. Personlig kommunikation.
- Nielsen, E., Vesth, B. & Madsen, P. 1988. Avlsforsøg med Holstein-Friesian og SDM. 637. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 133 pp.
- Olsen, P. & Laursen, B. 1989. Forenklede grovfodersystemer - driftsøkonomiske analyser. Rapport nr. 46. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, 128 pp.
- Pedersen, J. 1988. Fødselsindekset. Resultater fra beregninger i 1988. Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, DK. Stencil, 36 pp.
- Thysen, I. 1985. Udsætning af malkekøer i forskellige staldsystemer. I: Staldsystemets indflydelse på malkekoens produktion (red. Vagn Østergaard) 588. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, p. 182 - 192.
- Traa, F.A. & Esslemont, R.J. 1977. Relationship between milk production and reproductive performance in the high yielding dairy cow. A review and a case study. Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit. Univ. of Reading, UK. 35 pp.
- Ørskov, E.R. 1988. A study on consistency of differences between cows in rumen outflow rate of fibrous particles and other substrates and consequences for digestibility and intake of roughages. Anim. Prod. 47: 45 - 51.
- Østergaard, V., Thysen, I. & Henneberg, U. 1985. Staldsystemets indflydelse på aflønning til stald, besætning og arbejde i mælkeproduktionen. I: Staldsystemets indflydelse på malkekoens produktion (red. Vagn Østergaard). 588. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. p. 210 - 226.
- Østergaard, V., Andersen, B.B., Christensen, L.G. & Møller, P.D. 1987. Status og perspektiver i dansk kvægbrugsforskning. Tidsskrift for landøkonomi 2/87. Det kgl. danske Landhusholdningsselskab. København. p. 105 - 121.
- Østergaard, V., Christensen, L.G. & Thysen, I. 1989. Malkekøernes fodereffektivitet ved forskelligt avlsmateriale, driftsvalg og foderstyrke. Helårsforsøgsbesætninger i årene fra 1967 til 1986. 660. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, DK. Kap. 6. 25 pp.

# APPENDIKS A

**Tabel A.1** Variabler i simplificeret model til beregning af de økonomiske virkninger af alternativt avlsvalg i mælkeproduktionen. Variables within simplified model for calculation of economic effects of alternative choice of genotype within milk production.

Model: Nettooverskud, kr./1000 kg 4% mælk =  $(Y_1 \cdot P_1 + Y_5 \cdot P_5 -$

$$X_{11} \cdot P_{11} - X_{15} \cdot P_{15} - X_{16} \cdot P_{16} - X_{17} \cdot P_{17} - X_{18} \cdot P_{18} - X_{20} \cdot P_{20} -$$

$$X_{21} \cdot P_{21} - X_{23} \cdot P_{23} - X_{24} \cdot P_{24} - X_{30} \cdot P_{30} - X_{35} \cdot P_{35} - X_{40} \cdot P_{40}) / Y_1$$

| Variabel | Betydning og enhed                                                                                                                     | (funktion) |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| $Y_1$    | Ydelse, 1000 kg 4% mælk pr. årsko<br>$6,5 \leq Y_1 \leq 9,5$                                                                           |            |
| $P_1$    | Mælkepris, kr. pr. kg 4% mælk                                                                                                          |            |
| $Y_5$    | Spædkalv ved ca. 2 u.e.k., antal pr. årsko<br>$= (1,22 - b_1(Y_1 - 6,5)(0,95 - 0,01(Y_1 - 6,5)))$<br>$b_1 = 0,02$ (var. 0,01-0,03)     | (2)        |
| $P_5$    | Nettoværdi af ungdyrproduktion, kr. pr. spædkalv<br>$= K_5 - b_5(Y_1 - 6,5)$<br>$K_5 = 2000$ (1500-2500)<br>$b_5 = 300$ (var. 200-300) | (5)        |
| $X_{10}$ | Ialt FE pr. årsko<br>$= K_{10} + 400 Y_1 + b_1(Y_1)^2$<br>$K_{10} = 1860$ (var. 1860-2114)<br>$b_1 = 16,7$ (var. 10,7-16,7)            | (1)        |
| $X_{11}$ | Tilskudsfoder, FE pr. årsko<br>$= X_{10} - X_{15} - X_{16} - X_{17} - X_{18}$                                                          |            |
| $P_{11}$ | Tilskudsfoder, kr. pr. FE (varierer med krav til sammensætn.)<br>$= K_{11} + 0,10(Y_1 - 6,5)$<br>$K_{11} = 1,65$ (var. 1,65-1,98)      |            |
| $X_{15}$ | Bederøer (rod + top) o.lign., FE pr. årsko<br>$= 1500$                                                                                 |            |
| $P_{15}$ | Bederøer, kr. pr. FE<br>$= 1,45$ (var. 1,45-1,74)                                                                                      |            |
| $X_{16}$ | Græsensilage, FE pr. årsko<br>$= 300 + (0,153(K_{10} - 1860) + 240)(Y_1 - 6,5)$                                                        |            |
| $X_{17}$ | Afgræsning, FE pr. årsko<br>$= 1600 - 250(Y_1 - 6,5)$                                                                                  |            |

fortsættes

Tabel A.1 fortsat:

|                       |                                                                                                                                     |     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| $P_{16}^{+}$          | Græsmarksfoder under eet (tabel 7.7), kr. pr. FE                                                                                    |     |
| $P_{17}$              | $=K+(Y_1-6,5)(M-K)/3$<br>$K=KOMBI=1,00$ og $M=M\&LK=1,37$ (var. 1,00-1,20 og 1,37-1,64)                                             |     |
| $X_{18}$              | $NH_3$ -halm, FE pr. årsko<br>$=428-82(Y_1-6,5)+0,01(K_{10}-1860)(Y_1-6,5)$                                                         |     |
| $P_{18}$              | $NH_3$ -halm, kr. pr. FE<br>$=1,30$ (var. 1,30-1,56)                                                                                |     |
| $X_{20}$              | Udskiftning, antal køer pr. årsko<br>$=0,43$                                                                                        |     |
| $P_{20}$              | Afskrivning, kr. pr. udskiftet ko<br>$=3000$                                                                                        |     |
| $X_{21}$              | Besætningsforrentning for een årsko<br>$=1,00$                                                                                      |     |
| $P_{21}$              | Årligt rentekrav pr. årsko<br>$=800$                                                                                                |     |
| $X_{23}$              | Mastitis, udbrud pr. årsko<br>$=0,55+b_{23}(Y_1-6,5)$<br>$b_{23}=0,05$ (var. 0,02-0,09)                                             | (3) |
| $P_{23}$              | Sygdomsbehandling og produktionstab, kr. pr. udbrud<br>$=600$ (kan variere meget)                                                   |     |
| $X_{24}$              | Sygdomme i stofskifte, lemmer og klove, udbrud pr. årsko<br>$=0,30+b_{24}(Y_1-6,5)$<br>$b_{24}=0,03$ (var. 0,01-0,06)               | (4) |
| $P_{24}$              | Sygdomsbehandling og produktionstab, kr. pr. udbrud<br>$=600$ (kan variere meget)                                                   |     |
| $X_{30} \cdot P_{30}$ | Staldomkostninger, kr. pr. årsko<br>$= (1,00 + ((Y_1/6,5) - 1,00) / b_{30}) P_{30}$<br>$b_{30}=15$ ; $P_{30}=3000$                  | (6) |
| $X_{35} \cdot P_{35}$ | Strøelse, el og andet diverse, kr. pr. årsko<br>$= (1,00 + ((Y_1/6,5) - 1,00) / b_{35}) P_{35}$<br>$b_{35}=2,0$ ; $P_{35}=400$      | (7) |
| $X_{40} \cdot P_{40}$ | Arbejdsomkostninger, kr. pr. årsko<br>$= (1,00 + ((Y_1/6,5) - 1,00) / b_{40}) P_{40}$<br>$b_{40}=1,4$ (var. 1,8-1,2); $P_{40}=4000$ | (8) |

EDB-beregningerne er udført af cand. agro Jens Peter Hansen, Statens Husdyrbrugsforsøg.

**Tabel A.2 Oversigt over produktion, foderforbrug m.m. ved forskelligt avls- og driftsvalg.**  
Milk production, feed intake etc. at different genotype and matching production system.

| Avls- og driftsvalg:       | KOMBI | MELLEMMFORMER | MÆLK |
|----------------------------|-------|---------------|------|
| - ydelse, kg 4% mælk/årsko | 6500  | 7500          | 8500 |
| - græsdage                 | 200   | 170           | 140  |
|                            |       |               | 110  |

Marg. fodereff. fra KOMBI til MÆLK = 60%

|                                                 |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Fodereff., året, %                              | 89,7 | 86,6 | 83,6 | 80,8 |
| Proteineff. stald,%(afgræs.ca.76) <sup>*)</sup> | 85   | 82   | 79   | 76   |
| Foderkrav ialt, FE/årsko                        | 5166 | 5799 | 6467 | 7167 |
| heraf:                                          |      |      |      |      |
| - tilskudsfoder ialt                            | 1338 | 2063 | 2823 | 3615 |
| - roer o.l.                                     | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| - græsens. o.l.                                 | 300  | 540  | 780  | 1020 |
| - afgræsning                                    | 1600 | 1350 | 1100 | 850  |
| - NH-3 halm                                     | 428  | 346  | 264  | 182  |
| Fyldeenheder ialt <sup>1)</sup>                 | 2150 | 2227 | 2305 | 2382 |

Marg. fodereff. fra KOMBI til MÆLK = 70%

|                                                 |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Fodereff., året, %                              | 89,7 | 87,8 | 86,0 | 84,1 |
| Proteineff. stald,%(afgræs.ca.76) <sup>*)</sup> | 85   | 83   | 81   | 79   |
| Foderkrav ialt, FE/årsko                        | 5166 | 5716 | 6287 | 6880 |
| heraf:                                          |      |      |      |      |
| - tilskudsfoder ialt                            | 1338 | 1938 | 2560 | 3203 |
| - roer o.l.                                     | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| - græsens. o.l.                                 | 300  | 579  | 858  | 1137 |
| - afgræsning                                    | 1600 | 1350 | 1100 | 850  |
| - NH-3 halm                                     | 428  | 349  | 269  | 190  |
| Fyldeenheder ialt <sup>1)</sup>                 | 2150 | 2230 | 2313 | 2381 |

1) Fyllder/FE : Tilskudsf.: 0.18; Roer: 0.27; Græsens.: 0.69;  
Afgræsning: 0.42; NH-3 halm: 1.46.

<sup>\*)</sup> Kilde: Østergaard, V. 1988. Kvægproduktionens teknisk-økonomiske planlægning, gennemførelse og kontrol på enkelte områder. KVL, Kompendium vedr. "Kvægproduktion B" for agronomstuderende, 45 pp.

NB: Foderrationernes sammensætning - også i de respektive laktations-afsnit - bygger på den viden, der er samlet i 551. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Hertil ajourføring ved V.F. Kristensen og Ole Aaes (personlig kommunikation, 1989).

## 8. PERSPEKTIVET FOR VALG AF AVLSSTRATEGI I MÆLKEPRODUKTIONEN

A. Neimann-Sørensen og Vagn Østergaard

Det er både en vanskelig og vigtig opgave at kunne planlægge og vælge den langsigtede strategi for det avlsarbejde, der kan give de mest hensigtsmæssige dyr til udnyttelse af de fremtidige ressourcer som foder, arbejdskraft m.m. og til opfyldelse af forbrugernes ønsker mht. produktkvalitet, dyrenes sundhed, opstaldning m.m. Det vanskelige og krævende i opgaven skyldes de mange faktorer, der påvirker valget, og tillige ændrer sig over den lange tidshorisont, 10-15 år, som et avlsvalg repræsenterer (jf. kap. 1, fig. 1.2). Ydermere eksisterer der et kompliceret samspil mellem flere af de væsentlige produktionsegenskaber. Det gælder bl.a. fodereffektivitet, foderoptagelse, kødproduktionsegenskaber, sundhed og reproduktion i forhold til ydelsesanlæggene hos malkekoen. Af de analyser, der er uddybet i kapitlerne 2-6, kan læres det meget væsentlige, at en ensidig selektion for ydelse eller for svag vægt på de øvrige egenskaber uundgåeligt vil forringe disse.

Denne viden er det særdeles vigtigt at udnytte, da det afgørende økonomiske resultat, nettooverskuddet pr. kg mælk, ved de økonomiske beregninger viser en aftagende tendens med stigende ydelse, såfremt der ikke lægges tilstrækkelig vægt på de øvrige egenskaber (tabel 7.9). I følgende 4 eksempler defineret ved kg 4% mælk pr. årsko (og slagtedyrenes slagtekvantitet relativt) : 1) 6500 (100), 2) 7500 (93), 3) 8500 (86) og 4) 9500 (80) blev nettooverskuddet pr. 1000 kg 4% mælk - under de mest sandsynlige forudsætninger - beregnet til hhv. 266, 235, 189 og 132 kr. Denne aftagende tendens skyldes den negative udvikling i de ovennævnte væsentlige produktionsegenskaber. En delvis ophævelse af disse uønskede virkninger kan på kort sigt opnås i nogle besætninger ved yderligere dygtiggørelse af fodermesteren, således at pasningskvaliteten hæves væsentligt over det høje niveau, der er forudsat i beregningerne. En varig ophævelse af disse uønskede virkninger af stærk selektion efter ydelsen kan derimod kun forventes opnået ved i forhold til ydelsen at opprioritere de enkelte egenskabers vægt i avlsindekset. Dette er inden for malkekvægracerne allerede gjort i væsentligt omfang i skrivende stund (juli 1989).

Der forestår dog fortsat et væsentligt justeringsarbejde af de enkelte racers avlsstrategier. Til støtte for de nødvendige beslutninger skal anføres nogle få perspektiver ved at inddrage de respektive faktorer med fuld økonomisk vægt. Nogle arvbare egenskabers økonomiske værdi fremgår af tabel 7.11.

Malkekoens sundhed - især resistens mod mastitis - bør nu inddrages direkte i avlsarbejdet. Ikke alene er mastitis malkekvægholdets hyppigst forekommende og mest tabvoldende sygdom, men der er også væsentlige husdyretiske og mælkevalitetsmæssige motiver for at begrænse dens optræden i vore kvægbesætninger.

Såfremt et godt skøn for den avlsbetingede fodereffektivitet (70%) anvendes i stedet for som hidtil 90%, og der antages moderat stigende arbejdsomkostninger pr. årsko, men aftagende pr. kg mælk, da formindskes det partielle bidrag fra alene øget mælkeydelse til et nettooverskud på ca. 0,60 kr. pr. kg mælk af uændret sammensætning mod hidtil antaget 1,39 kr. med 2,50 kr. pr. kg mælk (4,0% fedt og 3,3% protein) og også 2,50 kr. pr. ekstra FE.

Den partielle værdi af 1 procentenheds forbedring af fodereffektiviteten fra f.eks. 84 til 85% ved 8500 kg mælk pr. årsko er ca. 14 kr. pr. 1000 kg. Tilsvarende fås ca. 2 kr. pr. procentenhed i den marginale fodereffektivitet.

Foderoptagelseskapaçitetens partielle og direkte betydning for foderationens sammensætning og pris er også væsentlig (tabel 7.11), og den må antages at stige i takt med ønsket om at omsætte en større mængde fyldende og billigt foder, og iøvrigt give kvægbrugeren øgede muligheder for at gøre foderrationen så optimal som muligt i vomfysiologisk henseende.

Reproduktionens genetiske forbedring kan antages at blive mere central end det umiddelbart ses af tabel 7.11, i hvilken der - ud fra et race-/populationssynspunkt - er antaget jævn kælvningsfordeling over året.

I den enkelte besætning kan forringede reproduktionsforhold, hvor et kælvningsinterval på ca. 52 uger ikke kan opretholdes, medføre, at kælvningsfordelingen forskydes fra den optimale, og det økonomiske

resultat vil formindskes. Reproduktionsevnen har især betydning ved bl.a. en koncentreret kælvningsperiode og tiltagende værdi af slagte-dyrene.

Kødproduktionsegenskaberne vejer relativt tungt og kan med den genetiske variation, der forekommer, styrkes væsentligt ved f.eks. en fastholdelse af et givet niveau samtidigt med selektion for højere ydelse. Selektion for lettere kælvning vil ydermere give færre døde kalve og muliggøre selektiv anvendelse af kødprægede tyre - evt. ved brug af kønssorterede embryoner engang i fremtiden.

Fremavl af en robust, arbejdsvenlig og "selvhjulpen" malkeko må antages at få stigende betydning med øget krav i kvægbedriften om dels mindst mulig overvågning i weekend'erne og i aften- og nattetimerne og dels billigst mulige staldbygninger.

Der er i det foregående sat focus på avlsvalget og det tilhørende driftsvalg (fodring, malkning etc.), men det skal understreges, at der også herudover er muligheder for at forbedre det økonomiske resultat ved en højnelse af kvaliteten i dyrenes pasning - både igennem uddannelse og brug af en mere hensigtsmæssig teknik. Udover de avlsmæssige aspekter er tabel 7.11 tillige indikativ for en prioritering af indsatsen på pasningens forskellige elementer. En forøget anvendelse af den viden, der foreligger om/i produktions- og styringssystemer, er fortsat en "vej" til økonomisk fordelagtige tilpasninger. En uddybning af disse væsentlige forhold, der former miljøet, ligger uden for denne publikation.

Med de foran anførte virkninger af forskellige brugsegenskabers mulige ændring er der søgt givet et grundlag for tilpasning af avlsarbejdet ved justering i bl.a. selektionsindekset. Den præcise vægtning af de enkelte faktorer i indekset må nøje vurderes under hensyntagen til bl.a. de enkelte egenskabers heritabilitet, genetiske korrelation med ydelse, genetisk spredning og nettoværdi af ændring, incl. avlsomkostninger ved selektion for de betragtede egenskaber.