

Notat 2001–12

Gardsmodeller for å analysere produksjons- tilpasning i norsk mjølkeproduksjon

Ola Flaten

Tittel	Gardsmodeller for å analysere produksjonstilpasning i norsk mjølkeproduksjon
Forfatter	Ola Flaten
Prosjekt	Agromanagement (I000)
Utgiver	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF)
Utgiversted	Oslo
Utgivelsesår	2001
Antall sider	46
ISBN	82-7077-411-1
ISSN	0805-9691
Emneord	mjølkeproduksjon, produksjonssystem, lineær programmering, politisk reform, arealtilskott, tilskott til husdyr, mjølkekvote, slåttestrategi, norsk jordbruk

Litt om NILF

Forskning og utredning angående landbrukspolitikk, matvaresektor og marked, foretaksøkonomi, nærings- og bygdeutvikling.

Utarbeider nærings- og foretaksøkonomisk dokumentasjon innen landbruket; dette omfatter bl.a. sekretariatsarbeidet for Budsjettnemnda for jordbruket og de årlige driftsgranskningene i jord- og skogbruk.

- Gir ut rapporter fra forskning og utredning. Utvikler hjelpemidler for driftsplanlegging og regnskapsføring.
- Finansieres over Landbruksdepartementets budsjett, Norges forskningsråd og gjennom oppdrag for offentlig og privat sektor.
- Hovedkontor i Oslo og distriktskontor i Bergen, Trondheim og Bodø.

Forord

Rammevilkåra for norsk mjølkeproduksjon er endra de siste 15–20 åra. Mange bruk har fått redusert mjølkekvoten etter at systemet ble innført i 1983, og de har ressurser til å øke produksjonen om de ikke ble begrenset av kvoten. De siste 10–12 åra er produktprisene redusert, mens tilskott basert på areal i drift og dyretall har økt i omfang.

Nye mål og retningslinjer for landbrukspolitikken ble lagt fram i St.meld. nr. 19 (1999–2000), Om norsk landbruk og matproduksjon, og Stortingsflertallet slutta seg senere til disse. Prisene skal reduseres ytterligere, særlig på korn, for å bidra til prisreduksjoner på husdyrprodukter gjennom billigere kraftfôr. Inntektsreduksjonen skal kompenseres i skattelikningen gjennom et fradrag i positiv næringsinntekt og ved justeringer og utflating av tilskottsordninger.

Endra rammevilkår kan påvirke produksjonstilpasningen på bruksnivå. Økonomisk rasjonell tilpasning til endra rammevilkår kan være en grunn til utviklingen med jamt fallende mjølkeavdrått per ku fra toppåret 1993 til 2000. I notatet utvikles gardsmodeller for å undersøke optimalt driftsopplegg og økonomisk resultat på mjølkebruk. Særlig er en opptatt av virkninger på arealbruk, gjødsling, høstesystemer og fôrstyrke og -sammensetning hos mjølkekyr ved endra priser og tilskottsordninger.

Forsker Ola Flaten har utarbeidet modellene og skrevet notatet. Arbeidet skal inngå som en del av hans doktorgradsavhandling ved Norges landbrukshøgskole. Prof. emer. Harald Giæver, Institutt for økonomi og samfunnsfag, Norges landbrukshøgskole og rådgiver Knut Johannes Moen, Statkraft takkes for mange nyttige kommentarer og innspill til arbeidet. I NILF har forskningssjef Agnar Hegrenes, stipendiat Gudbrand Lien og konstituert forskningsdirektør Sjur Spildo Prestegard lest tidligere utkast og kommet med nyttige råd og kommentarer. Førstesekretær Berit Helen Grimsrud har redigert og klargjort notatet for trykking.

Deler av arbeidet er utført innenfor det strategiske instituttprogrammet Agromanagement, som igjen er finansiert av Norges forskningsråd.

Oslo, mars 2001

Leif Forsell

Innhold

SAMMENDRAG.....	1
1 INNLEDNING.....	3
2 MODELLBESKRIVELSE	5
2.1 Innledning.....	5
2.2 Plantedyrking og arealressurser.....	7
2.2.1 Slåtteeng.....	8
2.2.2 Beite	10
2.2.3 Korn.....	10
2.2.4 Gjenlegg	11
2.3 Kjøp av fôr.....	11
2.4 Husdyrholdet	12
2.4.1 Mjølkekyr.....	12
2.4.2 Oppdrettskviger.....	16
2.4.3 Slakteokser	17
2.5 Arbeidskrafttilgang og -krav	18
2.6 Produksjonstilskott	18
2.7 Priser og resultatmål	19
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	21
3.1 Basismodellene.....	21
3.2 Senka mjølkepris og økt mengdeuavhengig støtte	24
3.3 Betydelige endringer i priser og tilskott	26
3.4 Kan sen slått være lønnsomt?	28
4 KONKLUSJON	31
REFERANSER.....	33
VEDLEGG.....	37

Sammendrag

Landbrukspolitiske rammevilkår er i endring. Produktprisene synker, mens mengdeuavhengige tilskott øker sin andel av produksjonsinntektene. Formålet med dette notatet er å undersøke virkninger av endringer i priser og tilskott på faktorinnsats, produksjon og økonomisk resultat hos norske mjølkeproduksjonsbruk med en gitt mjølkekvote. LP-modeller, med korn og slakteokser som alternative produksjoner, utvikles til formålet.

Ved basisforutsetningene (1999-priser) fylles mjølkeknoten av kyr med moderat til låg avdrått (6 000 til 6 600 kg mjølk per ku). Mjølkekyrne får surfôr etter appetitt. Tre slåtter er mer lønnsomt enn to slåtter. Gjødsling i eng er moderat (15 til 20 kg N per daa). Lite lønnsomme eller færre alternative produksjoner gjør lågtytende produksjons-system mer lønnsomme. Knapphet på faste ressurser gjør høgtytende produksjons-system og sterkere enggjødsling mer lønnsomt.

Endra mjølkepris påvirker ikke tilpasningen. Hvis det bare kan dyrkes grovfôr, påvirker ikke økt arealtilskott til grovfôrvekster tilpasningen. Om korn også kan dyrkes og arealtilskott til grovfôrvekster øker, blir grovfôr relativt billigere og dyrkes over et større areal. Tilførselen av kraftfôr til kyrne blir mindre, grovfôropptaket øker og avdrått synker. Mer støtte til mjølkekyr gir flere kyr og lågere avdrått, og enggjødsling kan bli sterkere.

Reduserte produkt- og kraftfôrpriser kombinert med justeringer og utflating av tilskottsordninger gir flere kyr og lågere avdrått. Surfôr blir i større grad rasjonert ut, og kraftfôrforbruket blir til dels høgt. Arealbruken ekstensiveres. Innslaget av permanent beite kan bli betydelig, mens korn faller ut. Tre slåtter er mest lønnsomt, men to slåtter kommer bedre ut. Fortjenesten reduseres, men kan kompenseres med produksjons-nøytral støtte, som inntektsfradrag.

1 Innledning

Mål og retningslinjer for norsk landbrukspolitikk i åra framover ble lagt fram i St.meld. nr. 19 (1999–2000). Stortingsflertallet har i Innst. S. nr. 167 (1999–2000) sluttet seg til disse. Målpriser skal reduseres for å bedre nasjonal markedsbalanse og opprettholde konkurransevilkåra for næringsmiddelindustrien når EU gjennomfører Agenda 2000. Ifølge St.prp. nr. 82 (1999–2000) er lågere kornpriser særlig viktig for å bidra til prisreduksjoner på husdyrprodukter gjennom billigere kraftfôr. Reduserte inntekter skal kompenseres i skattelikningen gjennom et fradrag i positiv næringsinntekt og ved justeringer av tilskottsordninger. 1990-tallets landbrukspolitikk, hvor de mengdeuavhengige tilskottenes andel av produksjonsinntektene økte, vil fortsette.

Nye forhandlinger i WTO kan legge ytterligere føringer for nasjonal landbrukspolitikk. Dessuten er EUs markedspriser, bl.a. for mjølkeprodukter, under press (Benjamin, Gohin & Guyomard, 1999), og dette kan få betydning for norske priser, jamfør begrunnelsen for reduserte målpriser.

Landbrukspolitiske rammevilkår for bruk med mjølkeproduksjon er derfor i endring. Sjølv om retningen i endringene kan synes klar, er det stor usikkerhet knyttet til omfanget av endringene. På bruksnivå kan endringene få betydning både for langsiktige (strategiske) og mer kortsiktige (taktiske) beslutninger. I dette notatet vektlegges kortsiktige beslutninger.

Flaten (2000) utviklet en produksjonsteoretisk modell for å analysere effekter av endringer i rammevilkår på faktorbruk, produksjon og økonomisk resultat hos mjølkeproduksjonsbruk. I modellen ble det ikke tatt hensyn til bl.a. egenprodusert grovfôr, knappe arealressurser og arealtilskott. Hegrenes & Hovland (1996) utviklet lineære programmeringsmodeller (LP-modeller) for å analysere virkninger av en overgang fra prisstøtte til mengdeuavhengige tilskott (som areal- og dyretilskott) for norske bruk med mjølke- og kjøttproduksjon med tilhørende grovfôrproduksjon. Andre programmeringsstudier som har analysert effekter av endringer i landbrukspolitiske virkemidler og miljøreguleringer på bruk med mjølkeproduksjon de senere åra, er bl.a. Berentsen & Giesen (1995), Rigby & Young (1996), Herrero, Fawcett & Dent (1999), Ramsden, Gibbons & Wilson (1999), Tozer & Huffaker (1999), Berentsen, Giesen & Renkema (2000), Hennessy (2000) og Valencia & Anderson (2000).

På kort sikt er faktorer som enggjødsling, slåttetidspunkt i enga, beitebruk, fôrstyrke og fôrsammensetning (særlig forholdet mellom grovfôr og kraftfôr) til mjølkekyrne og antall kyr, viktige valgproblemer i en kvoteregulert mjølkeproduksjon, i tillegg til i hvilken grad produksjonen av mjølk bør kombineres med andre driftsgrener. Få av de refererte studiene har sett på alle disse faktorene i sammenheng.

På bakgrunn av dette er formålet med dette notatet å undersøke hvilke virkninger priser og tilskott og endringer i disse har på faktorinnsats, produksjon og økonomisk resultat hos bruk med mjølkeproduksjon i Norge. Særlig vurderes virkninger av forhold nevnt i forrige avsnitt. Flaten (2000) har undersøkt virkninger av å endre en faktor av gangen for priser, direkte støtte og tilskott til husdyr. I dette notatet er en mer opptatt av arealtilskottet og virkninger av å endre flere virkemidler samtidig. Betydningen av knappe arealressurser vurderes også. For å analysere virkninger av endringer i virkemiddelbruk utvikles deterministiske LP-modeller.

Notatet er organisert på følgende måte: LP-modellene beskrives i kapittel 2. Resultater ved opprinnelig og endra virkemiddelbruk presenteres og drøftes i kapittel 3. Det legges vekt på å knytte drøftingen opp mot forventede virkninger fra produksjonsteorien. Konklusjoner kommer i kapittel 4.

2 Modellbeskrivelse

2.1 Innledning

Driftssystemer på gardsbruk med mjølkeproduksjon (inkludert kvigeoppdrett til egen rekruttering og grovfôrproduksjon til kyr og oppdrett), eventuelt med andre driftsgrener i tillegg, er komplekse og integrerte. Beslutninger i en del av systemet påvirker andre deler. For å analysere tilpasninger kan det følgelig være nødvendig å vurdere hele drifta, i stedet for bare deler av den. Driftssystemet begrenses av disponible fysiske ressurser (f.eks. jordbruksarealer, bygninger, maskiner og arbeidskraft) og eksterne forhold (f.eks. kvoter, kontrakter og miljøreguleringer). En brukerfamilie har ett eller flere mål med gardsdrifta. I denne studien antas maksimering av forventet fortjeneste. Matematiske programmeringsmetoder er godt egnet for å løse slike problemer.

De utvikla modellene er bygd opp som standard LP-modeller:

$$\begin{aligned} &\text{maksimer } Z = \sum_j c_j x_j \\ &\text{gitt at } \sum_j a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ &\text{og } x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

hvor x_j er nivå på aktivitet j , c_j er fortjeneste (dekningsbidrag) av en enhet av aktivitet j , a_{ij} er mengde av ressurs i som trengs for å produsere en enhet av aktivitet j , b_i er disponibel mengde av ressurs i og Z er målfunksjonsverdien (fortjenesten). I modellene antas konstante faste kostnader, og de legges ikke inn i modellene.

Tabell 2.1 viser en forenkla representasjon av samla modellstruktur. Konstruerte bruk i Østlandet eller i Trøndelag, med en gitt mjølkekvote, analyseres. Jord kan nyttes til slåtteeng, beite eller korn. Avhengig av slåttetidspunkt slås enga to (sen slått) eller tre (normal slått) ganger i året. Tilførsel av N (nitrogen) til slåtteeng og beite kan variere.

Tabell 2.1 Forenkla modellstruktur

	Aktiviteter							Høyre side
	Forproduksjon til eget forbruk	Planteproduksjon for salg	Kjøp av for husdyrhold	Salg av mjølk	Familiens arbeidskraft	Leid arbeidskraft	Tilskottsordninger	
Malifunksjon	$-C_j$	C_j	$-C_j$	$+ C_j$	C_j	$-C_j$	$-C_j$	C_j MAX
Jordbruksareal	1	1						$\leq b_i$
Mjølkeproduksjon og -kvote				$-a_{ij}$	1			$\leq b_i$
Bygningskapasitet				a_{ij}				$\leq b_i$
Arbeidskrav	a_{ij}			a_{ij}		$-a_{ij}$	$-a_{ij}$	≤ 0
Tilgang pa egen arbeidskraft							a_{ij}	$\leq b_i$
Forkrav	$-a_{ij}$			a_{ij}				≤ 0
Rekruttering og fødselsbalanse							$+ -a_{ij}$	≤ 0
Vekstskifte	$+ -a_{ij}$							≤ 0
Tilskottsordninger	$-a_{ij}$						$-a_{ij}$	$a_{ij} \leq 0$

Det kan velges mellom mjølkekyr med forskjellige avdråttsnivå, hvor både surfôr gitt etter appetitt og rasjonert tilførsel av surfôr er mulig, for å fylle kvoten. Avdrått bestemmes av fôrinnsetning. Påsettkviger oppdrettes på garden og slakteokser kan føres fram, men bygningskapasiteten begrenser dyretallet. I modellene antas god nok likviditet, og begrensning av tilgang på kapital blir verken modellert eller konsekvensvurdert.

I praksis er det vanskelig å fordele grovfôret i en besetning slik at noen dyr får tidlig slått grovfôr, mens andre får sent slått grovfôr. Det er derfor utviklet egne modeller for hver slåttestrategi, og den med høyest målfunksjonsverdi er mest lønnsom. På en del bruk er korndyrking uaktuelt, f.eks. grunnet jordtype, klima eller personlige preferanser. Derfor blir også modeller hvor muligheter for korndyrking fjernes analysert.

Modellene er en-periodiske og strukturert som en likevekt, dvs. at modelløsningene viser produksjonstilpasning og fortjeneste etter at driftsopplegget er stabilisert, jmfør Pannell (1996). Tilnærmingen gir ikke informasjon om hvordan driftsopplegg bør endres over tid fra opprinnelig til nytt optimum, f.eks. ved endringer i kutallet.

Gardsmodeller må ta hensyn til biologiske og tekniske aspekter ved produksjonen, og det trengs betydelig informasjon fra jord- og plantefag, husdyrfag og landbruks-teknikk. Det er utført mye forskning innen disse områdene. Ofte kan lite av dette nyttes direkte i modellstudier, og på enkelte områder er det betydelige kunnskapsmangler. Subjektive vurderinger er derfor uunngåelig ved utarbeiding av gardsmodeller (Dent, Harrison & Woodford, 1986:133).

For å gjøre gardsmodeller handterbare, må det gjøres en rekke tilnærminger og forenklinger, og modellene må bli en idealisert representasjon av et reelt problem. Kostnadene ved en større og mer kompleks modell må avveies i forhold til nytten av større presisjon. Kostnadene ved økt modellstørrelse og kompleksitet inkluderer ikke bare arbeidsinnsats og nødvendig datamaskinkapasitet, men også vansker med å forstå og tolke modellresultater samt feilsøking.

Modellene med mulighet for korndyrking har om lag 60 aktiviteter og 40 restriksjoner. Uten muligheter for korndyrking er modellene mindre. Modellene er relativt små, men de bør likevel være store nok til å gi tilstrekkelig innsikt i problemstillingen. Programpakken LINDO brukes til å løse modellene. Vedlegg 1 viser variabeldefinisjoner, modellformuleringer og resultater fra kjøring av modeller med mulighet korndyrking ved basisforutsetningene.

2.2 Plantedyrking og arealressurser

I modeller med (uten) mulighet for korndyrking er jordbruksarealet 225 (190) daa. Jord kan ikke leies inn eller ut, men effekter av både større og mindre arealgrunnlag beskrives. Arealressursene er av ensarta kvalitet. Gras nyttes til beite eller slåtteeng. Gras til vinterfôr høstes direkte, ensileres og lagres i plansilo. Eng fornyes uten dekkvekst eller med dekkvekst (korn til modning). Det utarbeides egne aktiviteter for gjenlegg. Bygg (*Hordeum vulgare* L.) er eneste aktuelle kornvekst.

Det tas ikke hensyn til fordeling av husdyrgjødsel på ulike vekster. Tilførsel av plantenæring i form av husdyrgjødsel fra egne dyr i inneføeringsperioden regnes om til tilsvarende mengder i mineralgjødsel, og planteproduksjonene belastes denne kostnaden. Verdien av husdyrgjødsel tas med som en produksjonsinntekt i husdyraktivitetene.

Variable kostnader i planteproduksjonene inkluderer innkjøpte driftsmidler som såfrø/såkorn, mineralgjødsel, kalk (inkludert spredning utført av entreprenør), plantevernmidler og ensileringsmiddel (noe avhengig av vekst). Til skurtresking leies tresker med fører. Eget utstyr, eventuelt eid i lag med andre, nyttes til andre maskinoperasjoner. Maskinkapasiteten er tilstrekkelig. Det tas også hensyn til variable kostnader (kr per

brukstime) til traktordrivstoff og smøreolje samt variable kostnader til vedlikehold av traktorer, maskiner og redskaper. Vedlikeholdskostnader (kr per brukstime) beregnes på grunnlag av koeffisienter for vedlikeholdskostnader per 1 000 kr i gjenanskaffingsverdi per brukstime (bl.a. Lönnemark, 1971; Hegrenes, 1985). Gjenanskaffingspriser hentes bl.a. fra NILF (1999). Maskintid ved ulike operasjoner bygger bl.a. på Kiel & Sørland (1982), Skar (1996) og NILF (1999).

Kalkbehovet beregnes på følgende måte: Jordas kalktilstand er tilfredsstillende, men grunnet naturlig forsuring antas et årlig behov for vedlikeholdskalking på 35 kg kalkstensmjøl per daa. NPK-gjødselslagenes negative kalkeffekt er 1,5 kg kalkstensmjøl per kg tilført N. Kalksalpeter har en positiv kalkeffekt lik 1 kg kalkstensmjøl per kg tilført N.

2.2.1 Slatteeng

Avling og næringsverdi av gras avhenger av faktorer som bl.a. tilførsel av vatn, næringsstoffer, kalk og plantevernmidler, botanisk sammensetning, høstesystem, jord og jordkulturtiltak, værforhold (temperatur, nedbør og lys) og samspill mellom faktorene. Det er ikke mulig å ta hensyn til alle forhold (som brukeren kan påvirke). Størst betydning har kanskje høstesystem og gjødsling (særlig tilførsel av N), og effekter av disse undersøkes. Andre forhold som påvirker avling og næringsverdi forutsettes konstant.

Avling måles som produksjon av tørrstoff (TS). Energiverdien av graset uttrykkes som nettoenergi til laktasjon¹. Av stofflige verdier tas hensyn til protein, målt som AAT (Aminosyrer Absorbert i Tarmen) og PBV (ProteinBalanse i Vomma) til mjølkekyr og fordøyelig råprotein til ungdyr. I tillegg vurderes fordøyelighet og førehetskonsentrasjon (FEm per kg TS).

I Norge er det utført en rekke markforsøk med høsting og gjødsling av eng (se f.eks. Baadshaug, 1976; Pestalozzi, 1980 og 1987; Østrem og Øyen, 1985; Baadshaug, Grønnerød & Skjelvåg, 1996). Færre høstinger gir høyere tørrstoffproduksjon. Lignifisering av cellevegger fører til nedsatt fordøyelighet av organisk stoff i graset ved senere slått (Beever, Offer & Gill, 2000:142), førehetskonsentrasjonen synker og forskjellen i produksjon av nettoenergi blir mindre. Proteininnholdet er høyest i ungt gras. Ved stigende mengder N blir avlingene jamt over større, men med avtakende merutbytte. Engas behov for N og evne til å utnytte store mengder N øker med antall høstinger. Sterkere N-gjødsling gir høyere proteininnhold i graset.

Forsøksfelt ligger ofte på god og ensarta jord uten kantvirkninger, stelles godt, har et tilfredsstillende plantedekke, gode overvintringsforhold m.m. Under praktiske forhold er det funnet lågere avlingstall (Wiersholm, 1969; Dillon & Anderson, 1990:161). Bruttoavlinger ved praktiske forhold er skjønnsmessig redusert med 20 % i forhold til forsøksstall. Det er nettoavlinga (dvs. den førmengde som kommer på fôrbrettet og som utnyttes av dyra) som er av interesse. Tap fås ved høsting (spill), konservering og lagring samt utfôring (Hole, 1987; Kjus, 1987; Merry, Jones & Theodorou, 2000). Disse tapa settes til 20 % av bruttoavling i praksis. I forhold til tall fra markforsøk reduseres nettoavling med 36 %.

De to høstesystemene med hver sin modell er: 1) Tre slåtter med kort avstand mellom høstingene, hvor første slått tas litt etter begynnende skyting, med slåttetidspunkt ca. 10. juni, 25. juli og 20. september (normal slått); og 2) to slåtter som begge høstes på et sent utviklingstrinn, ca. 25. juni og 1. september (sen slått). Det nyttes engfrøblandinger med timotei (*Phleum pratense* L.), engsvingel (*Festuca pratensis*

¹ Produksjon av nettoenergi måles som føreheter mjølk (FEm), dvs. nettoenergi til laktasjon. Når ei ku får en kg bygg med 87 % TS, skal energimengden i den mjølka, som kua produserer av dette fôret, være 6 900 kJ (Ekern *et al.* 1991).

Huds.) og litt rødkløver (*Trifolium pratense* L.). Timotei er mindre varig ved økt høstefrekvens. Engsvingel tåler tre høstinger bedre, og øker sin andel i nesten like stor grad som timoteien går tilbake (Baadshaug, 1976:23; Nissinen & Hakkola, 1995). I føringsforsøk med slakteokser og mjølkekyr er det ikke påvist forskjeller i förverdi av timotei- og engsvingelsurför (Johansen & Nordang, 1993 og 1994). Forskjeller i engas botaniske sammensetning antas derfor ikke å ha noen effekter på produksjonsresultat i husdyrholdet.

Særlig flere slåtter, men også økt tilførsel av N og jamn fordeling av N i vekstsesongen, kan gi redusert overvintringsevne, uttynna plantebestand og mindre varig eng (Baadshaug, 1976:23, 49). Klimatiske, edafiske og topografiske forhold påvirker også overvintringsevne og engas varighet. Det er derfor store forskjeller mellom skifter og områder i overvintringsevne og hvor godt intensive høstesystem tåles. I modellene forutsettes en varighet på 4 (3) engår, ekskludert gjenleggsåret, ved 2 (3) slåtter, mens N-tilførsel ikke påvirker varighet.

Det nyttes informasjon fra bl.a. markforsøk for å anslå virkninger av høstesystem og stigende N-mengder – samt noe økende mengder P (fosfor) og K (kalium) – på avling, fordøyelighet og næringsverdi². For hvert høstesystem legges det inn fem gjødslingsnivå. Hvert av disse punktestimatene på avlingskurvene utgjør en separat aktivitet, og de konkave avlingskurvene tilnærmes med stegvise lineære segment (Hazell & Norton, 1986:37). Plantenes behov for P og K blir større ved stigende mengder N og økt avling. Det tas hensyn til økende behov for P og K ved at de første 10 kg N per daa dekkes av NPK-gjødsel 18–3–15, de neste 10 kg N per daa av NPK-gjødsel 22–2–12 og mengder over 20 kg N per daa av NPK-gjødsel 25–2–6. Tabell 2.2 viser slatteengas nettoavling, fordøyelighet, førehetskonsentrasjon og næringsverdi ved to og tre slåtter per år og økende tilførsel av N.

Tabell 2.2 Slatteengas nettoavling, fordøyelighet, førehetskonsentrasjon og næringsverdi ved to og tre slåtter per år og økende tilførsel av N

	kg TS/daa	FK ¹	FEm/ kg TS	FEm/daa	AAT, g/kg TS ²	PBV, g/kg TS
<i>To slåtter:</i>						
5 kg N/daa	474	64	0,72	341	70	-44
10 kg N/daa	550	64	0,72	396	70	-27
15 kg N/daa	589	64	0,72	424	70	-17
20 kg N/daa	608	64	0,72	438	70	-9
25 kg N/daa	611	64	0,72	440	70	-3
<i>Tre slåtter:</i>						
10 kg N/daa	384	72	0,84	323	73	-10
15 kg N/daa	461	72	0,84	387	73	10
20 kg N/daa	512	72	0,84	430	73	25
25 kg N/daa	538	72	0,84	452	73	36
30 kg N/daa	544	72	0,84	457	73	46

¹ Fordøyelseskoeffisient organisk stoff

² Antakelig er innholdet av AAT i grovfor relativt konstant, uavhengig av N-gjødsling og høstetidspunkt. Inntil flere forskningsresultater foreligger brukes konstante verdier, gruppert etter høstetidspunkt (Harstad, 1994:100).

² Alternativt kan simuleringsmodeller for vekst og produksjon i gras (Bonesmo, 1999) eller regresjonsanalyser av avlingskurver i eng (Vatn *et al.*, 1996; Vedeld, 1998) nyttes direkte. Ingen av disse studiene tar hensyn til alle relevante forhold. En tilnærming hvor informasjon fra ulike kilder utnyttes og settes sammen til en helhet velges.

Kilde: Egne anslag på grunnlag av informasjon fra ulike kilder.

Med to slåtter gjødsles to ganger, unntatt bare en gang ved 5 kg N per daa. Med tre slåtter gjødsles tre ganger, unntatt to ganger ved 10 kg N per daa. Øvrige maskinoperasjoner består av høsting med fôrhøster, transport og avlesning med avlesservogn og tråkking i silokum. Maskin- og arbeidstid ved disse operasjonene beregnes per tonn ferskt gras (brutto). Ferskt gras ved tre (to) slåtter inneholder 18 (24) % TS, og maskinforbruket per tonn TS blir høgest ved tre slåtter. Kostnad til ensileringsmiddel beregnes per kg TS nettoavling.

2.2.2 Beite

Grasvekst på kulturbeite påvirkes av samme faktorer som slåtteeeng, men veksten avbrytes på et tidligere stadium og høstefrekvensen øker. Ungt gras på beitestadiet har høy næringsverdi, både energetisk og stofflig. Næringsverdien går ned fra mai–juni til juli, men holder seg så godt oppe resten av veksttida unntatt hvis det kommer frostperioder (Saue, 1983). I gjennomsnitt antas 0,97 FEm per kg TS. Hyppigere høstefrekvens, tråkk og ruker gir lågere nyttbar grasavling enn i slåtteeeng. Forsøksringene i Hedmark og Oppland regner med 20–25 % lågere fôrenhetsavling på dyrka beiter enn slåtteeeng i sitt område, Revhaug *et al.* (1997:106)

Dyra slippes på beite ca. 20. mai og tas inn igjen ca. 10. september. I praksis kan det velges mellom forskjellige beitesystemer (fri beiting, skiftebeiting eller stripebeiting). Tilvekst av beitegras gjennom vekstsesongen varierer, og tiltak for å utjamne tilgang på beitegras gjennom en beitesesong kan være nødvendig. I modellene forenkles valgproblemer ved beitebruk og -stell, og det sees bare på total produksjon av beitegras for hele beitesesongen.

Det legges både inn aktiviteter med kortvarig beite som må fornyes og permanent beite (gammel eng på fulldyrka jord som ikke fornyes). Kortvarig beite fornyes på samme måter som slåtteeeng. Det nyttes ei beitefrøblending med timotei, engsvingel, engrapp (*Poa pratensis* L.) og litt kvitkløver (*Trifolium repens* L.). Varigheten settes til fem år (ekskludert gjenleggsåret). Ved gjenlegg uten dekkvekst legges avlinga i gjenleggsåret i silo.

For kortvarig beite er det lagt inn tre aktiviteter med ulik næringsstofftilførsel. I beiter tilføres relativt lite K, og for en viss mengde N tilføres 50 % av N i NPK-gjødsel 22–2–12 og 50 % i NPK-gjødsel 21–4–10. Det er utført få norske gjødslingsforsøk i beite. Et unntak er Aase (1972). Ved å regne om fra brutto- til nettoavling i forsøkene og å justere avlingene i forhold til netto avlingsnivå i slåtteeeng, antas følgende avlingsnivå (per daa) i kortvarig beite: 15 kg N – 341 kg TS, 20 kg N – 371 kg TS og 25 kg N – 386 kg TS. Det avbeites fire ganger, og spres mineralgjødsel etter hver avbeiting. Beitet pusses to ganger og vedlikeholdskalkes.

Det legges inn en aktivitet med permanent beite. Sådde arter forsvinner da gradvis fra beitet og erstattes av bl.a. engkvein (*Agrostis tenuis* Sibeth.), rapparter (*Poa*), rødsvingel (*Festuca rubra* L.) og diverse ugras (Opsahl & Skjelvåg, 1984). Beitet gjødsles med 5 kg N i kalksalpeter (2 gjødslinger), vedlikeholdskalkes og pusses en gang i året. Aase (1972) fant et avlingsnivå i ugjødsla gammelt, produktivt beite på ca. 50 % av godt gjødsla og relativt nytt kulturbeite. På usikkert grunnlag fastsettes avling i permanent beite til 200 kg TS per daa.

2.2.3 Korn

Valgproblemene i korndyrkinga er mange. Dette forenkles, og bare en aktivitet med bygg inkluderes. I aktiviteten nyttes en standard dyrkingsplan med tradisjonell jordarbeiding (pløying, slådding, harving og tromling etter såing), 20 kg såkorn per daa, tilførsel av 50 kg NPK-gjødsel 21–4–10 per daa og noe sprøyting.

Avlingsvariasjonen mellom områder er stor. Normalavlinger for bygg på landsnivå ligger på ca. 350 kg per daa (15 % vatn). I modellene nyttes en forventet avling på 375 kg per daa. Heimemaling av fôrkorn er ikke mulig i modellene, og alt bygg selges. Halmen kan NH₃-behandles³ og gis til ungdyra. Resterende halm gis bort til andre brukere. Nyttbar halmavling settes til 80 % av kornavlinga, dvs. 300 kg halm (med 85 % TS) per daa.

2.2.4 Gjenlegg

Slåtteeing og beite kan fornyes uten dekkvekst som vårgjenlegg eller med bygg til modning som dekkvekst. I modellene påvirkes ikke avling og næringsverdi i engåra av gjenleggsmåte. Beite er mer varig enn slåtteeing, og det må defineres separate aktiviteter for hver gjenleggsmåte til slåtteeing og beite. I hver modell fås derfor fire gjenleggsaktiviteter.

Ved bruk av bygg som dekkvekst reduseres såmengden av korn til 17 kg per daa og tilførselen av NPK-gjødsel 21–4–10 med 10 kg per daa for å minske legdefaren og for å få et godt gjenlegg. Byggavlinga blir mindre (340 kg per daa). Korn og grasfrø (2,5 kg per daa) sås samtidig, og det utføres de samme arbeids- og maskinoperasjoner som ved ordinær byggdyrking. Gras underkues av korn, og det blir ingen grasavling i gjenleggsåret.

Jordarbeiding ved gjenlegg uten dekkvekst er tradisjonell. Grasspirene vokser sakte til fra våren av, og avlinga blir ikke stor. Det sprøytes mot ugras, for å unngå at dette tar overhånd. Gjenlegget høstes og ensileres. Ved tre (to) slåtter i engåra slås to (en) ganger i gjenleggsåret. Grasets fordøyelighet og FEm-konsentrasjon er som i engåra. N-gjødsling er 10 (9+4) kg per daa ved en (to) slåtter i gjenleggsåret. Tabell 2.3 viser forventet nettoavling og proteininnhold.

Tabell 2.3 Nettoavling og proteininnhold i gjenleggsåret ved fornying av eng uten dekkvekst

	kg TS/daa	AAT, g/kg TS	PBV, g/kg TS
En slått	384	70	-17
To slåtter	336	73	25

Kilde: Egne anslag.

2.3 Kjøp av for

Kjøp og salg av grovfôr er ikke mulig, men kraftfôr kan kjøpes. Til kalvene brukes mjølkeerstatning. Tabell 2.4 viser hvilke kraftfôrblandinger som kan kjøpes, priser i 1999 og innhold av energi og protein. Kraftfôr inneholder 87 % TS. Korngrøpp, kalvekraftfôr og beitekraftfôr nyttes bare til henholdsvis ungdyr, kalver og i beiteperioden.

³ NH₃-behandla halm inneholder 0,69 kg FEm per kg TS og 36 g fordøyelig råprotein per kg TS.

Tabell 2.4 Priser og innhold av energi og protein i kraftforblandinger

	Energiinnhold		Proteininnhold		Ford. raprot., % av forvare
	Pris, kr/kg for	FEm/kg forvare	AAT, g/FEm	PBV, g/FEm	
Korngrøpp	2,41	0,85	75	-30	8,2
Drøvtyggerfor 97 lag (DF97L)	2,54	0,95	97	-15	10,4
Drøvtyggerfor 97 høg (DF97H)	2,77	0,95	97	20	12,9
Drøvtyggerfor 200 (DF200)	4,21	0,93	200	100	27,4
Drøvtyggerfor Beite	2,59	0,95	97	-30	9,7
Kalvekraftfor	2,90	0,96	110	10	15,2

Kilder: NILF (1999), prislister i regionale samvirketidsskrift i 1999 og personlige opplysninger fra kraftforavdelingen i Felleskjøpet Øst Vest.

2.4 Husdyrholdet

Mjølkekvoten i modellene er på 90 000 liter per år, men effekter av andre kvotestørrelser beskrives også. Meierileveranser innenfor kvoten betales med ordinær mjølkepris. For leveranser over kvoten ilegges en overproduksjonsavgift, for tida på 2,90 kr per liter mjølk. Derfor modelleres to aktiviteter for mjølkesalg, en innenfor og en over kvoten.

Kjøp og salg av kvoter i Norge er mulig, men med administrativt fastsatte priser og fordeling. For å redusere mjølkeleveransene er hele salgsmengden inndratt de siste åra, og kjøp har ikke vært mulig. Inn- og utleie av kvoter og salg av deler av kvoten er ikke tillatt. Omsetning av mjølkekvoter modelleres derfor ikke, men mjølkekvotens skyggepris viser marginal fortjeneste i mjølkeproduksjonen.

Det forutsettes konsentrert høstkalving (i månedsskiftet september/oktober). Førte prosent av kyrne⁴ utrangeres hvert år, og de erstattes av to år gamle kviger fra egen besetning. Kyrne kalver en gang i året. De får i gjennomsnitt en kalv, hvorav 50 % av hvert kjønn. Tjue prosent av kvigekalvene selges som spedkalv (fem uker gamle), mens resten oppdrettes og rekrutteres til egen besetning. Oksekalver kan enten selges (fem uker gamle) eller føres fram til slakteferdige okser. Det antas ingen tilgang på innkjøpte oksekalver.

Driftsbygningens størrelse begrenser dyretallet. Det er plass til 18 kyr og ti ungdyr over åtte måneder. Til kalver og ungdyr under åtte måneder er kapasiteten stor nok. Slakteokser kan stå både på ungdyrplasser og ledige kuplasser. Kviger kan stå på ungdyrplasser hele oppdrettsperioden, eller først stå på ungdyrplasser, og deretter ta over kuplasser etter oksene. Et eksempel: En 15 måneders okse opptar ca. 0,6 dyreplasser [(15–8)/12] og ei kvige ca. 1,35 dyreplasser [(24–8)/12]. Ei kvige som tar over etter en okse på kuplassene opptar da 0,6 ungdyrplasser og 0,75 kuplasser. Lagringsplass til surfôr og husdyrgjødsel er stor nok til å dekke behovet ved maksimalt dyretall og opptak av surfôr. Videre beskrives forhold som gjelder spesielt for de enkelte dyreslag, med spesiell vekt på føring og avdrått.

2.4.1 Mjølkekyr

Mjølkeavdrått og mjølkas kjemiske sammensetning påvirkes både av ernærings- og ikke-ernæringsmessige faktorer. Ikke-ernæringsmessige faktorer er bl.a. kuas genetiske anlegg og rase, alder/laktasjonsnummer, laktasjonsstadium, mjølkingsintervall, røkter-

⁴ Kutall uttrykkes som antall årskyr, men benevnes for enkelthets skyld bare som kyr.

innsats og -egenskaper og bygningstekniske forhold. I tillegg påvirker valg av ut-rangeringsstrategi gjennomsnittsavdrått i besetningen. Ikke-ernæringsmessige faktorer forutsettes konstant.

På ernærings sida kreves tilførsel av energi og spesifikke næringsstoffer fra fôrmidler. Det stofflige behov dreier seg om protein (aminosyrer), glukose, essensielle fettsyrer, vitaminer, mineraler og vatn. For å beskrive sammenhengen mellom fôring og avdrått nyttes ofte fôrnormer i et fôrmiddelvurderingssystem (i Norge: FEM og AAT/PBV⁵). I modellene nyttes ikke fôrnormer til å beregne sammenhengen mellom fôring i laktasjonen og avdrått, bortsett fra for å sikre en tilstrekkelig proteinforsyning. Avdrått sees i stedet på som en funksjon av fôrinnsetning, og det nyttes samme prinsippmodell som i Flaten (2000:19). Modellene inkluderer både muligheter for å gi mjølkekyrne surfôr etter appetitt og å rasjonere ut surfôret.

Langtidsforsøk (helst hele laktasjonen) med mjølkekyr som undersøker hvordan ulik fôrstyrke og sammensetning av fôrrasjonen (med surfôr som viktigste grovfôr) virker inn på avdrått er særlig interessante. Det er utført få slike forsøk i Norge. Et unntak er Havrevoll *et al.* (1998), hvor det finnes noen få foreløpige resultat. I andre land er det utført flere langtidsforsøk, f.eks. Østergaard (1979), Steen & Gordon (1980), Gordon (1984) og Gordon *et al.* (2000). Ingen kan nyttes direkte, og informasjon fra flere kilder settes sammen til en helhet.

Det skilles mellom to perioder, innefôringsperioden og beiteperioden. Beiteperioden er på 110 dager (20. mai til 10. september). Tørrperioden er på 60 dager, inkludert de tre siste uker innendørs. De 235 første dager av laktasjonen foregår inne, og resten (70 dager) på beite.

Gordon (1984:166,177) fant ingen effekter av fôrstyrke i innefôringsperioden på mjølkeavdrått i påfølgende beiteperiode. (Tilførsel av kraftfôr i beiteperioden var lik, uavhengig av kraftfôrtilførsel inne.) Det samme antas i modellene. Mjølkeavdrått i beiteperioden settes til 980 kg (14 kg per dag) i begge modellene.

For laktasjonsperioden i innefôringa beregnes avdrått ved appetittfôring med normalt slått surfôr først. Det benyttes tall for gjennomsnittlig dagsavdrått ved ulik tilførsel av kraftfôr og tilhørende grovfôropptak fra Havrevoll *et al.* (1998) som et utgangspunkt, men de justeres skjønsmessig ut fra andre vesteuropeiske forsøksresultat og litteratursammenstillinger.

I gjennomsnitt for laktasjonsperioden innendørs antas daglig tilførsel av 2,5 kg TS i kraftfôr (KTS) å gi et surfôropptak på 12,75 kg TS og en mjølkeavdrått på 19,23 kg (dvs. 4 520 kg i innefôringsperioden og totalt 5 500 kg). Merutbyttet av mjølk avtar etter hvert som det tilføres mer kraftfôr (Gordon, 1984; Broster & Thomas, 1988; Huhtanen, 1997). For eksempel antas merutbyttet av mjølk lik 1,49, 0,95 og 0,65 kg per kg ekstra KTS ved tilførsel av henholdsvis 2,5, 6,0 og 9,5 kg KTS.

Økt tilførsel av kraftfôr reduserer opptaket av surfôr. Reduksjonen i opptak av tørrstoff i surfôr per kg økt KTS kalles utbyttingseffekt (SR). SR varierer med mange forhold, og effektene er ikke alltid entydige (Thomas, 1988; Faverdin *et al.*, 1991; Huhtanen, 1997). Ved normal slått antas SR jamt økende fra 0,48 ved 2,5 kg KTS til 0,58 ved 12,5 kg KTS.

Ved appetittfôring med høy eller fortørka surfôr gir senere høsting lågere tørrstoffopptak av grovfôr (Kristensen & Skovborg, 1990; Selmer-Olsen, 1991). Ved direkte høsting er tørrstoffinnholdet høgest i sent slått surfôr, og tørrstoffopptaket kan bli størst ved sen slått. I norske undersøkelser har opptaket stort sett vært høgest med sent (direkte) høsta surfôr (Selmer-Olsen, 1991). Det forutsettes derfor 1,0 kg TS høgere

⁵ Det arbeides med å få til et substratbasert fôrmiddelvurderingssystem, som kan forutsi kyrnes livsytringer på gitte fôrrasjoner under gitte produksjonsbetingelser bedre enn dagens system (Volden & Harstad, 1998).

daglig opptak av sent slått surfôr enn normalt slått surfôr, gitt samme mengde kraftfôr. Ofte antas bedre surfôr kvalitet å gi økt *SR* (Thomas, 1988), men ikke alltid (Steen & Gordon, 1980; Huhtanen, 1997). Her antas samme *SR*, uavhengig av slåttetidspunkt.

Til tross for høyere fôropptak ved senere slått har daglig mjølkeavdrått i norske forsøk vært 0,5–1,0 kg lågere, gitt samme mengde *KTS* (Selmer-Olsen, 1991). Forsøk i andre land har vist større meravdrått (2,5–3,0 kg per dag) ved tidligere slått (Steen & Gordon, 1980). Ved sen slått antas 1,25 kg lågere avdrått per dag ved tilførsel av 2 kg *KTS* per dag. Ifølge Thomas & Rae (1988:338) er merutbyttet av mjølk ved økende mengder *KTS* ofte minst ved god grovfôr kvalitet, men effekten er ikke entydig. Det antas litt høyere merutbytte av mjølk per kg ekstra *KTS* ved sen slått, særlig ved små mengder kraftfôr.

Økt tilførsel av kraftfôr øker kroppsvekta til kyrne ved slutten av innefôringsperioden. Ved starten på neste laktasjon er forskjellene i kroppsvekt eliminert, grunnet større tilvekst på beite hos kyr som får lite kraftfôr inne (Gordon, 1984:177). I modellene antas dette å skyldes større fôropptak på beite hos kyr i svakere hold. Ved tre slåtter antas ingen vektendring i innefôringsperioden ved daglig tilførsel av 6,5 kg *KTS*. Vektendringene blir større med økende tilførsel av *KTS*. Ved to slåtter reduseres daglig tilvekst med 50 g for en gitt mengde *KTS*.

Det legges inn fem aktiviteter for mjølkekyr med hvert sitt avdråttsnivå ved appetittfôring med surfôr. Tabell 2.5 viser daglig tilførsel av kraftfôr, surfôropptak og vektendringer i laktasjonens innefôringsperiode (235 dager) ved to og tre slåtter for de aktuelle avdråttsnivå.

Tabell 2.5 Mjølkeavdratt, tilførsel av kraftfôr, opptak av surfôr og vektendringer i laktasjonens innefôringsperiode ved to og tre slåtter. Surfôr gitt etter appetitt

	Mjølkeavdratt, kg/ku ¹				
	5 500	6 000	6 500	7 000	>7 000 ²
<i>To slåtter:</i>					
Kraftfortilførsel, kg TS/dag	3,20	4,90	7,00	9,90	11,70
Surforopptak, kg TS/dag	13,40	12,47	11,50	9,80	8,57
Endring i levende vekt, g/dag	-106	-79	-38	+35	+107
<i>Tre slåtter:</i>					
Kraftfortilførsel, kg TS/dag	2,50	4,00	6,00	8,60	12,20
Surforopptak, kg TS/dag	12,75	12,02	11,01	9,63	7,63
Endring i levende vekt, g/dag	-65	-54	-10	+50	+184

¹ Avdrattstall for hele laktasjonen. Avdratt i innefôringsperioden (235 dager) finnes ved å trekke fra avdratt i beiteperioden (980 kg), uansett avdrattsnivå.

² Avdratt på 7 250 kg ved to slåtter og 7 500 kg ved tre slåtter. Kraftformengden ved to slåtter er for stor til å oppna en avdratt på 7 500 kg.

Kilde: Egne anslag på grunnlag av informasjon fra ulike kilder.

Innefôringsperioden inkluderer de tre siste uker før kalving. Ifølge Harstad & Ekern (1998) bør det daglig tildeles ca. 2,5 FEm ekstra utover normbehovet til vedlikehold og fosterproduksjon i denne perioden. Ved normal (sen) slått tilføres 150 (160) kg TS i surfôr og 97 (109) kg *KTS* de tre siste uker før kalving, uavhengig av planlagt avdråttsnivå. Total tilførsel av kraftfôr og surfôropptak i hele innefôringsperioden for en gitt aktivitet fås ved å summere tall for de tre siste uker før kalving og de 235 første dager av laktasjonen.

Grovfôr kan også rasjoneres, men det kreves en viss minstemengde grovfôr for å opprettholde normale vomfunksjoner. Ifølge Randby (1996) finnes det ikke noe eksakt

nivå for minimumsmengder av grovfôr. Hvorvidt fysiologiske problemer kan oppstå ved store mengder kraftfôr avhenger av forhold både ved kraftfôret og grovfôret samt hvilket fôringsystem som benyttes, men fettdepresjon opptrer lettere ved høgt enn ved lågt fôrnivå. På grunnlag av bl.a. Randby (1996) antas maksimal mengde kraftfôr (på tørrstoffbasis) i innefôringsperioden å være 66 % ved en årsavdrått på 5 500 kg mjølk, både ved normal og sen slått. Maksimal prosent *KTS* antas å synke med to %-poeng per 1 000 kg økt mjølkeavdrått.

En rekke kombinasjoner av surfôr og kraftfôr (langs en isokvant) gir samme mjølkeavdrått. Innen øvre og nedre grense for tilførsel av surfôr, antas surfôr og kraftfôr å erstatte hverandre i et konstant bytteforhold, slik at en FEm surfôr erstatter en FEm kraftfôr og omvendt. For hvert av de fem avdråttsnivåene legges det inn en aktivitet med minimumsrasjoner av surfôr, og hver modell får ti aktiviteter med mjølkekyr. Kommer aktiviteter av begge typer inn i optimalløsningen, betyr det rasjonert tildeling av surfôr et sted mellom maksimal og minimal mengde. Skranker for tilførsel av surfôr og kraftfôr i innefôringsperioden sikrer at kyrnes fôrforbruk er mindre enn eller lik tilgangen fra henholdsvis heimeavla surfôr og kjøpt kraftfôr i denne perioden, jamfør Tabell 2.1.

I beiteperioden beregnes fôrbehov til vedlikehold, mjølkeproduksjon, fostervekst og vektendringer (vektforskjeller ved beiteslipp skal elimineres) på grunnlag av fôrnormer (Ekern *et al.*, 1991). Kyrne får samme mengde kraftfôr på beite (59 kg TS beitekraftfôr) etter en avtrappende plan. Resterende fôrbehov dekkes av beitegras. Skranker for tilførsel av beitegras og kraftfôr sikrer at kyrnes fôrforbruk er mindre enn eller lik tilgang fra henholdsvis beitegras og kjøpt kraftfôr i beiteperioden.

I beiteperioden er proteinforsyningen tilstrekkelig, og proteinkrav modelleres ikke. Derimot spesifiseres mjølkekyrnes proteinkrav i innefôringsperioden. For å unngå at et overskudd av protein fra en dyretype overføres til en annen dyretype, legges det inn separate aktiviteter for slátteeng til dyretypene⁶.

For å beregne AAT-kravet i innefôringsperioden nyttes proteinnormer (Volden *et al.*, 1992). Det tas hensyn til behovet til vedlikehold, mjølkeproduksjon, drektighet, tilvekst på unge kyr og eventuell generell vektøkning. Ifølge normene er nedre grense for PBV 0 til -200 g per dag tidlig i laktasjonen og -400 g per dag senere i laktasjonen. I praksis betyr dette et høyere PBV-behov ved et høgt fôrnivå. Behovet for PBV beregnes på følgende måte: Ved appetittfôring med grovfôr er minstekravet til PBV lik 0 ved et totalt daglig fôropptak på 20 kg TS. Daglig krav til PBV reduseres med 20 g per kg reduksjon i opptatt TS. Ved et fôropptak på f.eks. 17 kg TS (normal slått, 6 500 kg mjølkeavdrått) blir PBV-kravet -60 g per dag. Forholdet mellom grovfôr og kraftfôr i rasjonen kan påvirke PBV-kravet. Dette ses det bort fra, og gitt samme avdrått nyttes samme PBV-krav ved maksimale og minimale mengder surfôr.

Drøvtyggerfôr 97 dekker AAT-behovet opp til en avdrått på ca. 30 kg mjølk per dag (Harstad, 1994:62). Over dette avdråttsnivået suppleres det med Drøvtyggerfôr 200. På grunnlag av en standard laktasjonskurve (Arendonk, 1985) fås krav om tilførsel av minst 15, 30 og 45 FEm Drøvtyggerfôr 200 ved årsavdrått på henholdsvis 7 000, 7 250 og 7 500 kg mjølk per ku.

Kjemisk innhold er en av flere kvalitetsindikatorer ved betaling av mjølk (TINE, 1999). Særlig har proteininnholdet betydning, men det foretas også trekk ved fett-

⁶ Det legges ikke inn egne skranker for proteinkrav til ungdyr. En får da dobbelt opp med aktiviteter til slátteeng (slátteeng til mjølkekyr og slátteeng til ungdyr), i alt ti aktiviteter til slátteeng i hver modell. Hvis forsyningen av protein er knapp, kan en få løsninger med ulik N-gjødsling i slátteeng til mjølkekyr og ungdyr. I praksis er ikke slike løsninger mulig. Modellen beskrankes da slik at N-gjødsling til slátteeng for ungdyr blir lik N-gjødsling til slátteeng for mjølkekyr.

innhold under 3,2 %. Mjølkas fettinnhold påvirkes lett av fôring, mens proteininnholdet er mye mindre påvirkelig (Beever *et al.*, 2000). I modellene antas samme pris for all levert mjølk (innenfor kvoten), uavhengig av fôrstyrke- og sammensetning. Av mjølkeproduksjonen per ku går 100 kg til kalvemjøl, det antas 3 % svinn for øvrig og 1 liter mjølk \approx 1,03 kg mjølk. Meierileveranse (målt i liter) blir derfor mindre enn mjølkeproduksjonen (målt i kg).

Salg av mjølk og spedkalver (utenfor bruket) med tilhørende inntekter modelleres som egne aktiviteter. Produksjonsinntekter i aktivitetene med mjølkekyr er kukjøtt (250 kg slaktevekt) og verdien av husdyrgjødsel. Variable kostnader inkluderer mineralnæring, mjølkeerstatning til kalven de fem første ukene, husdyrkontroll, veterinær, medisin, kapitalbinding i livdyr, forbruksartikler m.m. Dyrking av grovfôr og kjøp av kraftfôr har egne aktiviteter og ekskluderes. Fôrstyrken antas å ikke påvirke forhold som bl.a. helse og fruktbarhet. Alle aktivitetene med mjølkekyr får derfor samme dekningsbidrag (i betydning av c_j -verdi).

2.4.2 Oppdrettskviger

Fôringa modelleres ikke like detaljert for ungdyr. Det nyttes faste fôrplaner uten substitusjonsmuligheter mellom fôrmidler. For oppdrettskvigene utarbeides en fôrplan med NH_3 -behandla halm og en uten NH_3 -behandla halm, både ved normal og sen slått. Lengde på fôringsperiodene er som hos kyrne.

I kalveperioden (fram til ½-års alder og 150 kg vekt) fôres kalvene med mjølkeerstatning, kalvekraftfôr og gradvis økende mengder surfôr, men ikke NH_3 -behandla halm. Etter kalveperioden legges fôrstyrken opp slik at kvigene får en tilstrekkelig tilvekst for kalving ved 2 års alder. På kulturbeite legger kviger på seg ca. 600 g per dag (Homb, 1985:29). I innefôringsperioden fastsettes et daglig krav til tilvekst i 50 kg's vektintervall. Dagsbehovet for energi og protein (samla til vedlikehold og tilvekst) bestemmes ved hjelp av fôrnormer (Havrevoll *et al.*, 1992). For kviger og slakteokser måles proteinbehov som fordøyelig råprotein⁷.

I fôrplaner uten NH_3 -behandla halm tildeles surfôr etter appetitt, og det forventes et daglig surfôropptak på ca. 1,6 kg TS per 100 kg levende vekt (Homb, 1985:32), både ved normal og sen slått. I planer med NH_3 -behandla halm gitt etter appetitt tildeles også ca. 5 kg surfôr daglig, og daglig grovfôropptak settes til ca. 1,35 TS per 100 kg levende vekt (*ibid*:35). Resterende energibehov dekkes av kraftfôr. Kraftfôrblandinger velges slik at proteinbehovet i det enkelte vektintervall tilfredsstilles. Tabell 2.6 viser et sammendrag av fôrplanene.

Tabell 2.6 Sammendrag av forplaner for oppdrettskviger (kalveperiode inkludert)

Formidler	Normal slatt		Sen slatt	
	Uten halm	Med halm	Uten halm	Med halm
Surfor, FEm	1 472	545	1 277	493
NH_3 -behandla halm, FEm	-	593	-	593
Beite, FEm	1 105	1 105	1 105	1 105
Kraftfôr, FEm	333	667	528	719
Mjølkeerstatning, FEm	30	30	30	30
Totalt forforbruk, FEm	2 940	2 940	2 940	2 940

Kilde: Egne forplaner er utarbeidet.

⁷ Normalt (sent) slått surfôr antas å inneholde 105 (71) g fordøyelig råprotein per kg TS.

Ved senere slått og/eller med NH₃-behandla halm i fôrrasjonen er proteininnholdet i kraftfôret høgest. Tilstrekkelig NH₃-behandla halm, surfôr og beitegras til oppdrettskvigene sikres via skranke for tilførsel av henholdsvis halm fra egen kornproduksjon, heimeavla grovfôr til ungdyr og beitegras (samme skranke som til mjølkekyr).

Eneste produksjonsinntekt i aktivitetene med kviger er verdien av husdyrgjødsla. Variable kostnader inkluderer kraftfôr og annet innkjøpt fôr, NH₃-behandling av halm, kapitalbinding i livdyr og en samlepost for andre variable kostnader. Variable kostnader ved dyrking av grovfôr handteres i egne aktiviteter, og inkluderes ikke.

2.4.3 Slakteokser

Fôrstyrken styrer tilveksten. Sterk fôring fremmer veksten, fettavleiringa starter tidligere, og dyra blir slaktemodne ved lågere alder og vekt. Med intensiv fôring er NRF-okser slaktemodne ved slaktevekter rundt 270–290 kg, mens slaktevektene økes til ca. 300 kg ved moderat fôrstyrke (Ormstad, 1997).

Det nyttes faste fôrplaner, med og uten NH₃-behandla halm. For hver slattestrategi utarbeides fôrplaner for et slaktetidspunkt (og ei slaktevekt) ved full innefôring. Oksekulver tildeles samme fôrmidler som kvigekulver, men de føres sterkere og veier 200 kg etter seks måneder.

Ved normal slått føres det intensivt. Etter kalveperioden økes kraftfôrmengden gradvis fra tre til fire kg per dyr og dag, når surfôr gitt etter appetitt er eneste grovfôr. En måned før slakting reduseres daglig kraftfôrmengde til 2,5 kg. Økte kraftfôrmengder reduserer surfôropptaket, og det antas et surfôropptak på ca. 1,0 (1,3) kg TS per 100 kg levende vekt når det tildeles 5 (2,5) kg kraftfôr. Daglig tilvekst beregnes ut fra antall FEm tilført ved hjelp av fôrnormer til NRF-okser (Havrevoll *et al.*, 1992). Oksene er slaktemodne ved 15 måneders alder og 285 kg slaktevekt. I fôrplan med NH₃-behandla halm gitt etter appetitt tildeles daglig en FEm surfôr i tillegg. Med halm i rasjonen er grovfôropptaket 1,1 kg per 100 kg levende vekt (Homb, 1981:68). Tilførselen av kraftfôr øker, for å oppnå samme tilvekst og slaktealder som når surfôr er eneste grovfôr.

Fôring med surfôr høsta på et senere utviklingstrinn gir redusert grovfôropptak og lågere tilvekst (Steen, 1992). Gitt samme kraftfôrmengde og alder forutsettes 200 g lågere tilvekst per dag ved bruk av sent slått surfôr. Fôrbehovet bestemmes av fôrnormene, og surfôropptaket settes lik resterende fôrbehov. (I «forlenga» levetid tilføres daglig 4,0 kg kraftfôr.) Daglig surfôropptak per 100 kg levende vekt blir da lågere ved sen slått. Oksene er slaktemodne ved en alder på 550 dager og 300 kg slaktevekt. Ved fôring med NH₃-behandla halm er grovfôropptaket 1,05 kg per 100 kg levende vekt, og tilvekst som når surfôr er eneste grovfôr. Det velges kraftfôrblandinger som dekker proteinbehovet i hvert vektintervall. Tabell 2.7 viser et sammendrag av fôrplanene.

Tabell 2.7 Sammendrag av forplaner for okser (kalveperiode inkludert)

Formiddel	Normal slått – 15 md., 285 kg		Sen slått, 550 dager, 300 kg	
	uten halm	med halm	uten halm	med halm
Surfôr, FEm	1 190	520	1 405	623
NH ₃ -behandla halm, FEm	-	480	-	695
Kraftfôr, FEm	1 060	1 250	1 360	1 447
Mjølkeerstatning, FEm	30	30	30	30
Totalt forforbruk, FEm	2 280	2 280	2 795	2 795

Kilde: Egne forplaner er utarbeidet.

Tilgang på halm og surfôr sikres av de samme skranker som nyttes for kviger. Aktivitetenes dekningsbidrag inkluderer salg av oksekjøtt, verdi av husdyrgjødsel og de samme kostnadsarter som kvigene. Fôrplanene antas å gi samme klassifisering og pris per kg kjøtt. Kalvene kommer fra egne mjølkekyr, og kostnader ved innkjøp av kalv inkluderes ikke.

2.5 Arbeidskrafttilgang og -krav

Modellene representerer familiebruk, og det meste av arbeidet utføres av bruker og resten av familien. Året deles ikke inn i flere tidsperioder, men sees under ett. Familien har årlig 3 500 timer til disposisjon i jordbruket. Arbeidsinnsatsen deles inn i en fast og en variabel del. Fast arbeidsinnsats må utføres uansett størrelse på produksjonen. På grunnlag av Jerven (1985) og Flaten (1998) settes den fast delen til 2 000 timer per år. Denne er disponibel uten noen eksplisitt pris i modellene.

De resterende 1 500 timer er variable, og blir restriksjonen for egen arbeidskraft. Familiens variable arbeidskraft har en alternativverdi i modellene. Det kan leies inn ubegrensa med arbeidskraft, men modellene kan omformes for å begrense tilgang på leid arbeid. Variabelt (marginalt) arbeidsforbruk beregnes for hver aktivitet og stiger lineært med økning i aktiviteten. Marginalt arbeidsforbruk kan avhenge av produksjonsomfanget. Det velges et arbeidsforbruk per enhet tilpasset forventet driftsopplegg. Beregninger av variabelt arbeidsforbruk bygger bl.a. på Kiel & Sørland (1982), Jerven (1985), Skar (1996), NILF (1999) og skjønn. Dessuten er det sjekket mot danske tall (Landbrugets Rådgivningscenter, 1998).

For hver plantedyringsaktivitet summeres arbeid med ulike operasjoner før og i veksttida samt ved høsting. (Maskinentreprenørarbeid tas ikke med.) Arbeidskrav ved utføring av surfôr, NH₃-behandla halm og kraftfôr beregnes. I husdyraktivitetene tas det hensyn til variabelt arbeidsforbruk ved oppgaver som inspeksjon, sjukdomsbehandling, gjødselbehandling, dyrestell og strigling, renhold i fjøset m.m., samt mjølking. Variabelt arbeidsforbruk per ku er 40 timer (ekskludert fôrdyrking og utføring) ved en årsavdrått på 5 500 kg, og det øker med tre timer per ku per 1 000 kg økt avdrått.

2.6 Produksjonstilskott

Produksjonstilskott i jordbruket legges inn som egne aktiviteter i modellene. Det tas hensyn til følgende ordninger: Areal- og kulturlandskapstilskott (heretter kalt arealtilskott), tilskott til husdyr og driftstilskott i mjølkeproduksjonen. I basismodellene nyttes vedtatt tilskottssystem med foreløpige satser i jordbruksavtalen fra 1999 (NILF, 1999). Satsene er høgest for de første daa og dyr, og det er lett å modellere slike konkave ikke-lineære sammenhenger.

Bruket ligger i sone 5 for arealtilskott. Årlig arealtilskott til korn (inkludert gjenlegg med bygg til modning som dekkvekst) er 372 kr per daa for de første 400 daa. For arealtilskott til grovfôrvekster er satsene henholdsvis 505, 217 og 130 kr per daa i intervallene 0–100, 101–250 og 251–400 daa.

Årlig tilskott til mjølkekyr i intervallene 1–8, 9–16 og 17–25 dyr er henholdsvis 3 974, 2 300 og 1 650 kr per dyr. Til andre storfe (unntatt ammekyr) er satsene 715 og 565 kr i intervalla 1–25 og 26–140 dyr. Tilskott til husdyr utbetales på grunnlag av dyretall ved to telledatoer (31. juli og 31. desember), men i modellene beregnes støtten per (års)dyr. Et eksempel: Støtte til en 15 måneder gammel okse (1,25 årsdyr) i intervallet 1–25 dyr blir 894 kr. Driftstilskottet i mjølkeproduksjonen er 2,00 kr per liter for de første 30 000 liter mjølk levert.

Samla produksjonstilskott reduseres med 5 000 kr per år (botnfradrag). Produksjonstilskottet i modellene er mye større enn dette, og botnfradraget påvirker ikke tilpasningen. Botnfradraget ekskluderes derfor i modellene.

2.7 Priser og resultatmal

Optimale løsninger og økonomiske resultat i modellene avhenger bl.a. av priser på produkter og innsatsfaktorer. Basismodellene beregnes for året 1999. Det tas i stor grad utgangspunkt i prisopplysninger i NILF (1999). Bruket ligger i sone C for distriktstilskott mjølk (0,23 kr per liter) og sone 2 for distriktstilskott kjøtt (4,05 kr per kg). De viktigste prisene (inkludert distriktstilskott) i basismodellene er: Mjølk 3,53 kr per liter, oksekjøtt 36,05 kr per kg, kukjøtt 30,55 kr per kg, bygg 1,92 kr per kg, kraftfôr (se Tabell 2.4) og NPK-gjødselslag i overkant av 2 kr per kg gjødsel.

Familiens arbeidsinnsats i jordbruket kan nyttes til andre formål. En kan være mer eller mindre tilfreds med ulikt arbeid og yrker, og mer arbeid betyr mindre fritid (som også har en verdi). Alternativverdien av familiens arbeidskraft baserer seg på vurderinger av alt dette. Mellom personer og familier er det store forskjeller i disse vurderingene. Alternativverdien (kostnaden) ved bruk av familiens egen arbeidskraft settes til 75 kr per time. Det nyttes samme timesats for leid arbeid, for å unngå tilpasninger i modellen grunnet en annen timesats.

Modellens målfunksjonsverdi viser fortjenesten i optimum ved de gitte forutsetninger. Fortjenesten skal dekke kostnader til faste innsatsfaktorer som renter og avskrivninger til varige driftsmidler (jord, grøfter, bygninger, maskiner m.m., men ikke livdyr), kapitalbinding i omløpsmidler (unntatt slaktedyr), vedlikehold av bygninger og anlegg, forsikring, elektrisk kraft, administrasjon m.m. I tillegg er ikke familiens faste arbeidsinnsats godtgjort og botnfradraget er ikke trukket fra.

3 Resultater og diskusjon

I dette kapitlet presenteres og drøftes resultater. Basisløsningene omtales i kapittel 3.1. Kapittel 3.2 omhandler hva som skjer om mjølkeprisen senkes og mengdeuavhengig støtte (særlig knyttet til grovfôrareal) heves. I kapittel 3.3 vurderes effekter av betydelige endringer i priser og tilskott i den retning som er beskrevet i St. meld. nr. 19 (1999–2000). Lønnsomhet ved ulike slåttetidspunkt drøftes i kapittel 3.4.

Følsomhetsanalyser er utført ved å endre en faktor av gangen for priser, tilskott og skranker. Resultatene presenteres ikke, men innsikt fra disse trekkes inn i vurderingene. Virkemidler som fradrag i positiv næringsinntekt ved skattelikningen⁸, driftstilskott i mjølkeproduksjonen (for bruk med lønnsom leveranse > 30 000 liter mjølk årlig), direkte inntektsstøtte og botnfradraget påvirker ikke produksjonstilpasningen i modellene. I de oppgitte fortjenester tas det ikke hensyn til endringer i disse virkemidlene.

3.1 Basismodellene

Tabell 3.1 viser resultater ved basisforutsetningene (priser og tilskott i 1999) for de fire modellene. Fullstendige modellformuleringer og løsninger av modeller med muligheter for korndyrking finnes i vedlegg 1.

Surfôr har lågere internpris (kostnad) enn kraftfôr (se ett eksempel i vedlegg 2). I alle modellene er surfôr gitt etter appetitt mest lønnsomt. Kvoten fylles av kyr med moderat til låg avdrått, men avdrått er høgere ved normal enn ved sen slått. Hvis bygg kan dyrkes, er det liten forskjell i avdrått mellom høstesystemene. Ved sen slått skal imidlertid fortjenesten bare øke med 28 kr for kyr med 6 000 kg i avdrått før avdråtten reduseres til 6 073 kg per ku. For å oppnå en viss avdrått må kyr tilføres mest kraftfôr ved sen slått, men lågere avdrått kan gi mindre kraftfôrforbruk per ku. Sent slått gras er PBV-fattig, og da brukes mest PBV-rikt og dyrest kraftfôr.

⁸ Fradraget er på inntil 36 000 kr i alminnelig inntekt, og gir en skattereduksjon på inntil 10 080 kr (28 % skatt). Fradraget kan derfor kompensere for en nedgang i inntekt før skatt på 14 000 kr, gitt 28 % skatt på næringsinntekt i jord- og hagebruk.

Tabell 3.1 Optimal produksjonstilpasning, økonomiske resultat og skyggepriser ved basisforutsetningene

	Modell ¹			
	3S-EK	2S-EK	3S-E	2S-E
<i>Økonomiske indikatorer</i>				
Fortjeneste, kr	331 472	318 616	300 218	288 936
Arealtilskott, kr	88 302	88 823	70 030	70 030
Tilskott til husdyr, kr	62 170	62 361	62 170	63 428
<i>Plantedyrking</i>				
Slatteeng, daa	93	88	90	89
Kortvarig beite, daa	63	65	58	66
Permanent beite, daa	0	0	0	0
Gjenlegg uten dekkvekst, daa	0	0	42	35
Gjenlegg med dekkvekst, daa	44	35	-	-
Bygg, daa	25	37	-	-
Gjødsling til slatteeng, kg N/daa	20,0	15,5	20,0	19,4
Gjødsling til kortvarig beite, kg N/daa	15,0	15,0	19,5	20,0
<i>Husdyrhold</i>				
Mjølkekyr, antall	14,70	14,93	14,70	16,00
herav med surfor etter appetitt, antall	14,70	14,93	14,70	16,00
Kviger, forplan med halm, arlig pasett	5,88	5,97	-	-
Kviger, forplan uten halm, arlig pasett	0	0	5,88	6,40
Okser, forplan med halm, slakt/ar	7,35	5,56	-	-
Okser, forplan uten halm, slakt/ar	0	0	7,35	3,73
Salg av spedkalver, antall/ar	1,47	3,40	1,47	5,87
Avdratt, kg mjølk/ku	6 603	6 500	6 603	6 073
Kraftfor til mjølkekyr, kg for/ku	1 943	2 089	1 943	1 598
DF97L	1 873	0	1 873	269
DF97H	0	2 022	0	1 262
DF200	3	0	3	0
Beitekraftfor	67	67	67	67
<i>Total arbeidsinnsats, timer</i>	3 353	3 345	3 375	3 367
<i>Skyggepriser</i>				
Jord, kr/daa	471	471	480	480
Mjølkevote, kr/liter	1,37	0,74	1,19	0,85
Bygningsplass til kyr, kr/plass	0	1 572	0	528
Bygningsplass til ungdyr, kr/plass	0	1 572	0	528

1) 3S-EK, tre slatter, korndyrking; 2S-EK, to slatter, korndyrking; 3S-E, tre slatter, ikke korndyrking; 2S-E, to slatter, ikke korndyrking.

Ved tilgang på halm nyttes fôrplaner med NH₃-behandla halm til ungdyr. Ved normal slått fôres alle okser fram til slakt i begge modellene, og det er ledig bygningsplass. Når kalvetilgangen er mer begrensende enn tilgang på bygningsplass, kommer fôrplaner med lengre framføringstid relativt bedre ut. Lenger framføringstid enn modellert kan 22

derfor være mer lønnsomt ved normal slått. Flere kyr (samt tilhørende oppdrettskviger) og lengre framføringstid for oksene ved sen slått gjør at bygningsplassen fylles, og noen oksekalver må selges som spedkalv.

Hvis mulig, dyrkes noe bygg i renbestand. Bygg er marginal arealanvendelse, og marginalfortjenesten i byggdyrkinga bestemmer jordas skyggepris. Eng fornyes med bygg som dekkvekst (om mulig). Høgere marginalt arealtilskott til kornvekster medvirker til dette, men gjenleggsmåten er også mest lønnsom ved lik tilskottssats. Ngjødsling til slåtteeng er sterkest ved tre slåtter, men likevel moderat. Forskjell i gjødslingsnivå mellom slåttestrategier er små hvis jord bare kan nyttes til eng og beite.

I et integrert driftssystem påvirker mange forhold lønnsomheten ved slåttestrategiene. Alle forhold tatt i betraktning kommer tre slåtter best ut. Valg av slåttestrategi drøftes nærmere i kapittel 3.4. Modeller med korn har høgest fortjeneste, men også størst arealgrunnlag. Andre modellkjøringer viser at ved normal slått er fortjenesten på bruk med 190 daa og muligheter for korndyrking litt større enn for bruk på 225 daa uten korn. Muligheter for alternativ arealbruk påvirker derfor fortjenesten.

I modeller med korn fører økte arealressurser til mer korndyrking, mens grovfôr- og husdyrproduksjonene ikke endres. Skyggepriser på jord og mjølkekvote endres heller ikke. Mindre arealressurser reduserer kornarealet. Halm til fôr blir etter hvert en knapp ressurs, og får en positiv skyggepris. Inntekter i kornproduksjonen blir større, og jordas skyggepris øker. Enda mindre jord øker skyggepriser til jord og gjenleggsskranker ytterligere. Mindre areal fører til at grovfôrets internpriser øker. Med økte internpriser fås en lågere grenseproduktivitet av gjødsel ved det optimale gjødslingsnivå. Økt tilførsel av gjødsel er derfor lønnsomt, både i slåtteeng og beite.

Dyrere grovfôr ved et mindre arealgrunnlag gjør et lågere grovfôropptak mer lønnsomt. Med surfôr gitt etter appetitt oppnås dette ved større tilførsel av kraftfôr. Føringa endres derfor på en måte som øker avdråtten, og kvoten produseres på færre kyr. Samtidig reduseres mjølkekvotens skyggepris. Etter hvert som arealressursene minker får surfôr og kraftfôr samme internpris, og surfôr rasjoneres ut. Ved et jordbruksareal på ca. 150 daa (både ved normal og sen slått) blir surfôr dyrere enn kraftfôr, og det tilføres minimale mengder surfôr. Mindre halm ved redusert areal gjør at ungdyraktiviteter uten halm kommer inn i løsningen, og flere oksekalver selges som spedkalv. Arealgrunnlaget må ned mot ca. 125 daa før gjenlegg uten dekkvekst blir lønnsomt.

Hvis arealene bare kan nyttes til grovfôrdyrking, faller jordas skyggepris ved større arealressurser. Grovfôr blir billigere, gjødslingsnivået i slåtteeng og kortvarig beite senkes, og det legges om til mer permanent beite. Billigere surfôr gjør det lønnsomt å senke avdråtten og ha flere kyr. Mjølkekvotens skyggepris øker. Ved et mindre areal fås mange av de samme virkninger som hvis korn kan dyrkes.

Teoretiske analyser viser at med en produksjonsbegrensende kvote senkes først avdrått per ku til kostnadsminimum, mens bygningsplassen utnyttes fullt ut (Flaten, 2000:14). Ved en mindre kvote, slik at bare mjølkekvoten binder, senkes kutallet. I en gardsmodell er sammenhengene mer kompliserte. Hvis kvoten f.eks. øker, vil flere kyr (samt oppdrettskviger) og konstant avdrått øke grovfôrbehovet, mens samme kutall og høgere avdrått minsker grovfôrbehovet (med surfôr gitt etter appetitt). Graden av arealknapphet, alternativ arealbruk og grovfôrets internpris har derfor betydning for tilpasningen. Videre påvirkes tilpasningen av intervallgrenser for tilskott og muligheter for alternativ bruk av bygningsplass. Hvis kvoten er så stor at produksjonen ikke begrenses (dvs. tilpasning som foruten kvote), fylles alle kubåsplassene. Avdråttsnivået øker, f.eks. til 7 500 kg per ku i modell 3S-EK. Med en kvote som ikke begrenser produksjonen, fører store arealressurser (i forhold til bygningsplass) og lite lønnsom alternativ arealbruk til lågest avdrått. I slike tilfeller er grovfôret billig, og stor tilførsel av kraftfôr er mindre lønnsomt.

Tilgang på egne kalver begrenser oksekjøttproduksjonen ved tre slåtter, og det er ledig bygningsplass. Modellkjøringer viser at kjøp av oksekalver, om mulig, er lønnsomt (kjøp koster 250 kr mer per kalv enn ved salg). Ledig bygningsplass fylles av slakteokser, og bygningsplass får en positiv skyggepris. Gjennomsnittskostnaden ved produksjon av mjølk øker, og kvoten fylles av færre kyr med høyere avdrått (7 000 kg per ku). Flere okser krever mer grovfôr, men færre andre dyr og lågere surfôropptak per mjølkeku betyr mer for totalt grovfôrbehov. Derfor dyrkes mer bygg i modell 3S-EK, mens arealintensiteten senkes i modell 3S-E. Økt alternativverdi på bås plassene fører til lågere marginalfortjeneste i mjølkeproduksjonen. Mjølkekvotes skyggepris blir 0,53 (0,73) kr per liter i modell med (uten) korn, som er lågere enn ved to slåtter.

Variasjon i kornavlinger per daa mellom bruk er stor. Større kornavlinger enn forutsatt i basismodellene øker fortjenesten i korndyrkinga, og mer jord anvendes til korn. Jordas skyggepris øker, og medfører økte kostnader i grovfôrdyrkinga og høyere internpriser for grovfôr. Enggjødsla blir sterkere, og det er en tendens til høyere mjølkeavdrått. Økte internpriser for grovfôr gjør rasjonert tilførsel av surfôr mer aktuelt. Ved sen slått fører økt N-gjødsling i slåtteeng til noe mindre forbruk av PBV-rikt kraftfôr (Drøvtyggerfôr 97 låg kommer også inn i løsningen). Andre forhold som bedrer fortjenesten ved korndyrking (f.eks. økt arealtilskott til kornvekster, økte kornpriser, reduserte kostnader og fast ressursinnsats i korndyrkinga) gir også samme virkninger.

Drøftingen viser at brukets ressursgrunnlag og lite lønnsomme eller manglende muligheter for alternative produksjoner har virkninger på tilpasningen i mjølkeproduksjonen i en situasjon med kvoter. Lite lønnsomme alternativ gjør lågtytende produksjonssystem mer lønnsomt. Knapphet på faste ressurser (f.eks. jordbruksareal) gjør høgtytende produksjonssystem og intensiv engdyrking mer lønnsomt. Tilsvarende funn er også gjort av Valencia & Anderson (2000).

3.2 Senka mjølkepris og økt mengdeuavhengig støtte

På 1990-tallet er produktprisene blitt redusert, mens støtte knyttet til f.eks. areal og dyretall har økt. Denne trenden ser ut til å fortsette. Flaten (2000) analyserte effekter av tilskott til husdyr, men ikke arealtilskott. Her legges derfor hovedvekten på arealtilskott, men effekter av tilskott til husdyr ved begrensa arealressurser nevnes også. Tabell 3.2 viser optimal tilpasning i modellene ved en redusert mjølkepris på 25 øre per liter, mens arealtilskott til *grovfôrvekster* øker med 100 kr per daa.

Ifølge økonomisk teori har ikke endra mjølkepris noen effekter på faktorinnsats og avdrått ved kvoteregulering (Flaten, 2000:15), gitt lønnsom marginalproduksjon. Ikke presenterte modellkjøringer viser det samme. Mjølkekvotes skyggepris synker tilsvarende prisfallet. Først ved et prisfall lik skyggeprisen endres tilpasningen. Brukene har ressurser til å produsere mer mjølk, og lønnsomheten i alternative produksjoner er relativt låg. Skyggeprisene på mjølkevotens skyggepris blir derfor høge (f.eks. 1,37 kr per liter for modell 3S-EK i Tabell 3.1), og prisfallet på mjølk må være stort for at kvoten ikke skal fylles.

Hvis det bare kan dyrkes grovfôr, øker jordas skyggepris tilsvarende det økte arealtilskottet. Grovfôrets internpriser endres ikke (jamfør vedlegg 2). Produksjonstilpasningen påvirkes derfor ikke av økt arealtilskott til grovfôrvekster (samt redusert mjølkepris). Lågere mjølkepris reflekteres fullt ut i mjølkekvotes skyggepris. På lengre sikt stimulerer økt skyggepris på jord til å holde eksisterende arealer i drift, samt økt interesse for å utvide jordbruksarealet (leie og kjøp av jord, nydyrking eller andre tiltak for å omdefinere grunn til jordbruksareal).

I modeller med korn blir grovfôrdyrking mer konkurransedyktig om arealtilskott til grovfôrvekster øker. Som en følge av dette synker kornarealet. Ved sen slått dyrkes fort-

satt bygg, og jordas skyggepris endres ikke. Ved normal slått dyrkes ikke bygg lenger. Jordas skyggepris øker, men ikke like mye som arealtilskottet. (Kvotens skyggepris reduseres mindre enn mjølkeprisen.) Både ved normal og sen slått synker derfor grovførets internpriser (jamfør vedlegg 2). Kyrne tilføres mindre kraftfôr og opptaket av surfôr stiger. Avdråten senkes og antall kyr øker. Lønnsomheten ved å tildele grovfôr etter appetitt styrkes.

Tabell 3.2 Optimal produksjonstilpasning, økonomiske resultat og skyggepriser ved redusert mjølkepris (–25 øre/liter) og økt arealtilskott til grovfôrvekster (+ 100 kr/daa). Tall i parentes viser endring i forhold til basisforutsetningene.

	Modell							
	3S-EK		2S-EK		3S-E		2S-E	
<i>Økonomiske indikatorer</i>								
Fortjeneste, kr	325 405	(-6 067)	312 229	(-6 387)	296 718	(-3 500)	285 436	(-3 500)
Arealtilskott, kr	102 858	(14 556)	103 235	(14 412)	89 030	(19 000)	89 030	(19 000)
Tilskott til husdyr, kr	63 586	(1 416)	63 498	(1 137)	62 170	(0)	63 428	(0)
<i>Plantedyrking</i>								
Slatteeng, daa	110	(17)	96	(8)	90	(0)	89	(0)
Kortvarig beite, daa	65	(2)	72	(7)	58	(0)	66	(0)
Permanent beite, daa	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
Gjenlegg uten dekkvekst, daa	0	(0)	0	(0)	42	(0)	35	(0)
Gjenlegg med dekkvekst, daa	50	(6)	39	(4)	-	-	-	-
Bygg, daa	0	(-25)	18	(-19)	-	-	-	-
Gjødsling til eng, kg N/daa	15,0	(-5,0)	17,3	(1,8)	20,0	(0)	19,4	(0)
Gjødsling til k. beite, kg N/daa	15,0	(0)	15,0	(0)	19,5	(0)	20,0	(0)
<i>Husdyrhold</i>								
Mjølkekyr, antall	15,12	(0,42)	16,20	(1,27)	14,70	(0)	16,00	(0)
herav med surfôr etter appetitt	15,12	(0,42)	16,20	(1,27)	14,70	(0)	16,00	(0)
Kviger, forplan med halm	6,05	(0,17)	6,48	(0,51)	-	-	-	-
Kviger, forplan uten halm	0	(0)	0	(0)	5,88	(0)	6,40	(0)
Okser, forplan med halm	7,56	(0,21)	3,39	(-2,17)	-	-	-	-
Okser, forplan uten halm	0	(0)	0	(0)	7,35	(0)	3,73	(0)
Salg av spedkalver	1,51	(0,04)	6,33	(2,93)	1,47	(0)	5,87	(0)
Avdratt, kg mjølk/ku	6 419	(-184)	6 000	(-500)	6 603	(0)	6 073	(0)
Kraftfôr til kyr, kg for/ku	1 712	(-231)	1 513	(-576)	1 943	(0)	1 598	(0)
DF97L	1 598	(-275)	0	(0)	1 873	(0)	269	(0)
DF97H	0	(0)	1 446	(-576)	0	(0)	1 262	(0)
DF200	47	(44)	0	(0)	3	(0)	0	(0)
Beitekraftfôr	67	(0)	67	(0)	67	(0)	67	(0)
<i>Total arbeidsinnsats, timer</i>	3 368	(15)	3 362	(17)	3 375	(0)	3 367	(0)
<i>Skyggepriser</i>								
Jord, kr/daa	476	(5)	471	(0)	580	(100)	580	(100)
Mjølkekvote, kr/liter	1,29	(-0,08)	0,50	(-0,24)	0,94	(-0,25)	0,60	(-0,25)
Bygn.plass kyr, kr/plass	0	(0)	1 735	(163)	0	(0)	528	(0)
Bygn.plass ungdyr, kr/plass	0	(0)	1 735	(163)	0	(0)	528	(0)

Økt arealtilskott til grovfôrvekster, som gjør grovfôret billigere, fører til senket gjødslingsnivå i eng ved normal slått og styrker svak gjødsling i kortvarig beite i modeller med korn. Ved sen slått øker gjødslinga. Kyr med lågere avdratt tar opp mer

surfôr, og ved sen slått er innholdet av PBV lågt. Samtidig reduseres tilførselen av PBV-rikt kraftfôr, og PBV-tilførselen blir knappere. For å tilfredsstille kyrnes PBV-behov må det gjødsles sterkere med N i slåtteeing, som øker PBV-innholdet i surfôret⁹.

I modeller med muligheter for korndyrking fører enda høyere arealtilskott til grovfôrvekster til at permanent beite gradvis blir lønnsomt. Eng- og beiteaktiviteter fornyes fortsatt med bygg som dekkvekst, og blir relativt mindre lønnsomt enn permanent beite, som får full nytte av økt arealtilskott til grovfôrvekster. Skyggepris til jord og vekstskifte øker, og grovfôr fra slåtteeing blir dyrere. Både gjødsling i slåtteeing og kyrnes avdrått kan igjen øke. Ved et tilstrekkelig høgt arealtilskott til grovfôrvekster fås samme løsning (inkludert gjenleggsmåte) som i modeller uten muligheter for korndyrking, gitt samme arealgrunnlag.

Ifølge Flaten (2000:17) stimulerer økt marginalsats for tilskott til husdyr til flere kyr og lågere avdrått for å fylle kvoten. Kjøringer av LP-modellene, hvor tilskott til husdyr øker uten at arealtilskott endres, viser det samme. Både flere kyr og lågere avdrått fører til økt behov for grovfôr. I modeller med muligheter for korndyrking synker først kornarealet. Ved normal slått endres ikke gjødslinga i første omgang, men det øker ved sen slått for å få tilført kyrne nok PBV. Etter at bygg forsvinner fra optimalløsningen blir engvekster marginal arealanvendelse. Kyrnes økte grovfôrbehov gjør areal til en knappere ressurs, og gjødsling i slåtteeing og beite forsterkes. På bruk uten muligheter for korndyrking blir gjødsling sterkere ved første endring i tilpasning grunnet økt tilskott til husdyr. Økt tilskott til husdyr øker mjølkekvotes skyggepris. Samtidig kan effekter av økt tilskott til husdyr, som flere kyr og større behov for grovfôr, også medføre økte skyggepriser på bygningsplass og jord.

3.3 Betydelige endringer i priser og tilskott

Endringer i landbrukspolitiske rammevilkår går bl.a. ut på reduserte priser (mest for korn og kraftfôr), som skal kompenseres i skattelikningen gjennom et fradrag i positiv næringsinntekt og ved justeringer og utflating av strukturprofilen for tilskottsordninger, St.meld. nr. 19 (1999–2000). I jordbruksavtalen 2000/01 ble det foretatt endringer i denne retning, men utslagene kan bli større i framtida, jmfør innledningen.

Følgende scenario for betydelige endringer vurderes: Byggprisen senkes med 25 % (48 øre per kg) til 1,44 kr per kg. Dette kompenseres delvis med å øke arealtilskott til korn til 500 kr per daa (+ 128 kr per daa). Pris per kg såkorn og kraftfôr reduseres tilsvarende prisen på bygg (48 øre per kg¹⁰). Pris på mjølk og storfekjøtt (begge inkludert distriktstilskott) senkes med 15 %. Tilskottssatser etter utflating av strukturprofil er henholdsvis 450 og 300 kr per daa i intervallene 0–250 og 251–400 daa grovfôrareal. For mjølkekyr er nye satser henholdsvis 3 750 og 2 750 kr per dyr i intervallene 1–16 og 17–25 dyr. Ny sats for ungdyr er 900 kr per (års)dyr. Tabell 3.3 viser resultater ved disse endringene.

⁹ Ved gjødsling av normalt slått gras, har proteinvurderinger liten betydning for optimal tilførsel av N. Innhold av PBV i normalt slått gras er høgt, og total PBV-tilførsel til kyrne er oftest rikelig. Tilførsel av AAT er mer begrensende, men AAT-innhold per kg TS er uavhengig av N-gjødsling (jmfør Tabell 2.2).

¹⁰ Særlig for proteinrike kraftfôrblandinger kan prisutslag i mindre grad påvirkes av endringer i byggprisen. I beregningene antas samme prisreduksjon per kg fôrvare for alle kraftfôrblandinger.

Tabell 3.3 Optimal produksjonstilpasning, økonomiske resultat og skyggepriser ved betydelige endringer i priser og tilskott. Tall i parentes viser endring i forhold til basisforutsetningene

	Modell							
	3S-EK		2S-EK		3S-E		2S-E	
<i>Økonomiske indikatorer</i>								
Fortjeneste, kr	307 943	(-23 529)	299 000	(-19 616)	282 375	(-17 843)	275 788	(-13 148)
Arealtilskott, kr	103 210	(14 908)	102 922	(14 099)	85 500	(15 470)	85 500	(15 470)
Tilskott til husdyr, kr	75 149	(12 979)	76 882	(14 521)	75 149	(12 979)	76 661	(13 233)
<i>Plantedyrking</i>								
Slatteeng, daa	98	(5)	99	(11)	66	(-24)	84	(-5)
Kortvarig beite, daa	32	(-31)	44	(-21)	16	(-42)	71	(5)
Permanent beite, daa	56	(56)	49	(49)	83	(83)	0	(0)
Gjenlegg uten dekkvekst, daa	0	(0)	0	(0)	25	(-17)	35	(0)
Gjenlegg med dekkvekst, daa	39	(-5)	33	(-2)	-	-	-	-
Bygg, daa	0	(-25)	0	(-37)	-	-	-	-
Gjødsling til eng, kg N/daa	15,0	(-5,0)	17,3	(1,8)	20,0	(0)	15,2	(-4,2)
Gjødsling til k. beite, kg N/daa	15,0	(0)	15,0	(0)	15,0	(-4,5)	15,0	(-5)
<i>Husdyrhold</i>								
Mjølkekyr, antall	14,93	(0,23)	16,20	(1,27)	14,93	(0,23)	16,00	(0)
herav med surfør etter appetitt	10,57	(-4,13)	16,20	(1,27)	0	(-14,70)	12,79 ¹	(-3,21)
Kviger, forplan med halm	4,40	(-1,48)	4,93	(-1,04)	-	-	-	-
Kviger, forplan uten halm	1,57	(1,57)	1,55	(1,55)	5,97	(0,09)	6,40	(0)
Okser, forplan med halm	7,47	(0,12)	3,39	(-2,17)	-	-	-	-
Okser, forplan uten halm	0	(0)	0	(0)	7,47	(0,12)	3,73	(0)
Salg av spedkalver	1,49	(0,02)	6,33	(2,93)	1,49	(0,02)	5,87	(0)
Avdratt, kg mjølk/ku	6 500	(-103)	6 000	(-500)	6 500	(-103)	6 073	(0)
Kraftfôr til kyr, kg fôr/ku	2 140	(197)	1 513	(-576)	2 966	(1 023)	1 823	(225)
DF97L	2 073	(200)	0	(0)	2 899	(1 026)	0	(-269)
DF97H	0	(0)	1 446	(-576)	0	(0)	1 756	(494)
DF200	0	(-3)	0	(0)	0	(-3)	0	(0)
Beitekraftfôr	67	(0)	67	(0)	67	(0)	67	(0)
<i>Total arbeidsinnsats, timer</i>	3 318	(-35)	3 346	(1)	3 266	(-109)	3 345	(-22)
<i>Skyggepriser</i>								
Jord, kr/daa	580	(109)	586	(115)	605	(125)	618	(138)
Mjølkevote, kr/liter	1,30	(-0,07)	0,77	(0,03)	1,19	(0)	0,82	(-0,03)
Bygn.plass kyr, kr/plass	0	(0)	763	(-809)	0	(0)	729	(201)
Bygn.plass ungdyr, kr/plass	0	(0)	763	(-809)	0	(0)	729	(201)

¹ I optimaløsningen har grovforkyr en avdratt på 6 000 kg.

Følsomhetsanalyser viser at billigere korn og kraftfôr, men ingen andre endringer i modellene, medfører økt tilførsel av kraftfôr, redusert opptak av surfôr (og mindre knapphet på grovfôr), økt avdratt og færre kyr, jamfør Flaten (2000:23). Likevel, resultatene i Tabell 3.3 viser en tendens til lågere avdratt enn i basismodellene med dyrere kraftfôr. Årsaker til dette er bl.a.: Utflating av strukturprofil fører til økte marginale tilskottssatser for undersøkte brukssituasjoner. Økt marginalt dyretilskott gjør det lønnsomt å senke avdratten og ha flere kyr. Hvis korn kan dyrkes fører økt marginalt arealtilskott til grovfôrvekster til større grovfôrareal og billigere surfôr, som medfører lågere avdratt. Marginal lønnsomhet i oksekjøttproduksjonen svekkes, bås plasser får en lågere skyggepris ved sen slått og flere kyr blir relativt mer lønnsomt.

Billigere kraftfôr gjør utrasjonering av surfôr lønnsomt i flere av modellene, særlig ved tre slåtter. I tilfeller hvor surfôr gis etter appetitt, blir det mindre å tape på å rasjonere det ut. Arealgrunnlaget er minst i modeller uten muligheter for korndyrking, og ved tre slåtter tildeles kyrne minimale mengder surfôr.

Økt arealtilskott kompenserer delvis for lågere kornpris, men ikke nok til at dyrking av bygg i renbestand er lønnsomt lenger. Med tre (to) slåtter må arealtilskottet til korn øke med 70 (90) kr per daa før dyrking av bygg er lønnsomt. Utflating av strukturprofil og større økning i marginal tilskottssats til grovfôrvekster, gjør det lønnsomt å øke grovfôrarealet på bekostning av korn. Sammen med billigere kraftfôr og rasjonert tilførsel av surfôr, gir dette liten arealknapphet. Arealbruken ekstsiveres, og innslaget av permanent beite blir til dels betydelig i flere av modellene. Hele jordbruksarealet holdes i drift, men med liten faktorinnsats og låge avlinger per dekar i grovfôrdyrkinga.

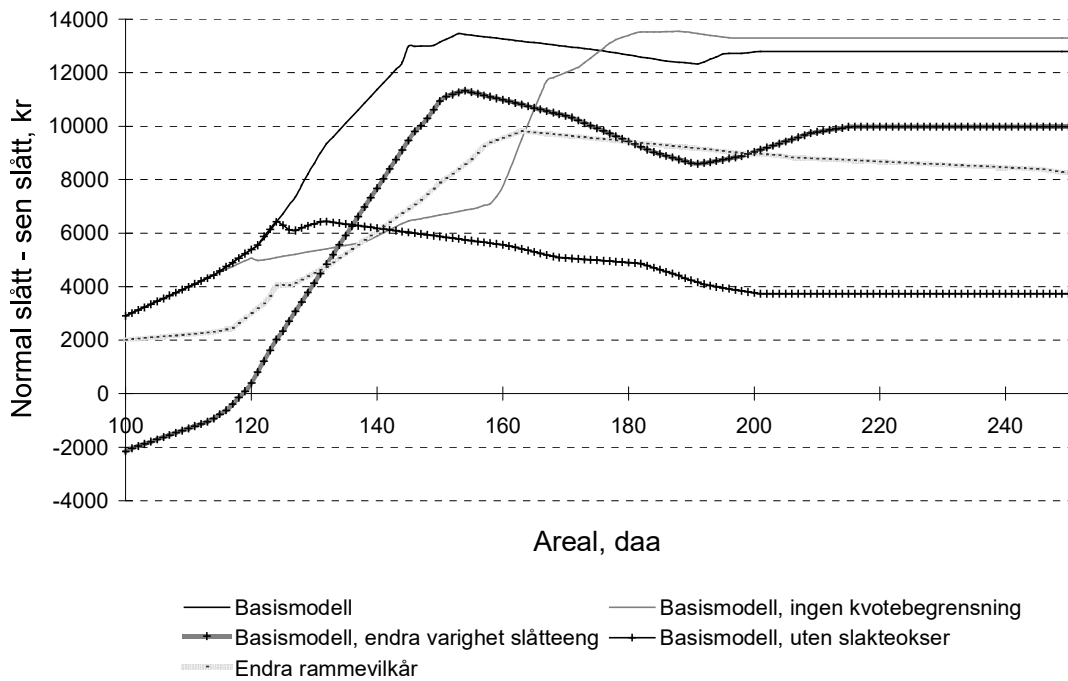
Arbeidsforbruket med kraftfôr er mindre enn med surfôr. Total arbeidsinnsats blir minst i modeller med rasjonert tilførsel av surfôr. I forhold til basismodellene reduseres fortjenesten med fra 13 000 kr til 23 500 kr, men dette kan kompenseres med produksjonsnøytral støtte (f.eks. inntektsfradraget). Tre slåtter er fortsatt mest lønnsomt, men forskjellen mellom tre og to slåtter er mindre. Fortjenesten reduseres mest i modeller med muligheter for korndyrking. Økt marginal tilskottssats for grovfôrvekster gjør at jordas skyggepris øker, sjølv om fortjenesten minker. (For bruk med små arealressurser synker både jordas skyggepris og fortjenesten.) For andre faste ressurser går ikke skyggeprisene i en bestemt retning.

3.4 Kan sen slatt være lønnsomt?

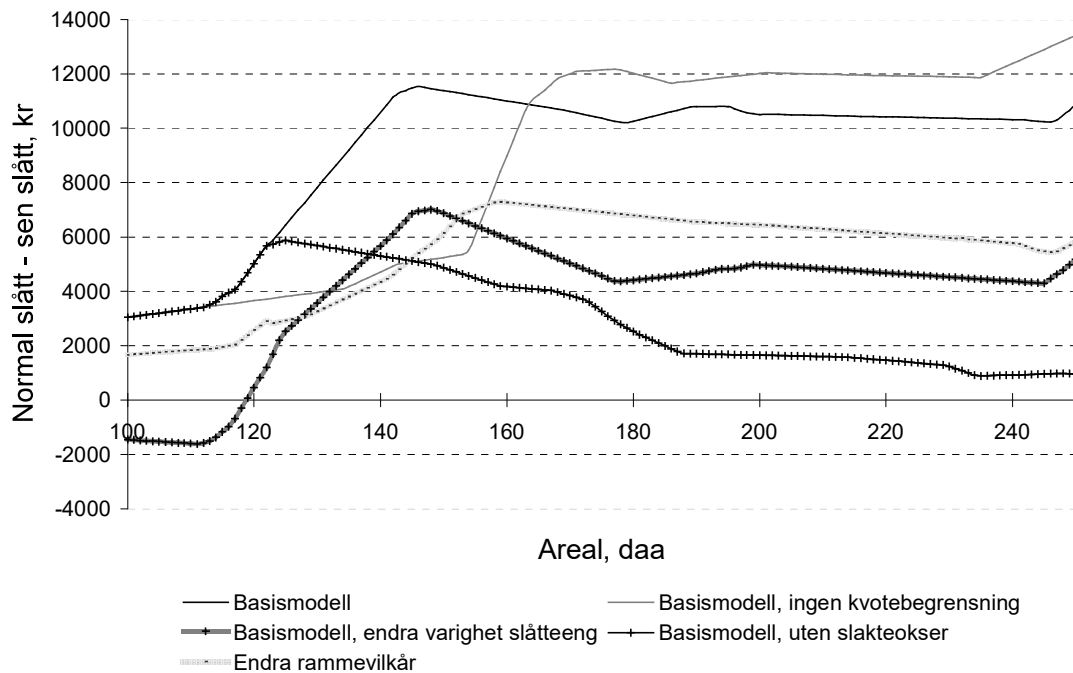
Ved tidligere slått fås surfôr med høgere fordøyelighet. For en viss mengde kraftfôr øker mjølkeavdråttens hvis surfôr gis etter appetitt. Hos slakteokser fås større tilvekst og raskere slaktemodenhet. Proteininnholdet er høgere ved normal slått, og det kan nyttes billigere og mindre proteinrike kraftfôrblandinger. Tidligere slått har også negative økonomiske virkninger. Særlig tørrstoffavlinger, men også førehetsavlinger, i slatteenga blir lågere. Engas varighet kan forkortes. Høgere avdrått og færre kyr for å fylle kvoten ved tidligere slått, gir lågere kutallavhengige inntekter (f.eks. tilskott til mjølkekyr).

Tabellene 3.1–3.3 viser størst fortjeneste ved normal slått. Andre forutsetninger kan endre på dette. Figur 3.1 og 3.2 viser merfortjenesten ved normal slått i forhold til sen slått ved ulike arealressurser for henholdsvis bruk med og uten muligheter for korndyrking. I tillegg til kurver ved basisforutsetninger og endra rammevilkår (som i kapittel 3.3), viser figurene virkninger av: 1) en kvote som ikke begrenser produksjonen (eller ingen kvote); 2) endra varighet av slatteeng (ett år mindre for normal slått og samtidig ett år mer for sen slått, dvs. henholdsvis to og fem engår); og 3) å fjerne mulighetene til å føre fram slakteokser ved basisforutsetningene.

Basismodellen med korn viser en merfortjeneste på om lag 13 000 kr ved normal slått, så lenge arealet er større enn ca. 150 daa. Med mindre areal synker merfortjenesten ved normal slått raskt. Forløpet hvis korn ikke kan dyrkes er nesten det samme, men merfortjenesten er jamt over mindre, et par tusen kr lågere ved arealer over 150 daa. Arealknappheten blir mindre hvis korn ikke kan dyrkes, og ved store arealressurser ekstsiveres arealbruk og husdyrhold. Lågere alternativverdi på faste ressurser når korn ikke kan dyrkes, gjør at senere slått kommer relativt bedre ut, jamfør Flaten (2000:25).



Figur 3.1 Merfortjeneste (i kr) ved normal slått i forhold til sen slått hvis korn kan dyrkes



Figur 3.2 Merfortjeneste (i kr) ved normal slått i forhold til sen slått hvis korn ikke kan dyrkes

Merfortjenesten ved normal slått minker betydelig hvis oksekjøttproduksjon er uaktuelt. Normal slått gir derfor best lønnsomhet i oksekjøttproduksjonen. Særlig ved store arealressurser i forhold til kvoten og bare muligheter for grovfôrdyrking, er merfortjenesten

ved tidligere slått av mindre betydning i sjølve mjølkeproduksjonen¹¹. Både mindre behov for kraftfôr (som er dyrest ved sen slått) samt flere kyr og større reduksjon i kraftfôrforbruket ved sen slått bidrar til å forklare dette. Med små arealressurser er oksekjøttproduksjon ulønnsomt, og kurvene for basismodell og basismodell uten slakteokser faller sammen.

Hvis mjølkeproduksjonen ikke begrenses av kvoten, øker merfortjenesten ved normal slått i forhold til basismodellen, gitt tilstrekkelige arealressurser. Uten kvote er kutallet større, og det blir raskere knapphet på grovfôr ved mindre arealressurser. Merfortjenesten ved normal slått avtar ved et større arealgrunnlag, enn når produksjonen begrenses av kvoten. Hvis oksekjøttproduksjon er uaktuelt¹² og arealgrunnlaget er stort nok, viser Figur 3.1 og 3.2 at merfortjenesten ved normal slått er mye større uten enn med kvote, jamfør Flaten (2000:23). Med kvote er kutallet høgest ved sen slått, og forskjellen i fortjeneste mellom slåttetidspunktene minker.

I strøk med mindre (mer) varig eng ved normal (sen) slått kommer senere slått relativt bedre ut. Mindre varighet ved normal slått har størst effekt. Med de forutsetninger som er lagt til grunn om endra varighet, må jordbruksarealet være under ca. 120 daa før sen slått er mest lønnsomt ved basisforutsetningene.

Med endra rammevilkår som i kapittel 3.3 er normal slått fortsatt mest lønnsomt, men forskjellen mellom slåttetidspunkt er mindre enn i basismodellene. Dette har flere årsaker. Marginal fortjeneste ved produksjon av oksekjøtt og korn (i modeller med korn) er redusert. Økt marginalt tilskott per ku har størst positiv effekt ved senere slått, fordi antall kyr er størst i dette tilfellet. Ved store arealressurser gir billigere kraftfôr relativt bedre lønnsomhet med normal slått, mens med mindre jord og økende areal knapphet blir sen slått relativt mer lønnsomt. Endra mjølkepris påvirker ikke lønnsomhetsforholdet mellom normal og sen slått.

Resultatene viser at mer ekstensiv arealbruk og husdyrhold gir mindre forskjell i lønnsomhet mellom slåttetidspunkt. Forhold som bidrar til ekstensivering er bl.a. liten mjølkekvote, store arealressurser, små muligheter for eller låg lønnsomhet i alternative produksjoner (f.eks. korn og storfekjøtt) og endringer i tilskottsordninger som trekker i ekstensiv retning (f.eks. større tilskott til grovførearealer og mjølkekyr). Tilførsel av grovførtørrstoff blir knapp ved små arealressurser i forhold til dyretall og mjølkekvote. Tørrstoffavling per daa er høgest ved sen slått, og sen slått kommer også relativt bedre ut ved små arealressurser. Det er derfor ingen lineær sammenheng mellom størrelse på arealressurser og valg av slåttestrategi. I strøk med nedsatt varighet av eng ved tidligere slått, blir sen slått relativt mer lønnsomt.

¹¹ Analyser i Flaten (2000:24) viste også relativt små fordeler ved normal slått i forhold til sen slått i en situasjon med kvoter.

¹² Uten kvote føres det fram svært få okser. Kubåsplassene fylles med kyr, og det er få ledige ungdyrplasser.

4 Konklusjon

Lineære programmeringsmodeller er utviklet for å undersøke optimal tilpasning på norske mjølkeproduksjonsbruk. Mange sammenhenger innen bl.a. plantedyrking og husdyrnæring er modellert, og et betydelig antall tilpasningsstrategier kan undersøkes. Likevel, resultatene avhenger av de økonomiske og (delvis usikre og subjektive) produksjonstekniske forutsetninger modellene bygger på. Resultatene bør vurderes i forhold til dette.

Ved basisforutsetningene (1999-priser) tildeles surfør etter appetitt til mjølkekyrne. Kvoten fylles av kyr med moderat til låg avdrått (6 000 til 6 600 kg mjølk per ku), men avdråtten er høyere ved tre enn ved to slåtter. Tre slåtter er mer lønnsomt enn to slåtter. Gjødsling i slåtteeng og beite er moderat (15 til 20 kg N per daa). Brukets ressursgrunnlag og muligheter for og lønnsomhet ved alternative produksjoner (f.eks. korn og storfekjøtt), påvirker produksjonstilpasningen i en situasjon med mjølkekvoter. Lite lønnsomme eller færre alternativ gjør lågtytende produksjonssystem mer lønnsomme. Knapphet på faste ressurser gjør høgtytende produksjonssystem og intensiv engdyrking mer lønnsomt.

Med kvoter har ikke senket (eller økt) mjølkepris noen effekter på faktorinnsats og produksjon, gitt lønnsom marginal mjølkeproduksjon. Mjølkekvotens skyggepris endres med samme størrelse som mjølkeprisen.

Hva skjer dersom arealtilskott til grovfôrvekster øker? Hvis det bare kan dyrkes grovfôrvekster, øker jordas skyggepris tilsvarende det økte tilskottet til grovfôrarealer. Produksjonstilpasningen endres ikke. Hvis det i tillegg kan dyrkes korn, blir dyrking av grovfôr mer konkurransedyktig. Som en følge av dette synker kornarealet, og jordas skyggepris øker ikke like mye som arealtilskottet. Grovfôrets internpris minker, og kyne tilføres mindre kraftfôr for å kunne øke surfôrøptaket. Dette medfører senket avdrått og flere kyr. Med tre slåtter reduseres gjødsling i beite og i slåtteeng. Med to slåtter øker derimot gjødsling i slåtteeng, fordi mindre tilførsel av PBV-rikt kraftfôr må kompenseres med mer PBV-rikt surfør.

Økt marginal sats for tilskott til husdyr fører til flere kyr og lågere avdrått for å fylle kvoten. Begge deler medfører økt grovfôrbehov. Med muligheter for korndyrking synker først kornarealet. Gjødsling i slåtteeng endres ikke ved normal slått, men øker

ved sen slått. Når korn ikke er lønnsomt lenger eller ikke kan dyrkes, gjødsles slåtteeing og beite sterkere for å kunne dekke det økte grovfôrbehovet.

Hva skjer dersom priser og tilskott endres som forutsatt i Tabell 3.3? – dvs. reduserte priser (mest for korn og kraftfôr) som skal kompenseres i skattelikningen gjennom et fradrag i positiv næringsinntekt og ved justeringer og utflating av strukturprofilen for tilskottsordninger. Billigere kraftfôr virker i retning av høyere avdrått, men økte marginale satser for tilskott til husdyr og arealtilskott til grovfôr (for bruk av denne størrelse) samt svekket marginal lønnsomhet i alternative produksjoner virker minst like sterkt i motsatt retning. Det er en tendens til lågere avdrått og flere kyr enn ved basisforutsetningene. Surfôr rasjoneres ut i flere av modellene, særlig ved tre slåtter, og tilførselen av kraftfôr blir høy. Samtidig øker grovfôrarealet på bekostning av korn. Arealbruken ekstensiveres, og innslaget av permanent beite blir til dels betydelig. Fortjenesten i modellene reduseres, men dette kan kompenseres med produksjonsnøytral støtte, som inntektsfradraget.

I de fleste beregningene er normalt slåttetidspunkt mest lønnsomt. Forhold som bl.a. liten mjølkekvote, store arealressurser, få eller lite lønnsomme alternative produksjoner og tilskottsendringer som trekker i ekstensiv retning (f.eks. økte tilskott til grovfôrarealer og kyr), gir mindre forskjell i lønnsomhet mellom slåttetidspunkt. Ved små arealressurser i forhold til dyretall og kvote blir tilførselen av grovfôrtørrstoff knapp. Senere slått kommer da relativt bedre ut grunnet høyere tørrstoffavling. I strøk med ned-satt varighet av eng er forskjellen i lønnsomhet mellom de to slåttetidspunktene mindre.

Flere forhold er ikke trukket inn i modellene og vurderingene. Noen av de viktige nevnes nedenfor. Andre kalvetidspunkt enn høstkalving er aktuelt, og valg av optimal kalvingstid kan påvirkes av endra landbrukspolitiske rammevilkår. Modellen har en relativt kort tidshorizont. På lengre sikt må det investeres i ny driftsbygning og maskinpark, hvis mjølkeproduksjon fortsatt skal være mulig. Bygningsinvesteringer øker gjennomsnittskostnaden i mjølkeproduksjonen, og det er lønnsomt med færre kyr for å fylle en gitt kvote¹³. Investeringer i bygningsplass for slakteokser er neppe lønnsomt. Grovfôrbehovet minker, og arealbruken ekstensiveres eller mer jord nyttes til korn (eller annet) om det er mulig. Investeringer i ny maskinpark og lagerplass øker grovførets (marginal)kostnad, og kraftfôr kan bli billigst. Billigere dyrking, høsting, lagring og handtering av grovfôr kan motvirke en slik utvikling. For å kunne si mer om disse og andre forhold trengs ytterligere forskning.

¹³ I så fall vil en ny driftsbygning ha færre kuplasser. I tillegg bør bl.a. muligheter for å leie eller kjøpe mer kvote, samarbeidsløsninger og framtidig strukturpolitikk for øvrig vurderes strategisk før det investeres i nybygg.

Referanser

- Arendonk, J.A.M van, 1985. A model to estimate performance, revenues and costs of dairy cows under different production and price situations. *Agricultural Systems*, 16:157–189.
- Beever, D.E., N. Offer & M. Gill, 2000. The feeding value of grass and grass products. I: Hopkins, A. (ed.), *Grass: its production and utilization*, 3rd ed. Blackwell Science, London, 140–195.
- Benjamin, C., A. Gohin & H. Guyomard, 1999. The future of European Union dairy policy. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 47:91–101.
- Berentsen, P.B.M. & G.W.J. Giesen, 1995. An environmental-economic model at the farm level to analyse institutional and technical change in dairy farming. *Agricultural Systems*, 49:153–175.
- Berentsen, P.B.M., G.W.J. Giesen & J.A. Renkema, 2000. Introduction of seasonal and spatial specification to grass production and grassland use in a dairy farm model. *Grass and Forage Science*, 55:125–137.
- Bonesmo, H., 1999. *Spring growth and regrowth rates of timothy and meadow fescue swards*. Doctor scientiarum theses 1999:8. Agricultural University of Norway, Ås.
- Broster, W.H. & C. Thomas, 1988. The influence of level and pattern of concentrate input on milk output. I: Haresign, W. & D. J. A. Cole (eds.), *Recent developments in ruminant nutrition 2*. Butterworths, London, 76–96.
- Baadshaug, O.H., 1976. *Høsting og gjødsling av eng. En oversikt over resultater av engforsøk i Norge og andre skandinaviske land*. Landbruksbokhandelen, Ås-NLH.
- Baadshaug, O.H., B. Grønnerød & A.O. Skjelvåg, 1996. Nitrogengjødsling til eng. Kan forsøksresultatene utnyttes bedre? *Norsk landbruksforskning*, 10:87–99.
- Dent, J.B., S.R. Harrison & K.B. Woodford, 1986. *Farm planning with linear programming: Concept and practice*. Butterworths, Sydney.
- Dillon, J.L. & J.R. Anderson, 1990. *The analysis of response in crop and livestock production*, 3rd edition. Pergamon Press, Oxford.
- Ekern, A. et al., 1991. Nytt system for energivurdering av fôr til drøvtyggere. *Norsk landbruksforskning*, 5:273–277.
- Faverdin, P., J.P. Dulphy, J.B. Coulon, R. Vérité, J.P. Garel, J. Rouel & B. Marquis, 1991. Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livestock Production Science*, 27:137–156.
- Flaten, O., 1998. *Arbeidsforbruket i mjølkeproduksjonen*. Diskusjonsnotat #D-10/1998. Institutt for økonomi og samfunnsfag, Norges landbrukskøleskole, Ås.
- Flaten, O., 2000. *Økonomisk tilpasning på mjølkeproduksjonsbruk – en produksjonsteoretisk tilnærming*. Notat 2000:7. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Gordon, F.J., 1984. The effect of level of concentrate supplementation given with grass silage during the winter on the total lactation performance of autumn-calving dairy cows. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 102:163–179.
- Gordon, F.J., C.P. Ferris, D.C. Patterson & C.S. Mayne, 2000. A comparison of two grassland-based systems for autumn calving dairy cows of high genetic merit. *Grass and Forage Science*, 55:83–96.
- Harstad, O.M., 1994. *Fôring av mjølkekyr*. Forelesningsnotater i HFE33. Landbruksbokhandelen, Ås.

- Harstad, O.M. & A. Ekern, 1998. Fôring av mjølkekyr. I: Strand, M. (red.), *K.K. Heje håndbok for jordbruket 1999*. Landbruksforlaget, Oslo, 138–144.
- Havrevoll, Ø., C.-G. Fristed, T. Gotvassli & T. Bolstad, 1998. Fôrstyrke i mjølkeproduksjonen hos storfe. *Husdyrforsøksmøtet 1998*. Norges landbrukshøgskole 10. og 11. februar. Forskningsparken i Ås, Ås, 55–59.
- Havrevoll, Ø., J.J. Nedkvitne, T. Matre, H. Volden, L.O. Eik & J. Berg, 1992. Proteinnormer for ungdyr og sau. *Husdyrforsøksmøtet 1992. Faginfo nr. 13 1992*. Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, 615–620.
- Hazell, P.B.R. & R.D. Norton, 1986. *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. Macmillan Publishing Company, New York.
- Hegrenes, A., 1985. *Mekaniseringsøkonomi på enkeltbruk*. Forskningsmelding F-279-85. Norges landbruksøkonomiske institutt, Oslo.
- Hegrenes, A. & I. Hovland, 1996. *Foretaksøkonomiske tilpassingar til produksjonsnøytrale tilskot*. Notat 1996:16. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Hennessy, T., 2000. Dairy farming in a booming economy and Agenda 2000. *Farm Management*, 10:653–664.
- Herrero, M., R.H. Fawcett & J.B. Dent, 1999. Bio-economic evaluation of dairy farm management scenarios using integrated simulation and multiple-criteria models. *Agricultural Systems*, 62:69–188.
- Hole, J.R., 1987. Tap og kjemiske forandringar under konserveringa. I: *Konservering av grovfôr*. NLVF-utredning nr. 142. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, Oslo, 23–49.
- Homb, T., 1981. *Produksjon av storfekjøtt: Kvalitet og fôring*. Landbruksforlaget, Oslo.
- Homb, T., 1985. *Oppdrett av kviger for rekruttering av mjølkebuskapen*. Landbruksbokhandelen, Ås-NLH.
- Huhtanen, P., 1997. Supply of nutrients and productive responses in dairy cows given diets based on restrictively fermented silage. *Agricultural and Food Science in Finland*, 7:219–250.
- Innst. S. nr. 167 (1999–2000). *Innstilling fra næringskomiteen om norsk landbruk og matproduksjon, St.meld. nr. 19 (1999–2000)*.
- Jerven, M., 1985. *Arbeidsforbruket i melkeproduksjonen*. Forskningsmelding (F)-316-85. Norges landbruksøkonomiske institutt, Oslo.
- Johansen, A. & L. Nordang, 1993. A comparison between meadow fescue and timothy silage. I. Feeding experiments with slaughter bulls. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 7:381–399.
- Johansen, A. & L. Nordang, 1994. A comparison between meadow fescue and timothy silage. 3. Feeding experiments with dairy cows. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 8:135–153.
- Kiel, J.-Y. & R. Sørland, 1982. *Handteringslinjer for grashøsting: Driftsøkonomiske og driftstekniske forhold*. Forskningsmelding F-276-82. Norges landbruksøkonomiske institutt, Oslo.
- Kjus, O. 1987. Metodar og utstyr for hausting og konservering av grovfôr. I: *Konservering av grovfôr*. NLVF-utredning nr. 142. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, Oslo, 68–86.
- Kristensen, V.F. & E.B. Skovborg, 1990. *Betydningen av tidspunktet for 1. slået i græs for græsudbytte og -kvalitet og for ensilageoptagelse og produktion hos malkekøer*. 15. beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg. Statens Planteavlsforsøg og Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele.
- Landbrugets Rådgivningscenter, 1998. *Håndbog for driftsplanlægning 1998*. Landbrugets Rådgivningscenter, Århus.

- Lönnemark, H., 1971. *Kostnader och kostnadsberäkningar för jordbruksmaskiner*. Meddelande nr. 340. Jordbrukstekniska Institutet, Uppsala.
- Merry, R.J., R. Jones & M.K. Theodorou, 2000. The conservation of grass. I: Hopkins, A. (ed.), *Grass: its production and utilization*, 3rd ed. Blackwell Science, London, 196–228.
- NILF (Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning), 1999. *Handbok for driftsplanlegging 1999/2000*. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Nissinen, O. & H. Hakkola, 1995. Effects of plant species and harvesting system on grassland production in northern Finland. *Agricultural Science in Finland*, 4:479–494.
- Opsahl, B. & A.O. Skjelvåg, 1984. *Eng- og beitedyrking. Varige eng og beite i Noreg. Areal, opphav, plantesetnad, fornying*. Landbruksbokhandelen, Ås-NLH.
- Ormstad, I., 1997. Slaktemodenhet. I: Strand, M. (red.), *K.K. Heje håndbok for jordbruket 1998*. Landbruksforlaget, Oslo, 166–170.
- Pannell, D.J., 1996. Lessons from a decade of whole-farm modelling in Western-Australia. *Review of Agricultural Economics*, 18:373–383.
- Pestalozzi, M., 1980. Virkning av høstetid og gjødsling på grasavling og avlingskvalitet. *Forskning og forsøk i landbruket*, 31:89–103.
- Pestalozzi, M., 1987. Plantekvalitet og avling. I: *Konservering av grovfôr*. NLFV-utredning nr. 142. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, Oslo, 7–22.
- Ramsden, S., J. Gibbons & P. Wilson, 1999. Impacts of changing relative prices on farm level dairy production in the UK. *Agricultural Systems*, 62:201–215.
- Randby, Å., 1996. Ernæringsmessige konsekvenser av økt kraftfôrforbruk i mjølkeproduksjonen. *Norsk landbruksforskning*, 10:59–74.
- Revhaug, I., J. Skretting, R. Mona, V. Westum & O. Kval-Engstad, 1997. *Håndbok i plantedyrking 1997*. Forsøksringene i Hedmark og Oppland.
- Rigby, D. & T. Young, 1996. European environmental regulations to reduce water pollution: An analysis of their impact on UK dairy farms. *European Review of Agricultural Economics*, 23:59–78.
- Saue, O., 1983. *Fôring av mjølkekyr*. Landbruksbokhandelen, Ås-NLH.
- Selmer-Olsen, I., 1991. *Høstetid for eng til surfôr og høy i relasjon til fôrverdi og mjølkeproduksjon*. Faginfo nr. 13/1991. Statens fagtjeneste for landbruket, Ås.
- Skar, R., 1995. *Arbeidsforbruket ved grashøsting*. NILF-rapport 1995:6. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- Steen, R.W.J., 1992. The performance of beef cattle given silages made from perennial ryegrasses of different maturity groups, cut on different dates. *Grass and Forage Science*, 47:239–248.
- Steen, R.W.J. & F.J. Gordon, 1980. The effect of type of silage and level of concentrate supplementation offered during early lactation on total lactation performance of January/February calving cows. *Animal Production*, 30:341–354.
- St.meld. nr. 19 (1999–2000). *Om norsk landbruk og matproduksjon*. Det kongelige landbruksdepartement, Oslo.
- St.prp. nr. 82 (1999–2000). *Om jordbruksoppgjøret 2000 – endringer i statsbudsjettet for 2000 m.m.* Arbeids- og administrasjonsdepartementet, Oslo.
- Thomas, C., 1988. Factors affecting substitution rates in dairy cows on silage based rations. I: Haresign, W. & D.J.A. Cole (eds.), *Recent developments in ruminant nutrition 2*. Butterworths, London, 223–236.
- Thomas, C. & R.C. Rae, 1988. Concentrate supplementation of silage for dairy cows. I: Garnsworthy, P.C. (ed.), *Nutrition and lactation in the dairy cow*. Butterworths, London, 327–354.

- TINE, 1999. *Kvalitetsbetaling av leverandørmjolk. Nye regler frå 1. februar 1999. Analyser, klasseinndeling og grenseverdier for kumjolk.* TINE Norske Meierier, Organisasjonsavdelingen, Oslo.
- Tozer, P.R. & R.G. Huffaker, 1999. Dairy deregulation and low-input dairy production: A bioeconomic evaluation. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 24:155–172.
- Valencia, V. & D. Anderson, 2000. Choosing optimal milk production systems in a changing economic environment. *Farm Management*, 10:618–630.
- Vatn, A., L.R. Bakken, M. Bleken, P. Botterweg, H. Lundebj, E. Romstad, P.K. Rørstad & A. Vold, 1996. Policies for reduced nutrient losses from Norwegian agriculture. Integrating economics and ecology. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Supplement No. 23.
- Vedeld, P.O., 1998. *Farmers and fertilizers – a study of adaption and response to price change among Norwegian farmers.* Doctor scientiarum theses 1997:8. Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway, Ås.
- Volden, H. & O.M. Harstad, 1998. Framtidig system for førmiddelvurdering. *Husdyrforsøksmøtet 1998.* Norges landbrukshøgskole 10. og 11. februar. Forskningsparken i Ås, Ås, 21–25.
- Volden, H., O.M. Harstad, L.O. Eik & J.J. Nedkvitne, 1992. Proteinnormer for mjølkeku og mjølkegeit. *Husdyrforsøksmøtet 1992. Faginfo nr. 13 1992.* Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, 608–614.
- Wiersholm, L.H., 1969. *Avlingsdata ved driftsøkonomisk planlegging. Korn og potetavlinger i forsøk og praksis.* Særmelding nr. 48. Norges landbruksøkonomiske institutt, Oslo.
- Østergaard, V., 1979. *Strategies for concentrate feeding to attain optimum feeding level in high yielding dairy cows: An interdisciplinary study based on a Danish long term experiment 1972–76 on input-output relationships in milk production.* 482. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.
- Østrem, L. & J. Øyen, 1985. Verknad av haustetid og gjødsling på avling og kvalitet hos ulike grasartar. *Forskning og forsøk i landbruket*, 36:29–36.
- Aase, K., 1972. Forsøk med stigande mengder nitrogen til beite. *Forskning og forsøk i landbruket*, 23:39–52.

Vedlegg

Vedlegg 1

Variabeldefinisjoner, modellformuleringer og resultater fra modellkjøringer

Forkortinger og tolkning av aktiviteter og skranker

Modeller med 3 slåtter (aktiviteter med korndyrking, gjenlegg med dekkvekst og fôrplaner med NH₃-behandla halm til ungdyr fjernes hvis korn ikke kan dyrkes. Det samme gjelder skranker med halm og arealtilskott til korn):

Aktiviteter:

- ENGK103 - Slåtteeng til mjølkekyr, 3 slåtter, 10 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGU103 - Slåtteeng til andre storfe, 3 slåtter, 10 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGK153 - Slåtteeng til mjølkekyr, 3 slåtter, 15 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGU153 - Slåtteeng til andre storfe, 3 slåtter, 15 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGK203 - Slåtteeng til mjølkekyr, 3 slåtter, 20 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGU203 - Slåtteeng til andre storfe, 3 slåtter, 20 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGK253 - Slåtteeng til mjølkekyr, 3 slåtter, 25 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGU253 - Slåtteeng til andre storfe, 3 slåtter, 25 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGK303 - Slåtteeng til mjølkekyr, 3 slåtter, 30 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- ENGU303 - Slåtteeng til andre storfe, 3 slåtter, 30 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- UTFSURF - Arbeid med utføring av surfôr. Enhet: Timer per 100 kg TS.
- PERMBEIT - Permanent beite til mjølkekyr og kviger, 5 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- BEITE15 - Kortvarig beite til mjølkekyr og kviger, 15 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- BEITE20 - Kortvarig beite til mjølkekyr og kviger, 20 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- BEITE25 - Kortvarig beite til mjølkekyr og kviger, 25 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
- GJUDEKEN - Vårgjenlegg uten dekkvekst, slåtteeng til surfôr. Enhet: 1 daa.
- GJUDEKBE - Vårgjenlegg uten dekkvekst, kortvarig beite. Enhet: 1 daa.
- GJENL - Gjenlegg med dekkvekst (bygg til modning), slåtteeng. Enhet: 1 daa.
- GJENLBEI - Gjenlegg med dekkvekst (bygg til modning), kortvarig beite. Enhet: 1 daa.
- BYGG - Bygg til modning. Enhet: 1 daa.
- FOR97L - Drøvtyggerfôr 97 låg, innefôr til mjølkekyr. Enhet: 100 kg fôrvare.
- FOR97H - Drøvtyggerfôr 97 høg, innefôr til mjølkekyr. Enhet: 100 kg fôrvare.
- FOR200 - Drøvtyggerfôr 200, innefôr til mjølkekyr. Enhet: 100 kg fôrvare.
- FORBEI - Drøvtyggerfôr Beite, kraftfôr i beiteperioden til mjølkekyr. Enhet: 100 kg fôrvare.
- MELK55G - Mjølkeku med årsavdrått 5 500 kg. Appetittfôring med surfôr. Enhet: 1 årsku.
- MELK55K - Mjølkeku med årsavdrått 5 500 kg. Minimale surfôrmengder. Enhet: 1 årsku.
- MELK60G - Mjølkeku med årsavdrått 6 000 kg. Appetittfôring med surfôr. Enhet: 1 årsku.
- MELK60K - Mjølkeku med årsavdrått 6 000 kg. Minimale surfôrmengder. Enhet: 1 årsku.
- MELK65G - Mjølkeku med årsavdrått 6 500 kg. Appetittfôring med surfôr. Enhet: 1 årsku.

MELK65K - Mjølkeku med årsavdrått 6 500 kg. Minimale surførmengder. Enhet: 1 årsku.

MELK70G - Mjølkeku med årsavdrått 7 000 kg. Appetittføring med surfør. Enhet: 1 årsku.

MELK70K - Mjølkeku med årsavdrått 7 000 kg. Minimale surførmengder. Enhet: 1 årsku.

MELK75G - Mjølkeku med årsavdrått 7 500 kg. Appetittføring med surfør. Enhet: 1 årsku.

MELK75K - Mjølkeku med årsavdrått 7 500 kg. Minimale surførmengder. Enhet: 1 årsku.

KVIGE - Oppdrett av rekrutteringskvige på ungdyrplass. Førplan med surfør. Enhet: 1 oppdrettskvige (2 år).

KVIGEKU - Oppdrett av rekrutteringskvige på kubåsplass. Førplan med surfør Enhet: 1 oppdrettskvige (2 år).

KVIGHALM - Oppdrett av rekrutteringskvige på ungdyrplass. Førplan med surfør og NH₃-behandla halm. Enhet: 1 oppdrettskvige (2 år).

KVIGKUHA - Oppdrett av rekrutteringskvige på kubåsplass. Førplan med surfør og NH₃-behandla halm. Enhet: 1 oppdrettskvige (2 år).

KKALV - Salg av kvigekalv (5 uker). Enhet: 1 kvigekalv.

OKALV - Salg av oksekalv (5 uker). Enhet: 1 oksekalv.

OKSE - Framføring av oksekalv på ungdyrplass. Førplan med surfør. Enhet: 15 md. okse.

OKSEKU - Framføring av oksekalv på kubåsplass. Førplan med surfør Enhet: 15 md. okse.

OKSEHALM - Framføring av oksekalv på ungdyrplass. Førplan med surfør og NH₃-behandla halm. Enhet: 15 md. okse.

OKSEKUHA - Framføring av oksekalv på kubåsplass. Førplan med surfør og NH₃-behandla halm. Enhet: 15 md. okse.

MELKLEV - Leveranse av mjølk innenfor kvoten. Enhet: 1 000 liter levert mjølk.

MELKOVER - Leveranse av mjølk utenfor kvoten. Enhet: 1 000 liter levert mjølk.

DRTILS - Driftstilskott i mjølkeproduksjonen. Enhet: 1 000 liter levert mjølk.

EGETARB - Brukerfamiliens arbeidsinnsats. Enhet: 1 arbeidstime.

LARB - Leid arbeid. Enhet: 1 arbeidstime.

AKG100 - Areal- og kulturlandskapstillegg grovfør, 0–100 daa. Enhet: 1 daa.

AKG250 - Areal- og kulturlandskapstillegg grovfør, 101–250 daa. Enhet: 1 daa.

AKG400 - Areal- og kulturlandskapstillegg grovfør, 250–400 daa. Enhet: 1 daa.

AKK - Areal- og kulturlandskapstillegg korn, 0–400 daa. Enhet: 1 daa.

AKTOT - Totalt areal- og kulturlandskapstillegg. Enhet: 1 000 kr.

KU8 - Tilskott til husdyr, 1–8 mjølkekyr. Enhet: 1 årsku.

KU16 - Tilskott til husdyr, 9–16 mjølkekyr. Enhet: 1 årsku.

KU25 - Tilskott til husdyr, 17–25 mjølkekyr. Enhet: 1 årsku.

UNGD25 - Tilskott til husdyr, 1–25 andre storfe. Enhet: 1 andre storfe (ungdyr).

UNGD140 - Tilskott til husdyr, 26–140 andre storfe. Enhet: 1 andre storfe (ungdyr).

Skranke:

AREAL) - Fulldyrka jordbruksareal, antall daa.

MELKLEV) - Mjølkeleveranse, 1 000 liter mjølk.

KVOTE) - Mjølkekvotens størrelse, 1 000 liter mjølk.

BAS) - Disponible kubåsplasser, per årsku.

BASUNG) - Disponible plasser til ungdyr, per ungdyr.

OKSEKVIG) - Skranke for å sikre at kviger som tar over kubåsplasser etter okser, er færre enn antall okser på kubåsplasser.

UTFSURF) - Samler opp utført mengde surfôr fra ulike fôrdyrkingsaktiviteter i en egen aktivitet, 100 kg TS nettoavling per daa.
 ARBEID) - Arbeidsforbruk og disponibel arbeidskraft, timer.
 EGETARB) - Familiens disponible arbeidskraft, timer.
 UNGGROV) - Minimale mengder surfôr til ungdyr i innefôringsperioden, kg TS.
 HALM) - Minimale mengder NH₃-behandla halm til ungdyr i innefôringsperioden, FEm.
 KUGROV) - Minimale mengder surfôr til mjølkekyr i innefôringsperioden, kg TS.
 KUKRAFT) - Minimale mengder kraftfôr til mjølkekyr i innefôringsperioden, kg TS.
 MIN200) - Minimale mengder drøvtyggerfôr 200 til mjølkekyr i innefôringsperioden, FEm.
 MINAAT) - Minimale mengder AAT til mjølkekyr i innefôringsperioden, kg AAT.
 MINPBV) - Minimale mengder PBV til mjølkekyr i innefôringsperioden, kg PBV.
 BEITGRAS) - Minimale mengder beitegras til mjølkekyr og ungdyr, kg TS.
 BEITKRAF) - Minimale mengder kraftfôr til mjølkekyr på beite, FEm.
 REKRKVGIG) - Balanse for å sikre påsett av et tilstrekkelig antall rekrutteringskviger.
 OKSEBAL) - Balanse, fødte oksekalver og hva de brukes til.
 KVIGEBAL) - Balanse, fødte kvigekalver og hva de brukes til.
 VEKSTSK) - Balanse, vekstskifte i forbindelse med gjenlegg til slåtteeeng.
 VEKBEITE) - Balanse, vekstskifte i forbindelse med gjenlegg til kortvarig beite.
 AKGROV) - Areal- og kulturlandskapstillegg grovfôr, antall daa.
 AKG100) - Areal- og kulturlandskapstillegg grovfôr, max. 0–100 daa.
 AKG250) - Areal- og kulturlandskapstillegg grovfôr, max. 101–250 daa.
 AKG400) - Areal- og kulturlandskapstillegg grovfôr, max. 251–400 daa.
 AKKORN) - Areal- og kulturlandskapstillegg korn, antall daa.
 AKTOT) - Støtte til areal- og kulturlandskapstillegg, beløp i 1 000 kr.
 HSKU) - Tilskott til husdyr, mjølkekyr, antall dyr.
 HSK8) - Tilskott til husdyr, max. 1–8 mjølkekyr.
 HSK16) - Tilskott til husdyr, max. 9–16 mjølkekyr.
 HSK25) - Tilskott til husdyr, max. 17–25 mjølkekyr.
 HSUNG) - Tilskott til husdyr, andre storfe (ungdyr), antall dyr.
 HSU25) - Tilskott til husdyr, max. 1–25 ungdyr.
 HSU140) - Tilskott til husdyr, max. 26–140 ungdyr.
 HSTOT) - Tilskott til husdyr, beløp i 1 000 kr.
 DT) - Driftstilskott i mjølkeproduksjonen, kr per 1 000 liter levert mjølk.
 MAXDT) - Maksimalt driftstilskott, i 1 000 liter levert mjølk.

Forkortelser og enheter for variabler i modeller med to slåtter er de samme som for modeller tre slåtter. Unntak gjelder aktiviteter med slåtteeeng samt to prosesser for mjølkekyr (de med høgest avdrått, 7 250 kg mjølk):

ENKG52 - Slåtteeeng til mjølkekyr, 2 slåtter, 5 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENGU52 - Slåtteeeng til andre storfe, 2 slåtter, 5 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENKG102 - Slåtteeeng til mjølkekyr, 2 slåtter, 10 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENGU102 - Slåtteeeng til andre storfe, 2 slåtter, 10 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENKG152 - Slåtteeeng til mjølkekyr, 2 slåtter, 15 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENGU152 - Slåtteeeng til andre storfe, 2 slåtter, 15 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENKG202 - Slåtteeeng til mjølkekyr, 2 slåtter, 20 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENGU202 - Slåtteeeng til andre storfe, 2 slåtter, 20 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENKG252 - Slåtteeeng til mjølkekyr, 2 slåtter, 25 kg N per daa. Enhet: 1 daa.
 ENGU252 - Slåtteeeng til andre storfe, 2 slåtter, 25 kg N per daa. Enhet: 1 daa.

MELK72G - Mjølkeku med årsavdrått 7 250 kg. Appetittføring med surfør. Enhet: 1 årsku.

MELK72K - Mjølkeku med årsavdrått 7 250 kg. Minimale surførmengder. Enhet: 1 årsku.

Dessuten øker framføringstida for aktiviteter med oksekjøtt til 550 dager.

Modellformuleringer og resultater

Formuleringer (i LINDO-format) og resultat er tatt fra kjøring av modeller med muligheter for korndyrking ved basisforutsetningene. Resultater for modell 3S-EK og 2S-EK i Tabell 3.1 bygger på disse kjøringene.

Modell med tre slåtter og muligheter for korndyrking (3S-EK):

```
MAX - 299 ENK103 - 299 ENGU103 - 383 ENK153 - 383 ENGU153
- 453 ENK203 - 453 ENGU203 - 508 ENK253 - 508 ENGU253 - 558 ENK303
- 558 ENGU303 - 91 PERMBEIT - 219 BEITE15 - 271 BEITE20 - 326 BEITE25
- 517 GJUDEKEN - 517 GJUDEKBE + 45 GJENL + 45 GJENLBEI + 187 BYGG
- 254 FOR97L - 277 FOR97H - 421 FOR200 - 259 FORBEI + 909 MELK55G
+ 909 MELK55K + 909 MELK60G + 909 MELK60K + 909 MELK65G + 909 MELK65K
+ 909 MELK70G + 909 MELK70K + 909 MELK75G + 909 MELK75K - 2732 KVIKE
- 2732 KVIKEKU - 4404 KVIGHALM - 4404 KVIGKUHA + 1410 KKALV
+ 1800 OKALV + 6055 OKSE + 6055 OKSEKU + 5065 OKSEHALM + 5065 OKSEKUHA
+ 3530 MELKLEV + 400 MELKOVER + 2000 DRTILS - 75 EGETARB
- 75.01 LEIDARB + 1000 AKTOT + 1000 HSTOT
SUBJECT TO
AREAL) ENK103 + ENGU103 + ENK153 + ENGU153 + ENK203 + ENGU203
+ ENK253 + ENGU253 + ENK303 + ENGU303 + PERMBEIT + BEITE15 + BEITE20
+ BEITE25 + GJUDEKEN + GJUDEKBE + GJENL + GJENLBEI + BYGG <= 225
MELKLEV) - 5.085 MELK55G - 5.085 MELK55K - 5.556 MELK60G - 5.556 MELK60K
- 6.027 MELK65G - 6.027 MELK65K - 6.498 MELK70G - 6.498 MELK70K
- 6.969 MELK75G - 6.969 MELK75K + MELKLEV + MELKOVER <= 0
KVOTE) MELKLEV <= 90
BAS) MELK55G + MELK55K + MELK60G + MELK60K + MELK65G + MELK65K
+ MELK70G + MELK70K + MELK75G + MELK75K + 0.75 KVIKEKU + 0.75 KVIGKUHA
+ 0.6 OKSEKU + 0.6 OKSEKUHA <= 18
BASUNG) 1.35 KVIKE + 0.6 KVIKEKU + 1.35 KVIGHALM + 0.6 KVIGKUHA
+ 0.6 OKSE + 0.6 OKSEHALM <= 10
OKSEKVIK) KVIKEKU + KVIGKUHA - OKSEKU - OKSEKUHA <= 0
UTFSURF) 3.84 ENK103 + 3.84 ENGU103 + 4.61 ENK153 + 4.61 ENGU153
+ 5.12 ENK203 + 5.12 ENGU203 + 5.38 ENK253 + 5.38 ENGU253
+ 5.44 ENK303 + 5.44 ENGU303 + 3.36 GJUDEKEN + 3.36 GJUDEKBE - UTFSURF
<= 0
ARBEID) 1.91 ENK103 + 1.91 ENGU103 + 2.34 ENK153 + 2.34 ENGU153
+ 2.58 ENK203 + 2.58 ENGU203 + 2.69 ENK253 + 2.69 ENGU253
+ 2.72 ENK303 + 2.72 ENGU303 + 0.45 PERMBEIT + 0.6 BEITE15
+ 0.6 BEITE20 + 0.6 BEITE25 + 2.79 GJUDEKEN + 2.79 GJUDEKBE
+ 1.18 GJENL + 1.18 GJENLBEI + 1.18 BYGG + 0.1667 FOR97L
+ 0.1667 FOR97H + 0.1667 FOR200 + 0.1667 FORBEI + 40 MELK55G
+ 40 MELK55K + 41.5 MELK60G + 41.5 MELK60K + 43 MELK65G + 43 MELK65K
+ 44.5 MELK70G + 44.5 MELK70K + 46 MELK75G + 46 MELK75K + 12.6 KVIKE
+ 12.6 KVIKEKU + 15.8 KVIGHALM + 15.8 KVIGKUHA + 10 OKSE + 10 OKSEKU
+ 12.3 OKSEHALM + 12.3 OKSEKUHA - EGETARB - LEIDARB + 0.2667 UTFSURF
<= 0
EGETARB) EGETARB <= 1500
UNGGROV) - 384 ENGU103 - 461 ENGU153 - 512 ENGU203 - 538 ENGU253
- 544 ENGU303 - 336 GJUDEKEN - 336 GJUDEKBE + 1752 KVIKE + 1752 KVIKEKU
+ 649 KVIGHALM + 649 KVIGKUHA + 1420 OKSE + 1420 OKSEKU + 619 OKSEHALM
+ 619 OKSEKUHA <= 0
HALM) - 158 GJENL - 158 GJENLBEI - 175 BYGG + 593 KVIGHALM + 593 KVIGKUHA
+ 480 OKSEHALM + 480 OKSEKUHA <= 0
KUGROV) - 384 ENK103 - 461 ENK153 - 512 ENK203 - 538 ENK253
- 544 ENK303 + 3146 MELK55G + 1160 MELK55K + 2975 MELK60G
+ 1268 MELK60K + 2737 MELK65G + 1418 MELK65K + 2413 MELK70G
+ 1608 MELK70K + 1943 MELK75G + 1857 MELK75K <= 0
KUKRAFT) - 87 FOR97L - 87 FOR97H - 87 FOR200 + 722 MELK55G + 2250 MELK55K
+ 1037 MELK60G + 2350 MELK60K + 1507 MELK65G + 2522 MELK65K
+ 2118 MELK70G + 2738 MELK70K + 2964 MELK75G + 3030 MELK75K <= 0
MIN200) - 93 FOR200 + 15 MELK70G + 15 MELK70K + 45 MELK75G + 45 MELK75K
<= 0
MINAAT) - 28.032 ENK103 - 33.653 ENK153 - 37.376 ENK203 - 39.274 ENK253
- 39.712 ENK303 - 9.215 FOR97L - 9.215 FOR97H - 18.6 FOR200
+ 312.7 MELK55G + 312.7 MELK55K + 337.5 MELK60G + 337.5 MELK60K
+ 362.7 MELK65G + 362.7 MELK65K + 389.3 MELK70G + 389.3 MELK70K
+ 417.7 MELK75G + 417.7 MELK75K <= 0
MINPBV) 3.84 ENK103 - 4.61 ENK153 - 12.8 ENK203 - 19.368 ENK253
- 25.024 ENK303 + 1.425 FOR97L - 1.9 FOR97H - 9.3 FOR200
- 24.3 MELK55G - 24.3 MELK55K - 20.3 MELK60G - 20.3 MELK60K
```

```

- 15.3 MELK65G - 15.3 MELK65K - 9 MELK70G - 9 MELK70K - 0.9 MELK75G
- 0.9 MELK75K <= 0
BEITGRAS) - 200 PERMBEIT - 341 BEITE15 - 371 BEITE20 - 386 BEITE25
+ 1058 MELK55G + 1058 MELK55K + 1050 MELK60G + 1050 MELK60K
+ 1018 MELK65G + 1018 MELK65K + 974 MELK70G + 974 MELK70K + 877 MELK75G
+ 877 MELK75K + 1139 KVICE + 1139 KVICEKU + 1139 KVIGHALM
+ 1139 KVIGKUHA <= 0
BEITKRAF) - 95 FORBEI + 64 MELK55G + 64 MELK55K + 64 MELK60G + 64 MELK60K
+ 64 MELK65G + 64 MELK65K + 64 MELK70G + 64 MELK70K + 64 MELK75G
+ 64 MELK75K <= 0
REKRKVIC) 0.4 MELK55G + 0.4 MELK55K + 0.4 MELK60G + 0.4 MELK60K
+ 0.4 MELK65G + 0.4 MELK65K + 0.4 MELK70G + 0.4 MELK70K + 0.4 MELK75G
+ 0.4 MELK75K - KVICE - KVICEKU - KVIGHALM - KVIGKUHA <= 0
OKSEBAL) - 0.5 MELK55G - 0.5 MELK55K - 0.5 MELK60G - 0.5 MELK60K
- 0.5 MELK65G - 0.5 MELK65K - 0.5 MELK70G - 0.5 MELK70K - 0.5 MELK75G
- 0.5 MELK75K + OKALV + OKSE + OKSEKU + OKSEHALM + OKSEKUHA <= 0
KVIGEBAL) - 0.5 MELK55G - 0.5 MELK55K - 0.5 MELK60G - 0.5 MELK60K
- 0.5 MELK65G - 0.5 MELK65K - 0.5 MELK70G - 0.5 MELK70K - 0.5 MELK75G
- 0.5 MELK75K + KVICE + KVICEKU + KVIGHALM + KVIGKUHA + KKALV <= 0
VEKSTSK) ENK103 + ENGU103 + ENK153 + ENGU153 + ENK203 + ENGU203
+ ENK253 + ENGU253 + ENK303 + ENGU303 - 3 GJUDEKEN - 3 GJENL
<= 0
VEKBEITE) BEITE15 + BEITE20 + BEITE25 - 5 GJUDEKBE - 5 GJENLBEI <= 0
AKGROV) - ENK103 - ENGU103 - ENK153 - ENGU153 - ENK203 - ENGU203
- ENK253 - ENGU253 - ENK303 - ENGU303 - PERMBEIT - BEITE15 - BEITE20
- BEITE25 - GJUDEKEN - GJUDEKBE + AKG100 + AKG250 + AKG400 <= 0
AKG100) AKG100 <= 100
AKG250) AKG250 <= 150
AKG400) AKG400 <= 150
AKKORN) - GJENL - GJENLBEI - BYGG + AKK <= 0
AKTOT) 1000 AKTOT - 505 AKG100 - 217 AKG250 - 130 AKG400 - 372 AKK
<= 0
HSKU) - MELK55G - MELK55K - MELK60G - MELK60K - MELK65G - MELK65K
- MELK70G - MELK70K - MELK75G - MELK75K + KU8 + KU16 + KU25 <= 0
HSK8) KU8 <= 8
HSK16) KU16 <= 8
HSK25) KU25 <= 9
HSUNG) - 2 KVICE - 2 KVICEKU - 2 KVIGHALM - 2 KVIGKUHA - 1.25 OKSE
- 1.25 OKSEKU - 1.25 OKSEHALM - 1.25 OKSEKUHA + UNGD25 + UNGD140
<= 0
HSU25) UNGD25 <= 25
HSU140) UNGD140 <= 115
HS) 1000 HSTOT - 3974 KU8 - 2300 KU16 - 1650 KU25 - 715 UNGD25
- 565 UNGD140 <= 0
DT) - MELKLEV + DRTILS <= 0
MAXDT) DRTILS <= 30
END

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 58

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 331471.8

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
ENK103	0.000000	32.583328
ENGU103	0.000000	32.583328
ENK153	0.000000	6.363271
ENGU153	0.000000	6.363277
ENK203	76.658485	0.000000
ENGU203	16.336235	0.000000
ENK253	0.000000	15.143254
ENGU253	0.000000	15.143236
ENK303	0.000000	56.291630
ENGU303	0.000000	56.291672
PERMBEIT	0.000000	58.074047
BEITE15	63.123329	0.000000
BEITE20	0.000000	3.973609
BEITE25	0.000000	34.960411
GJUDEKEN	0.000000	216.062500
GJUDEKBE	0.000000	216.062500
GJENL	30.998240	0.000000
GJENLBEI	12.624666	0.000000
BYGG	25.259043	0.000000
FOR97L	275.272247	0.000000
FOR97H	0.000000	23.000000
FOR200	0.486348	0.000000
FORBEI	9.901243	0.000000
MELK55G	0.000000	359.894531
MELK55K	0.000000	694.631775
MELK60G	0.000000	120.825974
MELK60K	0.000000	408.079926
MELK65G	11.681803	0.000000
MELK65K	0.000000	222.557648
MELK70G	3.015355	0.000000
MELK70K	0.000000	136.546539
MELK75G	0.000000	136.019180
MELK75K	0.000000	150.289948
KVICE	0.000000	349.464844
KVICEKU	0.000000	349.464844

KVIGHALM	4.141372	0.000000
KVIGKUHA	1.737491	0.000000
KKALV	1.469716	0.000000
OKALV	0.000000	1967.123291
OKSE	0.000000	479.778625
OKSEKU	0.000000	479.778625
OKSEHALM	5.611088	0.000000
OKSEKUHA	1.737491	0.000000
MELKLEV	90.000000	0.000000
MELKOVER	0.000000	1758.696167
DRTILS	30.000000	0.000000
EGETARB	1353.459595	0.000000
LEIDARB	0.000000	0.010002
AKTOT	88.301704	0.000000
HSTOT	62.170029	0.000000
UTFSURF	476.132965	0.000000
AKG100	100.000000	0.000000
AKG250	56.118050	0.000000
AKG400	0.000000	87.000000
AKK	68.881950	0.000000
KU8	8.000000	0.000000
KU16	6.697157	0.000000
KU25	0.000000	650.000000
UNGD25	20.943449	0.000000
UNGD140	0.000000	150.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
AREAL)	0.000000	470.500000
MELKLEV)	0.000000	2158.696289
KVOTE)	0.000000	1371.303833
BAS)	0.957230	0.000000
BASUNG)	0.000000	0.000000
OKSEKVI)	0.000000	0.000000
UTFSURF)	0.000000	20.002501
ARBEID)	0.000000	75.000000
EGETARB)	146.540405	0.000000
UNGGROV)	0.000000	2.050285
HALM)	4299.268066	0.000000
KUGROV)	0.000000	0.864261
KUKRAFT)	0.000000	1.342383
MIN200)	0.000000	0.156159
MINAAT)	0.000000	16.246904
MINPBV)	799.358459	0.000000
BEITGRAS)	0.000000	1.600880
BEITKRAF)	0.000000	2.857921
REKRKVI)	0.000000	8723.037109
OKSEBAL)	0.000000	3767.123291
KVIGEBAL)	0.000000	1410.000000
VEKSTSK)	0.000000	47.333332
VEKBEITE)	0.000000	28.400000
AKGROV)	0.000000	217.000000
AKG100)	0.000000	288.000000
AKG250)	93.881950	0.000000
AKG400)	150.000000	0.000000
AKKORN)	0.000000	372.000000
AKTOT)	0.000000	1.000000
HSKU)	0.000000	2300.000000
HSK8)	0.000000	1674.000000
HSK16)	1.302843	0.000000
HSK25)	9.000000	0.000000
HSUNG)	0.000000	715.000000
HSU25)	4.056551	0.000000
HSU140)	115.000000	0.000000
HS)	0.000000	1.000000
DT)	60.000000	0.000000
MAXDT)	0.000000	2000.000000

NO. ITERATIONS= 58

Modell med to slåtter og muligheter for korndyrking (2S-EK):

Første løsning gir ikke samme N-gjødsling i sl tteeng til mjølkekyr og ungdyr. Formulering og resultat vises etter at modellen er beskranket slik at N-gjødsling i all sl tteeng er lik.

MAX - 246 ENK52 - 246 ENK52 - 334 ENK102 - 334 ENK102 - 398 ENK152
- 398 ENK152 - 456 ENK202 - 456 ENK202 - 502 ENK252 - 502 ENK252
- 91 PERMBEIT - 219 BEITE15 - 271 BEITE20 - 326 BEITE25 - 483 GJUDEKEN
- 483 GJUDEKBE + 45 GJENL + 45 GJENLBEI + 187 BYGG - 254 FOR97L
- 277 FOR97H - 421 FOR200 - 259 FORBEI + 909 MELK55G + 909 MELK55K
+ 909 MELK60G + 909 MELK60K + 909 MELK65G + 909 MELK65K + 909 MELK70G
+ 909 MELK70K + 909 MELK72G + 909 MELK72K - 3263 KVIGE - 3263 KVIGEKU
- 4605 KVIGHALM - 4605 KVIGKUHA + 1410 KKALV + 1800 OKALV + 5663 OKSE
+ 5663 OKSEKU + 4739 OKSEHALM + 4739 OKSEKUHA + 3530 MELKLEV
+ 400 MELKOVER + 2000 DRTILS - 75 EGETARB - 75.01 LEIDARB + 1000 AKTOT

+ 1000 HSTOT
SUBJECT TO
AREAL) ENKG52 + ENGU52 + ENKG102 + ENGU102 + ENKG152 + ENGU152 + ENKG202
+ ENGU202 + ENKG252 + ENGU252 + PERMBEIT + BEITE15 + BEITE20 + BEITE25
+ GJUDEKEN + GJUDEKBE + GJENL + GJENLBEI + BYGG <= 225
MELKLEV) - 5.085 MELK55G - 5.085 MELK55K - 5.556 MELK60G - 5.556 MELK60K
- 6.027 MELK65G - 6.027 MELK65K - 6.498 MELK70G - 6.498 MELK70K
- 6.733 MELK72G - 6.733 MELK72K + MELKLEV + MELKOVER <= 0
KVOTE) MELKLEV <= 90
BAS) MELK55G + MELK55K + MELK60G + MELK60K + MELK65G + MELK65K
+ MELK70G + MELK70K + MELK72G + MELK72K + 0.45 KVIGEKU + 0.45 KVIGKUHA
+ 0.9 OKSEKU + 0.9 OKSEKUHA <= 18
BASUNG) 1.35 KVIGE + 0.9 KVIGEKU + 1.35 KVIGHALM + 0.9 KVIGKUHA
+ 0.9 OKSE + 0.9 OKSEHALM <= 10
OKSEKVI) KVIGEKU + KVIGKUHA - OKSEKU - OKSEKUHA <= 0
UTFSURF) 4.74 ENKG52 + 4.74 ENGU52 + 5.5 ENKG102 + 5.5 ENGU102
+ 5.89 ENKG152 + 5.89 ENGU152 + 6.08 ENKG202 + 6.08 ENGU202
+ 6.11 ENKG252 + 6.11 ENGU252 + 3.84 GJUDEKEN + 3.84 GJUDEKBE - UTFSURF
<= 0
ARBEID) 1.84 ENKG52 + 1.84 ENGU52 + 2.2 ENKG102 + 2.2 ENGU102
+ 2.35 ENKG152 + 2.35 ENGU152 + 2.42 ENKG202 + 2.42 ENGU202
- 2.43 ENKG252 + 2.43 ENGU252 + 0.45 PERMBEIT + 0.6 BEITE15
+ 0.6 BEITE20 + 0.6 BEITE25 + 2.61 GJUDEKEN + 2.61 GJUDEKBE
+ 1.18 GJENL + 1.18 GJENLBEI + 1.18 BYGG + 0.1667 FOR97L
+ 0.1667 FOR97H + 0.1667 FOR200 + 0.1667 FORBEI + 40 MELK55G
+ 40 MELK55K + 41.5 MELK60G + 41.5 MELK60K + 43 MELK65G + 43 MELK65K
+ 44.5 MELK70G + 44.5 MELK70K + 45.25 MELK72G + 45.25 MELK72K
+ 13 KVIGE + 13 KVIGEKU + 16 KVIGHALM + 16 KVIGKUHA + 12.6 OKSE
+ 12.6 OKSEKU + 15.7 OKSEHALM + 15.7 OKSEKUHA - EGETARB - LEIDARB
+ 0.2667 UTFSURF <= 0
EGETARB) EGETARB <= 1500
UNGGROV) - 474 ENGU52 - 550 ENGU102 - 589 ENGU152 - 608 ENGU202
- 611 ENGU252 - 384 GJUDEKEN - 384 GJUDEKBE + 1774 KVIGE + 1774 KVIGEKU
+ 685 KVIGHALM + 685 KVIGKUHA + 1950 OKSE + 1950 OKSEKU + 865 OKSEHALM
+ 865 OKSEKUHA <= 0
HALM) - 158 GJENL - 158 GJENLBEI - 175 BYGG + 593 KVIGHALM + 593 KVIGKUHA
+ 695 OKSEHALM + 695 OKSEKUHA <= 0
KUGROV) - 474 ENKG52 - 550 ENKG102 - 589 ENKG152 - 608 ENKG202
- 611 ENKG252 + 3309 MELK55G + 1172 MELK55K + 3089 MELK60G
+ 1309 MELK60K + 2863 MELK65G + 1496 MELK65K + 2463 MELK70G
+ 1717 MELK70K + 2174 MELK72G + 1846 MELK72K <= 0
KUKRAFT) - 87 FOR97L - 87 FOR97H - 87 FOR200 + 866 MELK55G + 2275 MELK55K
+ 1258 MELK60G + 2432 MELK60K + 1759 MELK65G + 2660 MELK65K
+ 2432 MELK70G + 2924 MELK70K + 2861 MELK72G + 3077 MELK72K <= 0
MIN200) - 93 FOR200 + 15 MELK70G + 15 MELK70K + 30 MELK72G + 30 MELK72K
<= 0
MINAAT) - 33.18 ENKG52 - 38.5 ENKG102 - 41.23 ENKG152 - 42.56 ENKG202
- 42.77 ENKG252 - 9.215 FOR97L - 9.215 FOR97H - 18.6 FOR200
+ 312.7 MELK55G + 312.7 MELK55K + 337.5 MELK60G + 337.5 MELK60K
+ 362.7 MELK65G + 362.7 MELK65K + 389 MELK70G + 389 MELK70K
+ 403.3 MELK72G + 403.3 MELK72K <= 0
MINPBV) 20.856 ENKG52 + 14.85 ENKG102 + 10.01 ENKG152 + 5.47 ENKG202
+ 1.83 ENKG252 + 1.425 FOR97L - 1.9 FOR97H - 9.3 FOR200 - 17.3 MELK55G
- 17.3 MELK55K - 13.4 MELK60G - 13.4 MELK60K - 7.7 MELK65G
- 7.7 MELK65K - 1.5 MELK70G - 1.5 MELK70K + 1.4 MELK72G + 1.4 MELK72K
<= 0
BEITGRAS) - 200 PERMBEIT - 341 BEITE15 - 371 BEITE20 - 386 BEITE25
+ 1088 MELK55G + 1088 MELK55K + 1069 MELK60G + 1069 MELK60K
+ 1037 MELK65G + 1037 MELK65K + 985 MELK70G + 985 MELK70K + 933 MELK72G
+ 933 MELK72K + 1139 KVIGE + 1139 KVIGEKU + 1139 KVIGHALM
+ 1139 KVIGKUHA <= 0
BEITKRAF) - 95 FORBEI + 64 MELK55G + 64 MELK55K + 64 MELK60G + 64 MELK60K
+ 64 MELK65G + 64 MELK65K + 64 MELK70G + 64 MELK70K + 64 MELK72G
+ 64 MELK72K <= 0
REKRKVI) 0.4 MELK55G + 0.4 MELK55K + 0.4 MELK60G + 0.4 MELK60K
+ 0.4 MELK65G + 0.4 MELK65K + 0.4 MELK70G + 0.4 MELK70K + 0.4 MELK72G
+ 0.4 MELK72K - KVIGE - KVIGEKU - KVIGHALM - KVIGKUHA <= 0
OKSEBAL) - 0.5 MELK55G - 0.5 MELK55K - 0.5 MELK60G - 0.5 MELK60K
- 0.5 MELK65G - 0.5 MELK65K - 0.5 MELK70G - 0.5 MELK70K - 0.5 MELK72G
- 0.5 MELK72K + OKALV + OKSE + OKSEKU + OKSEHALM + OKSEKUHA <= 0
KVIGEBAL) - 0.5 MELK55G - 0.5 MELK55K - 0.5 MELK60G - 0.5 MELK60K
- 0.5 MELK65G - 0.5 MELK65K - 0.5 MELK70G - 0.5 MELK70K - 0.5 MELK72G
- 0.5 MELK72K + KVIGE + KVIGEKU + KVIGHALM + KVIGKUHA + KKALV <= 0
VEKSTSK) ENKG52 + ENGU52 + ENKG102 + ENGU102 + ENKG152 + ENGU152 + ENKG202
+ ENGU202 + ENKG252 + ENGU252 - 4 GJUDEKEN - 4 GJENL <= 0
VEKSTGJ) BEITE15 + BEITE20 + BEITE25 - 5 GJUDEKBE - 5 GJENLBEI <= 0
AKGROV) - ENKG52 - ENGU52 - ENKG102 - ENGU102 - ENKG152 - ENGU152 - ENKG202
- ENGU202 - ENKG252 - ENGU252 - PERMBEIT - BEITE15 - BEITE20 - BEITE25
- GJUDEKEN - GJUDEKBE + AKG100 + AKG250 + AKG400 <= 0
AKG100) AKG100 <= 100
AKG250) AKG250 <= 150
AKG400) AKG400 <= 150
AKKORN) - GJENL - GJENLBEI - BYGG + AKK <= 0
AKTOT) 1000 AKTOT - 505 AKG100 - 217 AKG250 - 130 AKG400 - 372 AKK
<= 0
HSKU) - MELK55G - MELK55K - MELK60G - MELK60K - MELK65G - MELK65K
- MELK70G - MELK70K - MELK72G - MELK72K + KU8 + KU16 + KU25 <= 0
HSK8) KU8 <= 8
HSK16) KU16 <= 8
HSK25) KU25 <= 9

```

HSUNG) - 2 KVICE - 2 KVICEKU - 2 KVICEHALM - 2 KVICEKUHA - 1.53 OKSE
- 1.53 OKSEKU - 1.53 OKSEHALM - 1.53 OKSEKUHA + UNGD25 + UNGD140
<= 0
HSU25) UNGD25 <= 25
HSU140) UNGD140 <= 115
HS) 1000 HSTOT - 3974 KU8 - 2300 KU16 - 1650 KU25 - 715 UNGD25
- 565 UNGD140 <= 0
DT) - MELKLEV + DRTILS <= 0
MAXDT) DRTILS <= 30
41) ENGU52 = 0
42) ENGU102 = 0
43) ENGU202 = 1.6
END

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 34

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 318615.6

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
ENGK52	0.000000	71.486679
ENGU52	0.000000	0.000000
ENGK102	0.000000	21.971029
ENGU102	0.000000	0.000000
ENGK152	64.529076	0.000000
ENGU152	13.459579	0.000000
ENGK202	7.804257	0.000000
ENGU202	1.600000	0.000000
ENGK252	0.000000	15.481801
ENGU252	0.000000	77.756378
PERMBEIT	0.000000	58.074047
BEITE15	65.362762	0.000000
BEITE20	0.000000	3.973609
BEITE25	0.000000	34.960411
GJUDEKEN	0.000000	227.452026
GJUDEKBE	0.000000	227.452026
GJENL	21.848228	0.000000
GJENLBET	13.072552	0.000000
BYGG	37.323547	0.000000
FOR97L	0.000000	1.206882
FOR97H	301.917236	0.000000
FOR200	0.000000	0.000000
FORBET	10.059994	0.000000
MELK55G	0.000000	383.354584
MELK55K	0.000000	1024.052856
MELK60G	0.000000	28.208437
MELK60K	0.000000	563.086670
MELK65G	14.932802	0.000000
MELK65K	0.000000	408.855591
MELK70G	0.000000	191.601364
MELK70K	0.000000	415.691101
MELK72G	0.000000	386.830811
MELK72K	0.000000	484.338806
KVICE	0.000000	246.887115
KVICEKU	0.000000	246.887009
KVICEHALM	5.973121	0.000000
KVICEKUHA	0.000000	-0.000056
KKALV	1.493280	0.000000
OKALV	1.906974	0.000000
OKSE	0.000000	650.724487
OKSEKU	0.000000	650.724487
OKSEHALM	2.151430	0.000000
OKSEKUHA	3.407997	0.000000
MELKLEV	90.000000	0.000000
MELKOVER	0.000000	2389.935059
DRTILS	30.000000	0.000000
EGETARB	1345.226440	0.000000
LEIDARB	0.000000	0.010002
AKTOT	88.822868	0.000000
HSTOT	62.360744	0.000000
UTFSURF	516.531067	0.000000
AKG100	100.000000	0.000000
AKG250	52.755672	0.000000
AKG400	0.000000	87.000000
AKK	72.244331	0.000000
KU8	8.000000	0.000000
KU16	6.932803	0.000000
KU25	0.000000	650.000000
UNGD25	20.452166	0.000000
UNGD140	0.000000	150.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
AREAL)	0.000000	470.500000
MELKLEV)	0.000000	2789.935059
KVOTE)	0.000000	740.065063
BAS)	0.000000	1571.852539
BASUNG)	0.000000	1571.852539
OKSEKVIC)	3.407997	0.000000

UTFSURF)	0.000000	20.002501
ARBEID)	0.000000	75.000000
EGETARB)	154.773514	0.000000
UNGGROV)	0.000000	1.665645
HALM)	4643.241699	0.000000
KUGROV)	0.000000	1.789372
KUKRAFT)	0.000000	3.168621
MIN200)	0.000000	0.969097
MINAAT)	358.722870	0.000000
MINPBV)	0.000000	7.280265
BEITGRAS)	0.000000	1.600880
BEITKRAF)	0.000000	2.857921
REKRKVIG)	0.000000	10871.370117
OKSEBAL)	0.000000	1800.000000
KVIGEBAL)	0.000000	1410.000000
VEKSTSK)	0.000000	35.500000
VEKSTGJ)	0.000000	28.400000
AKGROV)	0.000000	217.000000
AKG100)	0.000000	288.000000
AKG250)	97.244331	0.000000
AKG400)	150.000000	0.000000
AKKORN)	0.000000	372.000000
AKTOT)	0.000000	1.000000
HSKU)	0.000000	2300.000000
HSK8)	0.000000	1674.000000
HSK16)	1.067197	0.000000
HSK25)	9.000000	0.000000
HSUNG)	0.000000	715.000000
HSU25)	4.547835	0.000000
HSU140)	115.000000	0.000000
HS)	0.000000	1.000000
DT)	60.000000	0.000000
MAXDT)	0.000000	2000.000000
41)	0.000000	21.703735
42)	0.000000	18.090832
43)	0.000000	-35.403225

NO. ITERATIONS= 34

Vedlegg 2

Beregning av interne forpriser

Intern forpris beregnes på grunnlag av c_j -verdi i målfunksjonen (variable dyrkings- og høstekostnader for grovfôr og kjøpspris for kraftfôr), kostnader ved bruk av knappe ressurser samt tilførsel av inntekter. Som et eksempel beregnes internpriser ved bruk av surfôr og kraftfôr til mjølkekyr i modell 3S-EK ved basisforutsetningene.

Marginale kostnader og inntekter for optimal surfôraktivitet (20 kg N per daa) er:

Kostnader (kr per daa):

Variable dyrkings- og høstekostnader, 453 kr/daa \times 1 daa	=	453,0
Jord, 470,5 kr/daa \times 1 daa	=	470,5
Arbeid med dyrking og høsting, 75 kr/t \times 2,58 t/daa	=	193,5
Arbeid med utfôring, 0,20 kr/kg TS \times 512 kg TS/daa	=	102,4
«Gjenleggs-kostnad», 47,3 kr/daa \times 1 daa	=	<u>47,3</u>
Sum kostnader	=	<u>1 266,7</u>

Inntekter (kr per daa):

Arealtilskott til grovfôr, 217 kr/daa \times 1 daa	=	217,0
AAT-forsyning, 16,247 kr/kg \times 37,376 kg	=	<u>607,2</u>
Sum inntekter	=	<u>824,2</u>

Kostnader – inntekter = 442,5

Surfôrets internpris (kostnad) blir 442,5 kr per daa/512 kg TS per daa = 0,86 kr per kg TS, dvs. 1,03 kr per FEm. Internpris per kg TS tilsvarer skyggepris til skranke for tilførsel av surfôr til mjølkekyr i LP-modellene (se vedlegg 1).

For optimal kraftfôrblending (DF97L) beregnes internpris på følgende måte:

Kostnader (kr per 100 kg fôrvare):

Innkjøpspris	=	254,0
Arbeid med utfôring, 0,1667 t \times 75 kr/t	=	12,5

- Inntekter (kr per 100 kg fôrvare):

AAT-forsyning, 16,247 kr/kg \times 9,215 kg	=	<u>149,7</u>
Sum	=	<u>116,8</u>

Internpris per kg TS (FEm) blir 1,34 (1,23) kr. Surfôr og kraftfôr erstatter hverandre i et 1:1 forhold på FEm-basis langs isokvantene. Surfôr har lågest FEm-pris, og det er mest lønnsomt å tildele surfôr etter appetitt.

I eksemplet er forsyningen av AAT knapp, og verdi av AAT-forsyning til mjølkekyr inntektsføres. Andre ganger kan tilførselen av PBV være knapp, særlig ved sen slått. Fôrmidler med negativ PBV-verdi får da en ekstra kostnadspost. Til ungdyr tas det ikke hensyn til proteinforsyningen via skranke, og surfôrets internpris til ungdyr i eksemplet blir 2,05 (2,44) kr per kg TS (FEm).