

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem spennende år som student, hvorav to av disse ble gjennomført ved Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Jeg har lenge vært interessert i sau, og avgjørelsen om at det var nettopp sau masteroppgaven skulle handle om var lenge klart. Da Finn Avdem i Nortura kom med forslag om denne oppgaven, var det ingen tvil om hva jeg skulle skrive om. Arbeidet med oppgaven har vært både lærerikt og spennende, og nå er jeg endelig i mål!

I forbindelse med arbeidet med oppgaven vil jeg først og fremst takke min hovedveileder Margrete Eknæs. Hun har vært uvurderlig i prosessen med hjelp ved utarbeidelsen av oppgaven, både med tanke på skrivingen, og behandling av datamaterialet. Hun har vist stor interesse og hjulpet meg med å holde motivasjonen oppe gjennom prosessen.

Jeg vil også takke mine biveiledere, Finn Avdem i Nortura og Vibeke Lind ved Bioforsk Nord Tjøtta. De har vært til stor hjelp både med korrekturlesing, tips og råd gjennom prosessen, og generelt god støtte.

Bioforsk Tjøtta fortjener også en takk for at jeg fikk låne kontor og overnattingsplass.

Astrid Johansen ved Bioforsk Midt-Norge Kvithamar fortjener en takk for at jeg fikk tilgang på datamateriale fra forsøkene ved Bioforsk Sæter.

Ellers vil jeg takke mine medstudenter, spesielt Maria og Kari Marie, som har bidratt til mange trivelige stunder på lesesalen, samt at de har vært strålende diskusjonspartnere. Min samboer Einar og min familie fortjener også en stor takk. De har støttet meg gjennom arbeidet med denne oppgaven og har dessuten oppmuntret meg gjennom hele studietiden.

Til slutt vil jeg takke Sangkoret Lærken for en minnerik studietid på Ås, utenom studiene vel og merke...

Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, UMB

Ås, juni 2011

Linn Hege Engen

Sammendrag

Formålet med oppgaven var å se på hvilke faktorer som påvirker grovfôropptaket hos sau, samt å vurdere hvilke opplysninger som er nødvendig for å utarbeide beregninger for forventa grovfôropptak hos sau i Norge.

Datamateriale fra tre ulike forsøk ble statistisk behandlet ved hjelp av variansanalyse, multipl regresjon og korrelasjonstest:

Ett forsøk fra Bioforsk Sæter i 2006 - "Italiensk raigras som kvalitetsfôr til sau i tida omkring lamming", hvor det ble benyttet 60 søyer hvorav halvparten var tvillingsøyer og halvparten trillingsøyer. Søylene ble tildelt forsøksgrøvfôr av italiensk raigras og havre eller kontrollfôr av timotei og engsvingel. Forsøket varte fra seks uker før lamming, til tre uker etter lamming.

To forsøk fra Universitetet for miljø- og biovitenskap - "Slutfôring av små lam som ikke er slaktemodne fra beite, med surfôr høsta til ulik tid og med bruk av kraftfôrtilskudd" - høsten 2007, hvor det ble benyttet 48 lam; 12 søyelam av rasen Norsk Kvit Sau, 12 værlam og 24 søyelam av rasen Nor-X. Lammene ble tildelt grovfôr med ulik høstetid, med eller uten kraftfôrtildeling.

"Fôring av voksne søyer rundt lamming med surfôr høsta til ulik tid og med lite eller "vanlig" mengde kraftfôr" – våren 2008, hvor det ble benyttet 24 søyer av rasen Norsk Kvit Sau med henholdsvis to og tre lam. Søylene fikk tildelt grovfôr med ulik høstetid og ulik mengde kraftfôr. Forsøket varte fra seks uker før lamming, til tre uker etter lamming.

Gjennomgangen av litteraturen og resultatene fra dette arbeidet viste at faktorer ved dyret som påvirker grovfôropptaket kan være vekt, tilvekst, alder, hold, drektighetsstadium, laktasjonsstadium, antall foster og antall diende lam. Faktorer ved fôret er kjemisk innhold (råprotein, fett, gjæringsprodukter), spesielt med tanke på innholdet av NDF, fordøyelighet og energiinnhold, og kraftfôrtildeling. Fôring etter appetitt og fri tilgang på vann er viktige faktorer for grovfôropptaket.

Av de eksisterende fôropptaksberegninger, som er studert i denne oppgaven, vil jeg anbefale at systemet til INRA blir sett nærmere på ved utarbeidelse av fôropptaksberegninger i Norge. Dette er et avansert system som tar hensyn til mange faktorer, og det er ingen tvil om at mange faktorer må tas hensyn til. NorFors fremgangsmåte for å beregne fylleverdi av rasjoner til storfe ligner på INRAs beregninger og det bør forsøkes å tilpasse noe lignende til sau.

Abstract

The aim of this thesis was to study factors affecting roughage intake in sheep, and to find out what is needed to prepare estimates of expected roughage intake in sheep in Norway.

The study was based on three experiments. Data were statistically tested using the analysis of variance, multiple regressions and correlation test:

One study was from Bioforsk Sæter in 2006 –“Italian ryegrass as quality sheep feed around lambing”, where 60 ewes were used. Half of them pregnant with twins and the other half was pregnant with triplets. The ewes were given either the experiment diet of Italian ryegrass and oat or control diet of timothy and meadow fescue.

Two trials were from Norwegian University of Life Science – “Finish feeding of small lambs, not ready for slaughter in the fall, with silage harvested at different maturity stages”. 48 lambs; 12 ewe lambs of the Norwegian White Sheep breed, 12 ram lambs and 24 ewe lambs of the Nor-X breed were used. The lambs were given forage with different harvesting stage, with or without concentrates.

“Feeding of grown ewes around lambing with silage harvested at different maturity stages and with low or normal level of concentrates”, where 24 Norwegian White Sheep ewes were used. The ewes were given roughage harvested at different maturity stages and different levels of concentrates.

The literature review and the results of this study showed that animal factors affecting roughage intake in sheep are live weight, growth, age, body condition, stage of gestation, stage of lactation, number of fetus and number of suckling lambs. Factors regarding the feed are chemical composition (crude protein, fat and fermentable quality), especially the content of NDF, digestibility and energy content, and level of concentrates. To ensure a maximum roughage intake, silage fed *ad libitum* and free access to water is of great importance.

Of the existing feed intake systems, I would recommend that the procedures in the INRA system are studied more in detail when preparing a feed intake system for Norwegian sheep. This is an advanced system that takes into account many factors. NorFors procedure to calculate the fill value of the rations for cattle is similar to INRA's calculations and this should be transformed to a similar system for sheep.

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	6
2.0 Litteraturstudie	8
2.1 Regulering av fôropptaket.....	8
2.1.1 Metabolsk regulering.....	8
2.1.2 Fysisk regulering	9
2.1.3 Psykologisk regulering.....	9
2.1.4 Faktorer ved dyret som påvirker grovfôropptaket.....	9
2.1.5 Faktorer ved fôret som påvirker grovfôropptaket	11
2.1.6 Andre forhold	13
2.2 Beregning av fôropptak.....	14
2.3 Ulike systemer for beregning av fôropptak.....	15
2.3.1 Cornell Net Carbohydrate and Protein System	15
2.3.2 INRA Fill Unit system	17
2.3.3 Nutrient Requirements of Sheep	24
2.3.4 ARC - The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock	34
2.3.5 NorFor Plan	40
3.0 Materiale og metode.....	41
3.1 Datamateriale fra Bioforsk Sæter.....	41
3.3 Datamateriale fra UMB	43
3.4 Statistiske analyser	48
4.0 Resultater.....	50
4.1 Bioforsk Sæter 2006.....	50
4.1.1 Grovfôrtype	51
4.1.2 Lammingstidspunkt	51
4.1.3 Sammenheng mellom grovfôropptak og kjemisk sammensetning av grovfôret.....	52
4.3 Forsøk S-156	55
4.3.2 Høstetid	55
4.3.3 Kraftfôr.....	56
4.3.4 Kjønn	57
4.3.5 Rase	57
4.3.6 Sammenheng mellom grovfôropptak og kjemisk sammensetning av grovfôret, tilvekst og vekt	58
4.4 Forsøk S-157	60
4.4.1 Høstetid	60
4.4.2 Kraftfôrnivå.....	62
4.4.3 Lammingstidspunkt	63

4.4.4 Alder.....	64
4.4.5 Drektighetsstadium/laktasjonsuke.....	65
4.4.6 Antall foster/antall lam.....	67
4.4.7 Sammenheng mellom grovfôropptak og kjemisk sammensetning av grovfôret.....	68
5.0 Diskusjon.....	70
5.1 Grovfôr – før lamming	70
5.2 Grovfôr – etter lamming.....	72
5.3 Vekt og tilvekst	73
5.4 Kraftfôrnivå.....	74
5.5 Antall foster.....	74
5.6 Drektighetsstadium.....	74
5.7 Lammingstidspunkt.....	75
5.8 Laktasjonsuke.....	75
5.9 Antall lam.....	76
5.10 Alder.....	76
5.11 Rase	76
5.12 Kjønn.....	77
5.13 Vurdering av de ulike beregningene av fôropptak	77
6.0 Konklusjon	80
7.0 Litteratur.....	82
Vedlegg 1	87
Vedlegg 2	88
Vedlegg 3	89
Vedlegg 4	90

1.0 Innledning

Sauen (*Ovis aries*) er en drøvtygger som foredler grovfôr til verdifulle produkter som kjøtt, ull, skinn og melk. I Norge står sauekjøttet for ca 80 % av produksjonsinntektene for sauebøndene (Lien & Trodahl 1998), og det å produsere dette kjøttet på mest mulig hjemmeproduisert og rimelig grovfôr er svært viktig for god økonomi. Det er da svært ønskelig å tilstrebe maksimalt opptak av grovfôret for å redusere kraftfôrkostnadene.

I norsk sauehold er surfôr av gras det viktigste fôrmidlet for sauen om vinteren, og det har i senere tid blitt mer og mer vanlig å gi grovfôr etter appetitt. Bestemmelse av fôrets næringsinnhold er svært viktig, slik at en er klar over hvilken kvalitet en har på fôret. Det må også tas hensyn til hvor mye av dette grovfôret som er mulig for sauen å ta opp, slik at man unngår å over- eller underfôre dyrene. Kunnskap om dyrets fôropptakskapasitet er dermed viktig for å kunne estimere hvor mye av sauens næringsbehov som er mulig å dekke med grovfôret. Det er umulig å forutsi dyrets ytelse ut fra fôringsstandarder uten at man vet noe om opptakskapasiteten. Tørrstoffopptaket bestemmer hvor mye næring dyrene kan ta opp og det er derfor viktig å kunne predikere opptaket for å forsikre seg om at man ikke over- eller underfôrer dyrene.

I dag baseres fôrmiddelvurderingen til sau på det samme systemet som tidligere ble benyttet for storfe i AAT/PBV-systemet (Gjefsen 2007). Sammenligna med ku og geit, har behovet til vedlikehold og vekst større betydning enn behovet til melkeproduksjon hos sauen. Dagens formiddelvurderingssystem for sau har ingen metode for å beregne et forventet fôropptak hos dyret.

I lengre tid har det eksistert informasjon om fôropptak og fôropptakskapasitet for ku, og dette er et område som tas i betraktning når rasjoner beregnes i det nye systemet NorFor. Huhtanen et al. (2002) har utviklet en opptaksindeks som uttrykker det relative opptaket en kan forvente av et surfôrparti. Denne indeksen er beregnet for storfe og baserer seg på informasjon om energiinnhold (FEm), totalt innhold av organiske syrer og ammoniakk.

Det har vært en del forskning på fôropptak hos sau i Norge i senere tid (Eknæs et al. 2009a; Eknæs et al. 2009b; Johansen & Todnem 2006b; Johansen & Todnem 2007; Lind 1999), men da er det stort sett blitt undersøkt hvor stort fôropptak som er mulig å oppnå, og ikke hvilke av

de spesifikke faktorene ved dyret og ved fôret som har ført til akkurat dette fôropptaket. Det finnes mye internasjonal litteratur på hva som påvirker fôropptaket hos sau (Avondo & Lutri 2004), men dette mangler i norske forsøk, selv om at norske bøker om sau opplyser om at en må være klar over at det ikke er sikkert at sauene greier å ta opp gitte mengder grovfôr (Nedkvitne 1998).

Formålet med denne oppgaven er å se på hvilken av de ulike faktorene som påvirker grovfôropptaket hos sau i størst grad, både forhold ved fôret og forhold ved dyret selv, og hva som må til for å kunne beregne et grovfôropptak.

For å finne svar på dette skal følgende faktorer vil bli undersøkt for å se hva som påvirker grovfôropptaket:

NDF-innhold, lammingstidspunkt, drektighetsstadium, laktasjonsstadium, antall foster, antall diende lam, rase, alder, kjønn, vekt og tilvekst.

Denne oppgaven består av to deler. En litteraturredel tar for seg noen faktorer som påvirker grovfôropptaket hos sau og en gjennomgang av internasjonale fôrmiddelvurderingssystem med beregninger for fôropptak.

Andre del av oppgaven omfatter resultater fra min behandling av allerede eksisterende datamateriale fra ulike norske forsøk. Til slutt diskuteres resultatene i mitt arbeid og de internasjonale fôropptaksberegningene, før mine forslag til faktorer som må inngå i fremtidige fôropptaksberegninger for norske forhold.

2.0 Litteraturstudie

2.1 Regulering av fôropptaket

Hovedgrunnlaget for dyrets regulering av fôropptaket er å dekke behovet for energi og livsviktige næringsstoffer til vekst, vedlikehold og produksjon (Forbes 1995).

I følge Mc Donald et al. (2002) er det flere faktorer som påvirker det frivillige fôropptaket hos drøvtyggerne. Disse faktorene kan relateres enten til forhold ved fôret eller ved dyret. Den overordna reguleringen av fôropptaket skjer i hypothalamus i hjernen, som er dyrets sult- og metthetscenter, i form av positiv eller negativ feedback. Positiv feedback får dyret til å spise mer, mens negativ feedback reduserer opptaket. Nedenfor belyses de ulike reguleringsmekanismene for det frivillige fôropptaket og ulike forhold som har innvirkning på dette. Reguleringsmekanismene avhenger som sagt av ulike forhold ved dyret selv og fôrmidlet som benyttes. Noen av disse forholdene vil omtales nærmere senere.

2.1.1 Metabolsk regulering

Den metabolske reguleringen av fôropptaket omhandler både kort- og langtidsregulering. Langtidsreguleringen knyttes til dyrets energireserver og regulerer opptaket over en lengre periode. Korttidsreguleringa gjelder for hvert enkelt måltid, og styrer transport og omsetning av de ulike næringsstoffene fra fôringa. Denne reguleringa bestemmer også hvor ofte og hvor mye dyret vil spise og etemønsteret gjennom døgnet, forutsatt at dyret har fri tilgang på fôr. (Baumont et al. 2000; Sjaastad et al. 2003)

I følge Mc Donald et al. (2002) er negativ feedback grunnlaget for den metabolske reguleringa. Ulike kontrollmekanismer i forbindelse med dette er for eksempel mekanostatisk, kjemostatisk, termostatisk og lipostatisk kontroll. Mekanostatisk kontroll vil si strekkreseptorer i vomveggen som reagerer på vommas fyllegrad. Kjemostatisk kontroll vil si endringer i glukosenivået og andre metabolitter, som for eksempel aminosyrer eller flyktige fettsyrer (VFA) i blodet eller i vomma. Denne kontrollen kan også være osmotisk trykk i vomma grunnet økt innhold av løste stoffer under og like etter fôring. Termostatisk kontroll vil si endringer i kroppstemperatur. Fôropptaket vil reduseres dersom kroppstemperaturen øker og dersom kroppstemperaturen synker vil fôropptaket øke (Forbes 1995; Morand-Fehr & Doreau 2001). Lipostatisk kontroll er i følge Sjaastad et al. (2003) signaler om at fettavleiringen i kroppen øker. Kroppens fettceller avgir hormonet leptin som antas å spille en viktig rolle i denne sammenhengen.

2.1.2 Fysisk regulering

For sauen er det fysisk regulering som har størst betydning for fôropptaket. Grovfôr er det viktigste fôrmidlet for sauen og dette tar stor plass og har stor fyllevirkning i vomma. Når vomma fylles vil strekkreseptorer i vomveggen sende negativ feedback til hypothalamus og fôropptaket reduseres ved økende vomfylling (Cheeke 2005; Forbes 1995; Mc Donald et al. 2002). Dersom grovfôret har lav energikonsentrasjon kan dyret stoppe fôropptaket før energibehovet er dekket på grunn av maksimal vomfylling. Vomvolumet spiller en stor rolle, da den fysiske kapasiteten for å lagre fôret avhenger av vommas størrelse (Baumont et al. 2000; Forbes 1995). Kapasiteten på vomma hos sau ble i 1966 uttrykt ved denne ligningen: $FI=540 + 36RC$. Hvor FI er grovfôropptak i gram per dag, mens RC er vomkapasitet (Rumen Capacity) målt i liter vann (Forbes 1995).

2.1.3 Psykologisk regulering

Fôropptaket reguleres også av psykologiske faktorer. I følge Forbes (1995) kan disse faktorene være smak, lukt og syn. I forsøk hvor sansene syn eller lukt var blokkert, valgte sauene fôr de tidligere hadde foretrukket på grunn av smak.

Dårlig fermentert grovfôr med forurensninger kan føre til redusert fôropptak grunnet dårlig smak og lukt (Baumont et al. 2000; Ådnøy et al. 2004), dessuten kan slikt grovfôr føre til sykdommer både primært og sekundært, noe som igjen vil gå ut over allmenntilstanden hos dyret.

2.1.4 Faktorer ved dyret som påvirker grovfôropptaket

2.1.4.1 Størrelse og vekt

Størrelsen på dyret kan ha stor innvirkning på grovfôropptaket. Dette skyldes sammenhengen mellom vekt og basalmetabolismen som påvirker næringsbehovet, samt størrelse og vomvolum. Det kan derfor forventes at store saueraser tar opp mer fôr enn små saueraser. (Avondo & Lutri 2004; Ramírez-Pérez et al. 2000) Dyrets størrelse må ikke kobles sammen med feithetsgrad som omtales nærmere under hold. Mens dyret er i vekst, og kroppsstørrelsen øker, er det en positiv sammenheng mellom størrelsen på dyret og fôropptaket (Baile & Forbes 1974; Forbes 1995).

En empirisk modell for å forutsi fôropptak hos melkesau i Italia er å ta 4-5,5 % av kroppsvekt. Denne modellen er svært unøyaktig da ulike raser med ulike størrelser og kroppsvekt har ulik kroppsammensetning, ulikt fett : muskel forhold (Avondo & Lutri 2004).

2.1.4.2 Alder

Alder virker også inn på grovfôropptaket. Dette kan ha sammenheng med både tilvekst, vekt, størrelse og ytelse. Dess eldre dyrene blir, jo mindre blir forskjellen i fôropptak (ARC 1980; NRC 2007). En annen årsak til at opptaket øker med alderen, kan være tannfellinga som begynner i perioden rundt dyrets andre leveår og kan pågå fram til tre års alder (Vatn et al. 2008).

2.1.4.3 Produksjon (drektighet, laktasjonsstadium og melkeytelse)

I følge Cheeke (2005) vil drektighetsstatus være med på å påvirke hvor stor plass det er til vomma i buken. Fostrene vokser mye de siste seks ukene før lamminga, og vil med dette ta opp plassen i bukula. Flere foster krever større plass. Det skal også nevnes at fostervekst fører til økt energibehov som fysiologisk vil stimulere til økt fôropptak (Forbes 1995). Like etter lamming vil det ta en tid før opptaket igjen når sitt maksimum, da vomma trenger tid til å utvide seg igjen, og det tar tid før børen trekker seg sammen. Opptaket vil øke dess mer søya produserer av melk og vil nå en topp rundt 5. til 6. laktasjonsuke (ARC 1980; Cheeke 2005).

2.1.4.4 Hold

Undersøkelser har vist at feite dyr har mindre plass til vomma, noe som fører til redusert opptak (Tolkamp et al. 2006; Tolkamp et al. 2007). Dette kan også ha sammenheng med den lipostatisk kontrollen som ble nevnt tidligere (Sjaastad et al. 2003).

2.1.4.5 Helsestatus og stress

Dårlig helse og velferd kan være med på å redusere grovfôropptaket, noe som vil redusere både fostertall, fostervekst, melkeproduksjon og dermed også lammenes evne til å vokse optimalt (Avondo & Lutri 2004; Baile & Forbes 1974; Forbes 1995). Stress i ulike former vil også kunne føre til redusert fôropptak (Baile & Forbes 1974).

2.1.5 Faktorer ved fôret som påvirker grovfôropptaket

2.1.5.1 Grovfôr

2.1.5.1.1 Fyllevirkning og fordøyelighet

Det frivillige opptaket av grovfôr er nært knyttet til fôrets fyllevirkning i vomma. Er grovfôret lettfordøyelig, vil det fordøyes raskt og gi plass til mer fôr grunnet lav oppholdstid i vomma. Fordøyeligheten av fôret avhenger mye av innholdet av tungtfordøyelige karbohydrater (celleveggstoffer). Høyt innhold av NDF (Neutral Detergent Fibre) og ikke minst iNDF (ufordøyelig NDF) fører til lav fordøyelighet av grovfôret og dermed også høy fyllevirkning (Allen 1996; Avondo & Lutri 2004; Cheeke 2005; Mc Donald et al. 2002; Van Soest 1994). Det er vist en positiv sammenheng mellom fôrets fordøyelighet og fôropptak (Blaxter et al. 1961; Dulphy & Demarquilly 1994; Forbes 1995). Fordøyeligheten av grovfôret påvirker også energikonsentrasjonen. Energikonsentrasjonen og fordøyeligheten avhenger av grasets høstetidspunkt og botaniske sammensetning av enga. Utsatt høstetidspunkt fører til økt NDF-innhold og økt iNDF-innhold grunnet lignifisering av celleveggstoffene. (Mo 2005)

Mye tungtfordøyelig substrat vil også føre til at fôret må drøvtygges mer. Drøvtygging og fermentering av fôrmidlene er en tidkrevende prosess som øker med økt innhold av NDF (Van Soest 1994). Sauen bruker maksimalt 10 timer per døgn på drøvtygging (Cheeke 2005).

2.1.5.1.2 Nedbrytningshastighet og passasjehastighet

Nedbrytningshastigheten og passasjehastigheten for fôrmidlene påvirker fôrets oppholdstid i vomma. Går disse prosessene raskt, vil det bli plass til mer fôr, og fôropptaket øker. (Blaxter et al. 1961) Dette avhenger av fordøyeligheten av fôrmidlet. Passasjehastigheten avhenger av fôrnivå. Mer fôr inn, fører til at fôret passerer raskere (Van Soest 1994).

2.1.5.1.3 Smakelighet

Som tidligere nevnt, kan fôrmidlets smakelighet påvirke fôropptaket. Er det et smakelig fôr, kan det forventes at opptaket øker. (Cheeke 2005) I følge Blaxter et al. (1961) og Forbes (1995) er denne effekten størst dersom sauen tilbys flere fôrmidler med ulik smakelighet. Dersom det kun gis et alternativ, er denne effekten liten.

2.1.5.1.4 Fysisk struktur

Fysisk struktur på grovfôret, eller partikkelstørrelse, påvirker grovfôropptaket i den grad at redusert partikkelstørrelse er lettere å ta opp, samt at det har lavere fyllevirkning. Dessuten har sauen mindre mulighet til å selekere fôrpartikler, noe som gjør at den bruker mer tid til

fôropptak og mindre tid til sortering av fôrpartikler. (Avondo & Lutri 2004; Mould et al. 1983a; Tafaj et al. 2001) I følge Mould et al. (1983a) vil redusert partikkelstørrelse på grovfôret kunne føre til rask passasjehastighet og et dårlig vommiljø med lav pH grunnet redusert drøvtygging og spyttproduksjon, og dermed redusert tilførsel av buffer.

2.1.5.1.5 Tørrstoffinnhold

Grovfôrets tørrstoffinnhold (TS) påvirker grovfôropptaket. En høy tørrstoffprosent betyr et lavt innhold av vann i cellene, noe som igjen fører til at fôret har lavere fyllevirkning, da vann har en fyllende effekt i vomma (Forbes 1995). Tørrstoffinnholdet kan også bidra til en bedre gjæringskvalitet på grovfôret da de uønska bakteriene (blant andre smørtsyrebakterier) trives dårlig i tørt miljø (Mo 2005).

2.1.5.1.6 Gjæringskvalitet

I følge Ådnøy et al. (2004) spiller gjæringskvalitet av grovfôret en vesentlig rolle for opptaket av grovfôr. Gjæringsintensiteten kan også påvirke grovfôropptaket. Sterk gjæring med lav pH og høyt innhold av sum syrer kan føre til ubehagelig smak og lavt innhold av sukker. Svak gjæring vil ofte være årsaken til dårlig surfôrkvalitet og kan føre til ubehagelig lukt og smak av fôret. Mye ammoniakk-nitrogen i forhold til totalt innhold av nitrogen henger ofte sammen med mye smørtsyre og dårlig gjæringskvalitet (Mo 2005).

2.1.5.1.7 Botanisk sammensetning

Den botaniske sammensetningen i grovfôret kan påvirke opptaket hos sau (Miles et al. 1969; Ramírez-Pérez et al. 2000). I følge NRC (2007) er opptaket av belgfrukter 17 % større enn gras. Årsaken til dette er at disse plantene har høyere fordøyelighet (grunnet lavere NDF-innhold) enn ulike grasarter. Bedre smakelighet og høyere innhold av protein kan også være en årsak til dette (Mo 2005).

2.1.5.1.8 Proteininnhold

Dersom grovfôret har lavt innhold av protein, reduseres grovfôropptaket og kraftfôropptaket øker. Årsaken til dette kan være at proteinballansen i vomma (PBV) blir negativ, noe som reduserer den mikrobielle veksten. Dette vil da føre til at vommikrobene ikke fungerer optimalt og grovfôropptaket reduseres på grunn av blant annet redusert fermentering av de tungtfordøyerlige celleveggstoffene (Baile & Forbes 1974).

2.1.5.2 Kraftfôr

I følge ARC (1980) vil kraftfôrtildeling føre til økt tørrstoffopptak totalt i rasjonen, men det vil redusere opptaket av tørrstoff fra grovfôret. Dette kalles substitusjonseffekten. Denne effekten øker med økende energikonsentrasjon i grovfôret og effekten er større hos sau enn den er hos storfe.

Kraftfôrets innvirkning på vommiljøet kan også føre til nedsatt grovfôropptak. I følge Mould et al. (1983b) skaper de lettfordøyelige karbohydratene i kraftfôret et dårlig vommiljø med lav pH, dersom kraftfôrandelen i rasjonen blir stor. Dette reduserer aktiviteten til de cellulolytiske bakteriene som fermenterer cellulosen og hemicellulosen (Mould & Ørskov 1983). For å opprettholde en god grovfôrfermentering er opprettholdelse av et godt vommiljø svært viktig, spesielt ved betydelige mengder kraftfôr etter lamming.

2.1.5.3 Vann

I følge Cheeke (2005) er vann svært viktig for fôropptaket. Vannet inngår i fordøyelsesvæskene og er dermed svært viktig for at fordøyelsen skal fungere optimalt. Dersom maksimalt grovfôropptak skal kunne oppnås, må dyret ha fri tilgang på vann av god kvalitet. Ved restriktiv tilgang på vann, eller vann av dårlig kvalitet, vil fôropptaket reduseres, særlig ved bruk av høy som grovfôr. Hadjigeorgioua et al. (2000) fant ingen signifikant reduksjon i tørrstoffopptak i et forsøk der sauene ble tilbudt ulike mengder vann. De antok at dersom sauene hadde vært i laktasjon, ville vanntilførselen spilt større rolle for fôropptaket.

2.1.6 Andre forhold

2.1.6.1 Temperatur

Både temperaturen inne i vomma og omgivelsestemperaturen kan påvirke fôropptaket. Gengler et al.(1970) fant at ved temperaturøkning i vomma fra 38 °C til 41 °C reduseres fôropptaket, mens opptaket øker dersom temperaturen synker under 38 °C. Temperaturøkningen kan ha sammenheng med reaksjoner i vomveggen i forbindelse med opptak av produkter fra fermenteringen (Forbes 1995). I følge Cheeke (2005) er temperaturøkningen størst ved store deler grovfôr i rasjonen.

Dersom temperaturen i miljøet rundt dyret synker under den termonøytrale sonen, øker fôropptaket for å dekke energibehovet. På den andre siden reduseres opptaket dersom temperaturen overstiger den termonøytrale sonen (Baile & Forbes 1974; Mc Donald et al. 2002). Den termonøytrale sonen defineres som det temperaturnivået hvor dyret ikke trenger å benytte energi på å opprettholde den normale kroppstemperaturen (Sjaastad et al. 2003). I den

første tiden etter klipping vil fôropptaket hos sauene øke på grunn av behovet for økt varmeproduksjon. Effekten ved klippingen vil reduseres med tiden og vil til slutt (ca syv uker etter klipping) være på samme nivå som før klipping (Forbes 1995).

2.1.6.2 Areal

I følge Bøe og Andersen (2010) kan antall eteplasser per dyr påvirke fôropptaket hos sau. Det ble vist redusert opptak med høy som grovfôr, men ingen signifikant nedgang med surfôr som grovfôr med redusert antall eteplasser (to og tre dyr per eteplass). Det var likevel store variasjoner mellom dyrene, og "tapene" i flokken blir hardest rammet ved redusert antall eteplasser (Bøe & Andersen 2010).

Dersom dyrene står i store binger med mulighet til å bevege seg mye, eventuelt at de har tilgang på uteareal, kan dette også kan dette øke fôropptaket grunnet økt vedlikeholdsbehov (Baile & Forbes 1974).

2.1.6.3 Daglengde

Daglengden kan spille en rolle for etemønsteret. I følge Forbes (1995) vil fôropptaket øke hos lam i vekst ved økt lyseksposering selv ved innefôring. Forsøk har vist at etetiden og etefrekvensen hos lam reduseres ved redusert lysmengde. Årsaken til at lys påvirker fôropptaket positivt, er at veksten stimuleres og dermed øker næringsbehovet (Schanbacher & Crouse 1981).

2.2 Beregning av fôropptak

Som tidligere nevnt, er det i tillegg til informasjon om fôrmidlets næringsinnhold, viktig å vite hvor mye av dette som dyret klarer å ta opp. Selv med svært gode opplysninger om næringsbehov vil det være vanskelig å kunne utnytte disse opplysningene uten en metode for å forutsi hva en kan forvente av opptak av de ulike fôrmidlene. Det er en vanlig oppfatning at sauene er ei ku, bare ti ganger mindre, og at den derfor kan fôres etter dette. Cannas (2004) understreker at det finnes forskjeller som må tas hensyn til. Energibehovet per kg kroppsvekt er mindre hos et stort dyr enn hos et lite dyr da vedlikeholdsbehovet øker proporsjonelt med metabolsk vekt ($V^{0,75}$). Ei ku på 600 kg levendevekt har metabolsk vekt på 121,2 kg, mens en sau som er ti ganger lettere, 60 kg levendevekt, har metabolsk vekt på 21,6 kg, noe som bare er ca seks ganger mindre. For å dekke vedlikeholdsbehovet trenger dermed ei ku bare ca seks ganger mer energi enn ei søye, selv om hun veier ti ganger mer. Hos både kua og sauene er fordøyelsessystemet ca 13-18 % av kroppsvolumet, men dette øker proporsjonelt med økende

kroppsvekt. Dette fører da til at kua dermed kan lagre større mengder fôr i fordøyelsessystemet, noe som igjen kan føre til at tungtfordøyelige karbohydrater har høyere fordøyelighet hos ku enn hos sau. En sau må dermed ta opp mer fôr i forhold til kroppsvakta enn ei ku, noe som kan observeres ved å se på tørrstoffopptaket i prosent av kroppsvakta (sau maksimalt 6 %, mens ei ku maksimalt 4 %).

Det er som kjent mange forhold som påvirker dyrets fôropptak, hvilket fører til at dette er en svært kompleks problemstilling. I følge Mc Donald et al. (2002) er det vanskeligere å beregne et forventet fôropptak for drøvtyggere da det i stor grad benyttes grovfôr som fôrmiddel, sammenligna med enmaga dyr med dietter basert på lettfordøyelige karbohydrater.

Det er mulig å forutsi et fôropptak dersom man har opplysninger om dyrets levendevekt, ytelse/produksjon (for eksempel burd og melkemengde), samt fôrkvalitet og benytter disse sammen med kjente næringsbehov (Reeves et al. 1996).

2.3 Ulike systemer for beregning av fôropptak

Det er utviklet mange ulike systemer for beregning av fôropptak hos sau (Pittroff & Kothmann 2001), men det er få som har fått internasjonal anerkjennelse. Jeg har valgt å fokusere på de mest brukte systemene.

2.3.1 Cornell Net Carbohydrate and Protein System

Dette er en modell som er beregnet brukt til storfe, men ble i 2004 tilpasset sau, og da med spesielt fokus på melkeproduksjon på sau.

Modellen har ligninger for beregning av tørrstoffopptak (DMI) og bygger på informasjon om levendevekt, tilvekst g/dag, melkeytelse og drektighet.

Det er fire ulike ligninger for fôropptak i dette systemet:

- Lakterende søyer:

$$\text{DMI (kg/dag)} = (-0,545 + 0,095 \times \text{FBW}^{0,75} + 0,65 \times \text{FCM} + 0,0025 \times \text{FBW}_c) \times K$$

- Tørre søyer:

$$\text{DMI (kg/dag)} = (-0,545 + 0,095 \times \text{FBW}^{0,75} + 0,005 \times \text{FBW}_c) \times K$$

- Lam og unge søyer frem til første drektighet:

$$\text{DMI (kg/dag)} = -0,124 + 0,0711 \times \text{FBW}^{0,75} + 0,0015 \times \text{FBW}_c$$

- Værer:

$$\text{DMI (kg/dag)} = 0,065 \times \text{FBW}^{0,75}$$

$$\text{FCM} = (0,3688 + 0,0971 \times \text{fettinnhold i melk}) \times \text{melkemengde}$$

Hvor DMI er tørrstoffopptak (kg/dag); FBW er full kroppsvekt (kg) og opphøyes med 0,75 for å finne stoffskiftevekta, FBW_c er endringer i full kroppsvekt (g/dag) og FCM er 6,5 % melkemengde korrigert for fett. K er en korreksjonsfaktor for drektige dyr. Dersom kulletts fødselsvekt er mer enn 4 kg, vil K-faktoren være 0,82 i første og andre laktasjonsuke, 0,90 i tredje og fjerde laktasjonsuke, 0,96 i femte og sjette laktasjonsuke og 1,0 etter sjette laktasjonsuke. Er kulletts fødselsvekt under 4 kg vil faktoren være 0,88, 0,93, 0,97 og 1,0 for de samme laktasjonsukene.

Tilvekst og laktasjon virker positivt på opptaket, mens drektighet virker negativt.

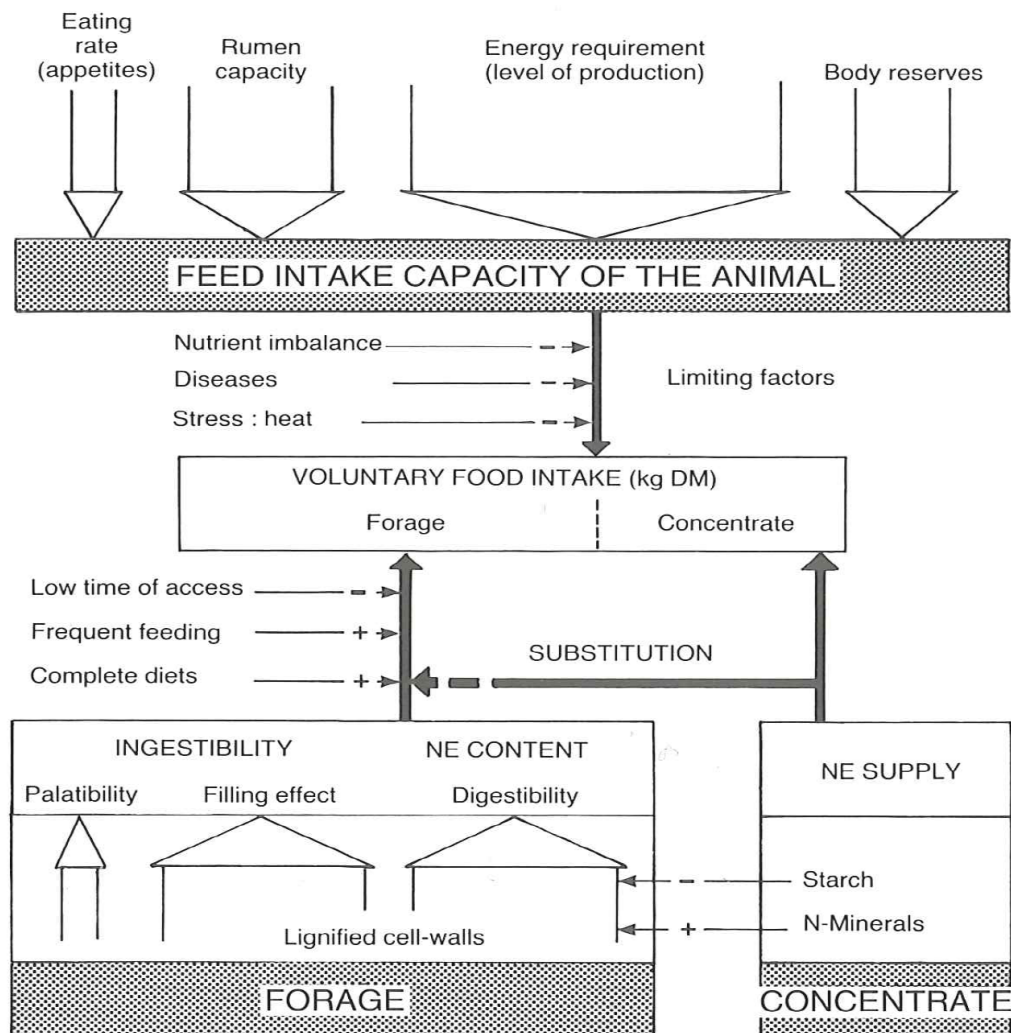
Nødvendige parametere for å benytte denne modellen:

- Dyrets kroppsvekt (kg)
- Alder (lam, ungdyr eller søye)
- Fysiologisk stadium (lakterende eller drektig)
- Kjønn
- Tilvekst (g/dag)
- Uker etter lamming
- Melkemengde med fettinnhold

(Cannas et al. 2004)

2.3.2 INRA Fill Unit system

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) i Frankrike har utviklet et additivt fôropptakssystem som baseres på fôrets fylleenheter (FU/fylleverdi). Dette ble først benyttet utelukkende for ku, men ble i 1978 utviklet for sau og Sheep Fill Unit (SFU) ble en egen enhet. Målet med dette systemet er å dekke dyrets næringsbehov ved å tilstrebe maksimalt grovfôropptak, samtidig som det benyttes minimale mengder kraftfôr. For å kunne gjennomføre dette mener INRA det er viktig å vite hvor mye dyret har mulighet til å ta opp (Opptakskapasitet (IC)), hvor mye av grovfôret som kan tas opp (FU) av dyret ved appetittfôring og eventuelt tilskuddsfôrets påvirkning på grovfôropptaket. Ulike faktorer som påvirker fôropptaket er vist i Figur 1.



Figur 1. Hovedfaktorene som påvirker det frivillige fôropptaket hos drøvtyggere ved appetittfôring med grovfôr og minimale mengder kraftfôr for å dekke dyrets næringsbehov (INRA 1989).

Dette systemet baseres på en ligning som beregner forventet fôropptak med hensyn til dyrets fôropptakskapasitet. Fôropptakskapasiteten baseres på type dyr, levendevekt, kjønn, vekst, hold og produksjonsnivå, laktasjonsstadium og noen ganger også rase.

En samling av 50 forskjellige prøver av beitegras høstet ved beitestadiet, førsteslått, med ulik botanisk sammensetning er lagt sammen for å danne et referansefôr. Ett kg tørrstoff fra referansefôret har en fylleverdi på 1 FU, på samme måte som et kilo bygg har energi-innhold som tilsvarer 1 fôrenhet.

Kjemisk innhold i referansefôret er:

150 g Råprotein (CP)/kg TS

250 g Fiber /kg TS

Fordøyelighet organisk stoff basert på fordøyelsesforsøk på sau (OMD) 0,77

Nettoenergi (NE) (oppgitt som FE):

0,95 UFL og 0,90 UFV

Ved beregning av energitilførsel tas det hensyn til om det er for melkeproduksjon Unités Fourragères Lait (UFL) eller kjøttproduksjon Unités Fourragères Viande (UFV).

Det frivillige tørrstoffopptaket av referansefôret er $75 \text{ g TS/kg } V^{0,75}$ hos standard sau (som her er av rasen Texel) mellom 1,5 til 4 år gammel og gjennomsnittlig levendevekt på 60 kg.

Hvert fôrmiddel i INRA-fôrtabellen har fått en fylleverdi. Denne verdien oppgis både for sau, storfe og lakterende kyr.

Fylleverdien (FV) for fôret oppgitt i SFU kalkuleres ved å dividere det frivillige tørrstoffopptaket av referansefôret ($75 \text{ g TS/kg } V^{0,75}$), med målt frivillig tørrstoffopptak (i gram/ kg $V^{0,75}$) av det spesifikke fôrmidlet: $FV \text{ for sau (SFU)} = 75\text{g/frivillig tørrstoffopptak hos sau}$.

Variasjonen i fôrmidlenes fylleverdi varierer mer hos sau enn hos storfe (0,75 til 2,5 hos sau og 0,8 til 1,8 hos storfe) på grunn av store forskjeller i kroppsstørrelse og størrelsen på vomma.

Opptakskapasiteten (IC), uttrykt som SFU, er uavhengig av fôrrasjonen, men varierer gjennom produksjonen. For tørre og drektige søyer er opptakskapasiteten den samme, men øker fra og med lamming til og med uke 6 i laktasjonen. Denne økningen er på ca 50 %.

Fôropptakskapasiteten for tørre søyer eller søyer i tidlig drektighet er vist i Tabell 1. Det kommer frem av tabellen at ved økt levendevekt øker fôropptakskapasiteten, mens økt hold i samme vektklasse reduserer kapasiteten.

Tabell 1. Fôropptakskapasitet for tørre søyer eller søyer i tidlig drektighet (INRA 1989).

Dyregruppe	Levendevekt	Fôropptakskapasitet (SFU)		
		Holdpoeng		
		< 3	3 til 3,5	> 3,5
Voksne søyer	40	1,4	1,3	1,2
	50	1,7	1,5	1,4
	60	1,9	1,7	1,6
	70	2,2	2,0	2,0
	80	2,4	2,2	2,0
Lam*	30	-	-	1,2
	40	-	-	1,4

* Før oppnådde 30 kg levendevekt, fôres søyelammene som slaktedyr.

I Tabell 2 ser man hvordan økt levendevekt og ulikt hold påvirker dyrets fôropptakskapasitet. Som det fremgår av tabellen fører økt kullvekt til økt fôropptakskapasitet, mens antall foster reduserer kapasiteten. Dette kan ha sammenheng med at flere foster ofte betyr mer fostervann og større morkake, mens økt fostervekt krever større produksjon hos søya.

Tabell 2. Konsekvenser av tidspunkt i drektigheta på fôropptakskapasiteten (INRA 1989).

Levendevekt søye (kg) ⁽¹⁾	Kullvekt (og antall)	Opptakskapasitet (SFU)
		Uke 6 til uke 1 før lamming
55	4 (1)	1,29
	5 (2)	1,16
	7 (2)	1,29
70	5 (1)	1,64
	7 (2)	1,58
	9 (2)	1,71
	11 (3)	1,65

⁽¹⁾ For andre levendevekter forandres SFU med 0,1 per 5 kg kroppsvekt

Forventet fôropptakskapasitet hos søyer i ulike deler av laktasjonen med ulik melkemengde er fremstilt i Tabell 3. Det kommer frem av tabellen at fôropptakskapasiteten er størst tidlig i laktasjonen, og avtar så utover i laktasjonen. I tillegg er kapasiteten høyere hos søyer på 70 kg levendevekt i forhold 50 kg levendevekt.

Tabell 3. Fôropptakskapasitet for lakterende søyer i ulike deler av laktasjonen og med ulik melkemengde (INRA 1989).

Levendevekt	Melkemengde og laktasjonsstadium			Opptakskapasitet (SFU)
	Tidlig	Midt	Sen	
50	2,5			2,7
	2,0			2,6
	1,6	1,5		2,5
		1,0	0,9	2,3
			0,5	2,2
			0,1	2,1
70	3,0			3,3
	2,5			3,1
	2,0			3,0
	1,6	1,5		2,8
		1,0	0,9	2,7
			0,5	2,6
		0,1	2,4	

Tabell 4 viser fôropptakskapasiteten hos søyer på 60 kg i ulike uker ut i laktasjonen. Der tas det også hensyn til hold og tilveksten på avkommene. Fôropptakskapasiteten hos søya er størst i uke 4 til 6 i laktasjonen. Økt tilvekst på lammene kan forventes ved høy fôropptakskapasitet grunnet økt melkeproduksjon. Økt hold fører til reduksjon av fôropptakskapasitet, noe som tas hensyn til i dette systemet.

Tabell 4. Fôropptakskapasitet (SFU) for lakterende søye på 60 kg, ut fra laktasjonsstadium, hold og tilvekst avkom (INRA 1989).*

Tilvekst avkom (g/dag) mellom dag 10 til 30	150	250	350	450	550
Holdpoeng	(2,0) 3,0	(2,0) 3,0	(2,0) 3,0	(2,0) 3,0	(2,0) 3,0
Uke 1-3	1,48	1,72	1,96	2,20	2,44
Uke 4-6	(2,00) 1,85	(2,30) 2,15	(2,65) 2,45	(2,95) 2,75	(3,20) 3,05
Uke 7-10	(1,85) 1,70	(2,10) 1,90	(2,20) 2,05	(2,40) 2,25	(2,60) 2,35
Uke 11-14	(1,85) 1,60	(2,00) 1,65	(2,00) 1,75	(2,05) 1,85	(2,10) 1,95

* SFU for søyer med ulik levendevekt etter lamming varierer med 0,1 SFU per 5 kg levendevekt som avviker fra 60 kg.

Fylleverdien av kraftfôr sett i sammenheng med grovfôrets fylleverdi og søyas fysiologiske stadium er vist i Tabell 5. I følge INRA vil kraftfôrtilskudd redusere det frivillige opptaket av grovfôr. Samtidig påvirkes kraftfôrets fylleverdi (SFU) av type grovfôr og søyas fysiologiske stadium. Det kommer frem av tabellen at kraftfôrets fylleverdi reduseres ved økt fylleverdi i grovfôret. Dessuten øker fylleverdien av kraftfôret jo lengre ut i produksjonen (fra drektighet til ut i laktasjonen) søya er.

Tabell 5. Fylleverdi for kraftfôr (SFU) ved ulike fylleverdier for grovfôr (SFU) i forskjellige fysiologiske stadier (INRA 1989).

Søyas fysiologiske stadium	Grovfôrets fylleverdi (SFU/kg TS)						
	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
Tørr	0,79	0,78	0,78	0,78	0,76	0,73	0,68
Drektig, uke – 6 til – 5	0,58	0,54	0,48	0,40	0,30	0,18	0,00
Drektig, uke – 4 til – 3	0,61	0,57	0,50	0,42	0,32	0,19	0,00
Drektig, uke – 2 til – 1	0,64	0,59	0,53	0,44	0,33	0,20	0,00
Laktasjon, uke 4 til 6	1,31	1,30	1,25	1,16	1,05	0,92	0,75
Laktasjon, uke 7 til 14	0,79	0,78	0,78	0,76	0,72	0,66	0,59

Med informasjon om dyrets behov for energi og protein til vedlikehold og produksjon og dyrets fôropptakskapasitet (IC) og i tillegg har kjennskap til fôrmidlenes energiinnhold og fylleverdi, er det mulig ut fra denne ligningen, å beregnes om dyrets energibehov dekkes, uten å overstige fôropptakskapasiteten:

$(F \times \text{grovfôrets nettoenergi}) + (C \times \text{kraftfôrets nettoenergi}) = \text{Rasjonens energiinnhold som kan måles mot dyrets energibehov.}$

$(F \times \text{grovfôrets fylleverdi}) + (C \times \text{kraftfôrets fylleverdi}) = \text{Rasjonens innhold av SFU som kan måles mot dyrets fôropptakskapasitet.}$

F = Tørrstoffopptak

C = Kraftfôropptak

INRA tar også hensyn til omgivelsestemperaturens innvirkning på fôropptaket, hvor det tas hensyn til temperaturvariasjoner over eller under 18 °C.

Nødvendige opplysninger for å benytte seg av denne modellen:

- Fôrmidlets tørrstoffinnhold
- Fôrmidlets innhold av nettoenergi
- Fôrmidlets fylleverdi (NDF-innhold)
- Tilskuddsfôrmidler og deres innhold av nettoenergi og fylleverdi
- Faktorer ved dyret; alder, vekt, drektighet, laktasjon, kullstørrelse, rase, kjønn, vekst, hold.
- Energibehov
- Fôropptakskapasitet

Dataprogrammet INRAtion benyttes for å sette sammen fôrrasjoner til drøvtyggere i praksis.
(INRA 1989)

2.3.3 Nutrient Requirements of Sheep

Dette systemet er utviklet av National Research Council i USA. Systemet gir en oversikt over tørrstoffopptak som kan forventes hos sau og lam ved ulike fysiologiske stadier.

Tørrstoffopptaket oppgis som kg TS/dag og i prosent av levendevekt (% BW).

Dette systemet gir altså ingen ligning for beregning av fôropptak. Forventet tørrstoffopptak hos søyer på vedlikeholdsfôring og rundt parring er vist i Tabell 6.

Tørrstoffopptaket øker med økende levendevekt, mens opptaket i prosent av kroppsvekt reduseres. Opptaket øker rundt parring i forhold til når søyene kun trenger vedlikeholdsfôring. Differansen mellom opptaket ved vedlikehold og opptaket rundt parring er størst hos dyrene med høy kroppsvekt (differansen er 0,08 kg ved 40 kg levendevekt, mens den er 0,20 kg ved 140 kg levendevekt) (Tabell 6).

Tabell 6. Tørrstoffopptak hos søyer på vedlikehold og rundt parring (NRC 2007).

Vedlikehold			Parring		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW
40	0,77	1,93	40	0,85	2,13
50	0,91	1,83	50	1,01	2,01
60	1,05	1,75	60	1,15	1,92
70	1,18	1,68	70	1,30	1,85
80	1,30	1,63	80	1,43	1,79
90	1,42	1,58	90	1,56	1,74
100	1,54	1,54	100	1,69	1,69
120	1,76	1,47	120	1,94	1,62
140	1,98	1,41	140	2,18	1,56

Tørrstoffopptaket hos søyer i tidlig drektighet med ulikt antall foster er vist i Tabell 7. Av tabellen kommer det frem at tørrstoffopptaket øker tidlig i drektigheta i forhold til opptakene vist i Tabell 6. Denne økningen blir større dess flere foster søya har. Hos ei søye ved 70 kg levendevekt er differansen fra vedlikehold 0,28 kg ved et foster, 0,51 kg ved to foster og 0,64 kg ved tre foster.

Tabell 7. Tørrstoffopptak hos søyer i tidlig drektighet med ulikt antall foster (NRC 2007).

Tidlig drektighet - ett lam			Tidlig drektighet - to lam			Tidlig drektighet - tre lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW
40	0,99	2,47	40	1,15	2,87	40	1,00	2,51
50	1,16	2,32	50	1,31	2,62	50	1,46	2,92
60	1,31	2,19	60	1,51	2,52	60	1,65	2,74
70	1,46	2,09	70	1,69	2,41	70	1,82	2,61
80	1,61	2,01	80	1,84	2,30	80	2,00	2,50
90	1,75	1,95	90	2,00	2,22	90	2,17	2,41
100	1,89	1,89	100	2,15	2,15	100	2,32	2,32
120	2,15	1,79	120	2,44	2,03	120	2,63	2,19
140	2,39	1,71	140	2,71	1,94	140	2,92	2,09

Forventet tørrstoffopptak hos søyer sent i drektigheta med ulikt antall foster er vist i Tabell 8. Sent i drektigheta er tørrstoffopptaket størst ved økende antall foster. Differansen mellom opptaket ved vedlikeholdsføring og opptaket sent i drektigheta er høyere enn i tidlig drektighet med 0,62 kg ved ett foster, 0,65 kg ved to foster og 0,89 kg ved tre foster. Differansen mellom antall foster er mindre ved dette stadiet enn tidlig i drektigheta.

Tabell 8. Tørrstoffopptak hos søyer sent i drektigheta med ulikt antall foster (NRC 2007).

Sen drektighet - et lam			Sen drektighet - to lam			Sen drektighet - tre eller flere lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW
40	1,00	2,49	40	1,06	2,66	40	1,22	3,04
50	1,45	2,89	50	1,47	2,93	50	1,41	2,81
60	1,63	2,71	60	1,65	2,75	60	1,57	2,61
70	1,80	2,58	70	1,83	2,61	70	2,07	2,96
80	1,98	2,47	80	1,99	2,48	80	2,26	2,82
90	2,15	2,38	90	2,68	2,97	90	2,44	2,71
100	2,30	2,30	100	2,87	2,87	100	2,59	2,59
120	2,61	2,17	120	3,24	2,10	120	2,92	2,43
140	2,89	2,06	140	2,57	2,55	140	4,04	2,89

Forventet tørrstoffopptak hos søyer tidlig i laktasjonen med ulikt antall lam er vist i Tabell 9. Tørrstoffopptaket øker når søya er i tidlig laktasjon i forhold til sein drektighet. Differansen er gjennomsnittlig størst ved tre foster og minst ved bare ett foster.

Tabell 9. Tørrstoffopptak hos søyer tidlig i laktasjonen med ulikt antall lam (NRC 2007).

Tidlig laktasjon - et lam			Tidlig laktasjon - to lam			Tidlig laktasjon - tre eller flere lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW
40	1,09	2,73	40	1,40	3,51	40	1,36	3,41
50	1,26	2,51	50	1,61	3,22	50	1,88	3,76
60	1,77	2,96	60	1,80	3,01	60	2,09	3,48
70	1,96	2,80	70	1,98	2,83	70	2,29	3,27
80	2,13	2,67	80	2,15	2,69	80	3,11	3,89
90	2,30	2,56	90	2,32	2,57	90	3,34	3,71
100	2,47	2,47	100	2,48	2,48	100	3,56	3,56
120	2,78	2,32	120	3,47	2,89	120	3,98	3,32
140	3,08	2,20	140	3,82	2,73	140	4,37	3,12

Tørrstoffopptaket øker når søya er midt i laktasjonen, dersom den går med to eller tre lam (Tabell 10). Dersom søya har bare ett lam vil tørrstoffopptaket reduseres i forhold til tidlig i laktasjonen. Differansen er størst dess flere lam.

Tabell 10. Tørrstoffopptak hos søyer i midt laktasjon med ulikt antall lam (NRC 2007).

Midt laktasjon - et lam			Midt laktasjon - to lam			Midt laktasjon - tre eller flere lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW		Kg/dag	% BW
40	1,20	3,01	40	1,50	3,74	40	1,37	3,43
50	1,40	2,80	50	1,72	3,44	50	1,97	3,93
60	1,58	2,63	60	1,94	3,23	60	2,20	3,67
70	1,75	2,51	70	2,14	3,05	70	2,42	3,46
80	1,91	2,39	80	2,33	2,91	80	2,63	3,29
90	2,07	2,30	90	2,51	2,79	90	2,83	3,15
100	2,22	2,22	100	2,68	2,68	100	3,03	3,03
120	2,51	2,10	120	3,02	2,51	120	3,39	2,83
140	2,79	2,00	140	3,33	2,38	140	3,74	2,67

Tørrstoffopptaket reduseres når søya kommer i seinlaktasjon (Tabell 11). For søyer med to eller flere lam er opptaket omtrent det samme som i tidlig laktasjon for ei søye på 70 kg levendevekt.

Tabell 11. Tørrstoffopptak hos søyer i seinlaktasjon med ulikt antall lam (NRC 2007).

Sein laktasjon - ett lam			Sein laktasjon - to lam			Sein laktasjon - tre eller flere lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	kg/ dag	% BW		kg/ dag	% BW		kg/ dag	% BW
40	1,09	2,72	40	1,38	3,45			
50	1,26	2,52	50	1,60	3,20	50	1,83	3,67
60	1,43	2,38	60	1,80	3,00	60	2,06	3,44
70	1,61	2,29	70	2,00	2,85	70	2,29	3,27
80	1,76	2,20	80	2,19	2,74	80	2,50	3,13
90	1,91	2,12	90	2,37	2,63	90	2,69	2,99
100	2,05	2,05	100	2,53	2,53	100	2,89	2,89
120	2,33	1,94	120	2,87	2,39	120	3,26	2,72
140	2,60	1,86	140	3,19	2,28	140	3,59	2,57

Tørrstoffopptaket er større ved parring enn kun ved vedlikehold og vekst hos åringer (Tabell 12). Åringer har også større opptak enn de voksne søyene på vedlikehold og ved parring, og variasjonen i tørrstoffopptaket ved ulike kroppsvekter er større hos åringene enn hos voksne søyer.

Tabell 12. Tørrstoffopptak hos åringer ved vedlikehold, vekst og ved parring, ved ulike levendevekt og tilvekst (NRC 2007).

Søyer - åringer - vedlikehold + vekst				Søyer - åringer parring			
1 år gammel				0,6 år			
Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak	
		kg/dag	% BW			kg/dag	% BW
40	40	1,18	2,95	40	60	1,28	3,20
50	50	1,43	2,86	50	74	1,55	3,10
60	60	1,67	2,78	60	88	1,81	3,02
70	70	1,91	2,73	70	101	2,07	2,96
80	80	2,15	2,69	80	115	2,32	2,90
90	90	2,38	2,64	90	129	2,58	2,87
100	100	2,61	2,61	100	143	2,82	2,82
120	120	3,06	2,55	120	170	3,31	2,76

Tørrstoffopptaket hos åringssøyer i tidlig drektighet med ulikt antall foster er vist i Tabell 13. Det kommer frem av tabellen at tørrstoffopptaket øker fra vedlikehold + vekst og parring. Denne økningen er størst dess tyngre dyra er. Tørrstoffopptaket tidlig i drektigheta reduseres noe fra ett til to foster, mens det øker litt igjen fra to til tre foster, dersom åringen er 40 kg levendevekt. Ved 50 kg levendevekt ser det ut til at tørrstoffopptaket øker fra ett til to foster og reduseres ved tre foster. Deretter øker opptaket ved økende antall foster.

Tabell 13. Tørrstoffopptak hos åringer tidlig i drektigheta med ulikt antall foster (NRC 2007).

Tidlig drektig - ett foster				Tidlig drektig - to foster				Tidlig drektig - tre foster			
Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak	
		kg/dag	% BW			kg/dag	% BW			kg/dag	% BW
40	58	1,33	3,33	40	70	1,15	2,88	40	79	1,21	3,03
50	71	1,6	3,20	50	85	1,73	3,46	50	96	1,44	2,88
60	84	1,86	3,10	60	100	2,01	3,35	60	112	2,1	3,50
70	97	2,12	3,03	70	146	2,28	3,26	70	129	2,38	3,40
80	110	2,37	2,96	80	110	2,54	3,18	80	145	2,65	3,31
90	123	2,62	2,91	90	123	2,8	3,11	90	161	2,91	3,23
100	135	2,86	2,86	100	135	3,05	3,05	100	177	3,18	3,18
120	161	3,34	2,78	120	161	3,55	2,96	120	208	3,69	3,08

Tørrstoffopptaket hos åringer øker fra tidlig til sein drektighet (Tabell 14). Økningen er lavest hos søyer med to foster. Tørrstoffopptaket hos søyene sent i drektigheta reduseres fra ett til to foster, men øker ved tre foster.

Tabell 14. Tørrstoffopptak hos åringer sent i drektigheta med ulikt antall foster (NRC 2007).

Sent drektig – ett foster				Sent drektig – to foster				Sent drektig - tre foster			
Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tilvekst (g/dag)	Tørrstoffopptak	
		kg/dag	% BW			kg/dag	% BW			kg/dag	% BW
40	111	1,20	3,00	40	159	1,42	3,55	40	195	1,55	3,88
50	134	1,43	2,86	50	191	1,66	3,32	50	233	1,81	3,62
60	157	2,09	3,48	60	221	1,91	3,18	60	270	2,07	3,45
70	179	2,37	3,39	70	251	2,15	3,07	70	305	2,33	3,33
80	200	2,63	3,29	80	280	2,38	2,98	80	340	2,58	3,23
90	221	2,90	3,22	90	308	2,60	2,89	90	374	2,81	3,12
100	242	3,16	3,16	100	336	2,83	2,83	100	407	3,06	3,06
120	283	3,67	3,06	120	391	4,12	3,43	120	472	3,50	2,92

Tørrstoffopptaket hos åringer med bare ett lam er større i sein drektighet enn etter lamming (Tabell 15). Åringer med to og tre lam har et høyere tørrstoffopptak etter lamming enn sein drektighet. Differansen før og etter lamming er større jo tyngre dyra er.

Tabell 15. Tørrstoffopptak hos åringer i tidlig laktasjon med ulikt antall lam (NRC 2007).

Tidlig laktasjon - ett lam			Tidlig laktasjon - to lam			Tidlig laktasjon - tre lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	kg/dag	% BW		kg/dag	% BW		kg/dag	% BW
40	1,41	3,53	40	1,44	3,60	40	1,39	3,48
50	1,63	3,25	50	1,65	3,31	50	1,92	3,84
60	1,84	3,06	60	2,32	3,86	60	2,14	3,57
70	2,03	2,90	70	2,55	3,64	70	2,35	3,36
80	2,21	2,76	80	2,77	3,46	80	3,19	3,99
90	2,39	2,65	90	2,98	3,31	90	3,42	3,80
100	2,56	2,56	100	3,19	3,19	100	3,65	3,65
120	2,88	2,40	120	3,57	2,98	120	4,08	3,40

Tørrstoffopptaket hos åringer midt i laktasjonen med ulikt antall lam er vist i Tabell 16. I følge tabellen reduseres tørrstoffopptaket noe når åringene er i midtlaktasjon. Dette gjelder spesielt de tyngste dyrene med tre lam.

Tabell 16. Tørrstoffopptak hos åringer i midt laktasjon med ulikt antall lam (NRC 2007).

Midt laktasjon – ett lam			Midt laktasjon – to lam			Midt laktasjon – tre lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	kg/dag	% BW		kg/dag	% BW		kg/dag	% BW
40	1,25	3,12	40			40	1,41	3,52
50	1,45	2,90	50	1,78	3,56	50	1,61	3,23
60	1,64	2,73	60	1,99	3,32	60	2,26	3,77
70	1,82	2,60	70	2,20	3,15	70	2,49	3,55
80	1,99	2,48	80	2,40	3,00	80	2,70	3,38
90	2,15	2,39	90	2,59	2,88	90	2,91	3,23
100	2,31	2,31	100	2,77	2,77	100	3,11	3,11
120	2,61	2,18	120	3,12	3,12	120	3,49	2,91

Tørrstoffopptaket hos åringer med ulikt antall lam i sein laktasjon er vist i Tabell 17. I følge tabellen øker tørrstoffopptaket igjen når dyrene kommer i sein laktasjon (i forhold til midtlaktasjon). I tillegg er tørrstoffopptaket høyere hos dyrene med to lam enn de med ett og tre lam. Unntaket er ved 40 til 60 kg og 120 kg.

Tabell 17. Tørrstoffopptak hos åringer i sein laktasjon med ulikt antall lam (NRC 2007).

Sein laktasjon - ett lam			Sein laktasjon - to lam			Sein laktasjon - tre lam		
Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak		Kroppsvekt (kg)	Tørrstoffopptak	
	kg/ dag	% BW		kg/ dag	% BW		kg/ dag	% BW
40	1,55	3,86	40	1,47	3,68			
50	1,83	3,65	50	1,73	3,47	50	1,92	3,84
60	2,11	3,52	60	1,98	3,31	60	2,19	3,66
70	2,40	3,42	70	2,79	3,98	70	2,46	3,52
80	2,66	3,32	80	3,09	3,86	80	2,72	3,4
90	2,92	3,24	90	3,38	3,75	90	2,96	3,29
100	3,17	3,17	100	3,65	3,65	100	3,21	3,21
120	3,67	3,06	120	4,21	3,51	120	4,60	3,84

Tørrstoffopptaket hos voksne værere på vedlikehold og rundt parring er vist i Tabell 18.

Voksne værere har høyere tørrstoffopptak jo tyngre de blir. I perioden rundt parring øker også tørrstoffopptaket i forhold til ved vedlikehold.

Tabell 18. Tørrstoffopptaket hos voksne værere på vedlikehold og rundt parring ved ulike kroppsvikter (NRC 2007).

Værer- Vedlikehold			Værer- Parring		
Kroppsvekt (kg)	TS-opptak		Kroppsvekt (kg)	TS-opptak	
	kg/ dag	% BW		kg/ dag	% BW
100	1,77	1,77	100	1,95	1,95
125	2,09	1,67	125	2,30	1,84
150	2,40	1,60	150	2,64	1,76
200	2,98	1,49	200	3,27	1,64

Tørrstoffopptaket hos slaktelam ved fire og åtte måneders alder, samt værlam ved fire og åtte måneders alder, ulik levendevekt og ulik tilvekst er vist i Vedlegg 1, 2, 3 og 4. Det kommer frem av tabellene at lam ved samme kroppsvekt i vekst har ulikt tørrstoffopptak ved ulik tilvekst. Lammene har også ulikt tørrstoffopptak dersom de er av en rase som er tidlig moden. Lammene som er tidlig utvokst har generelt høyere tørrstoffopptak enn de som er seint utvokst. Dette gjelder både slaktelam og værlam, men værlam har noe høyere tørrstoffopptak. Ved åtte måneders alder vil tørrstoffopptaket øke i forhold til ved fire måneder. Også her har de tidligst utvokste rasene høyest opptak.

Ut fra gjennomgangen av tabellene viser det seg at opplysninger som trengs for å benytte dette systemet er:

- Kjønn
- Rase (tidlig eller seint moden)
- Kroppsvekt
- Tilvekst
- Antall foster
- Antall lam
- Alder (ung eller voksen)
- Fysiologisk stadium

(NRC 2007)

2.3.4 ARC - The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock

Agricultural Research Council (ARC) i Storbritannia har utviklet tabellverdier for å forutsi tørrstoffopptak. Disse verdiene er utviklet ut fra regresjonslikninger for sammenhenger mellom opptak og fôrrasjonens energikonsentrasjon (Omsettelig Energi/Brutto Energi*100), dyrets levendevekt og fôrets struktur/partikkelstørrelse (fint-, grovt fôrmiddel eller surfôr). Opptaket oppgis i g TS/kg stoffskiftevekt (levendevekt^{0,75}) og i kg TS ved ulik levendevekt og forutsetter at dyrene blir fôret etter appetitt.

Datamateriale fra flere forsøk i Storbritannia ble organisert og behandlet for å komme fram til likninger for fôropptak. Oppsummering av resultatene for dyr i vekst med ulike fôrmidler er vist i Tabell 19.

Tabell 19. Oversikt over fôropptak hos sau i vekst og regresjonslikninger for opptak i forhold til konsentrasjonen av energikonsentrasjon i rasjonen, kraftfôrandel og levendevekt (ARC 1980).

	Fôrmiddel *		
	Grovt	Surfôr	Fint
Gjennomsnittlige verdier			
Tørrstoffopptak (g/kg V ^{0,75} per dag)	57,0	46,0	90,5
Omsettelig energi (MJ/ kg tørrstoff i rasjonen)	9,4	10,0	9,7
Energikonsentrasjon oppgitt som q	0,51	0,54	0,53
Kraftfôrandel	0,05	0,05	0,05
Levendevekt (kg)	60,2	51,0	46,0
Regresjonskoeffisienter (+/- SE)			
Energikonsentrasjon (q)	104,7 (+/- 16,0)	-	-78,0 (+/-16,6)
Kraftfôrandel	-	-	-
Levendevekt	0,307 (+/- 0,069)	-	-0,408 (+/- 0,059)
Konstant ledd	-15,0	46,0	150,3

* Grove fôrmidler er grovfôr enten i full lengde eller grovt kuttet, fine fôrmidler er kraftfôr eller finmalt og/eller pelletert grovfôr og surfôr er ensilerte fôrmidler.

Ut fra verdiene i Tabell 19 er det beregnet verdier for tørrstoffopptak ved ulike levendevekter og ulik energikonsentrasjon (q) i fôrmidlet (Tabell 20). Kjønn har ingen innvirkning i dette systemet.

Eksempel på hvordan disse verdiene skal benyttes for å beregne forventet tørrstoffopptak:

Grove fôrmidler: Opptak, $\text{g/kg } V^{0,75} = -15 + 104,7 \times q + 0,307 \times \text{levendevekt}$

Fine fôrmidler: Opptak, $\text{g/kg } V^{0,75} = 150,3 - 78,0 \times q - 0,408 \times \text{levendevekt}$

Surfôr: Opptak, $\text{g/kg } V^{0,75} = 46 \times \text{levendevekt}$

Hvorav levendevekt er i kg og opptak er i kg/dag og g/kg metabolsk levendevekt ($V^{0,75}$).

Tørrstoffopptaket for dyr i vekst er vist i Tabell 20. Opptaket er størst med fine fôrmidler og med økt energikonsentrasjon. Fôropptaket øker med økt levendevekt med unntak av fine fôrmidler hvor opptaket reduseres.

Tabell 20. Tørrstoffopptak (kg/dag og g/kg $V^{0,75}$) for sau i vekst, beregnet fra likningene i Tabell 19 (ARC 1980).

Fôrmiddel	Rasjonens energikonsentrasjon	Levendevekt (kg)				
		20	30	40	50	60
Grovt						
(g/kg $V^{0,75}$ per dag)	0,4	33,0	36,1	39,2	42,2	45,3
	0,5	43,5	46,6	49,6	52,7	55,8
	0,6	54,0	57,0	60,1	63,2	66,2
	0,7	64,4	67,5	70,6	73,6	76,7
Fint						
(g/kg $V^{0,75}$ per dag)	0,5	103,1	99,1	95,0	90,9	86,8
	0,6	95,3	91,3	87,2	83,1	79,0
	0,7	87,5	83,5	79,4	75,3	71,2
Grovt						
(kg/dag)	0,4	0,31	0,46	0,62	0,79	0,98
	0,5	0,41	0,60	0,79	0,99	1,20
	0,6	0,51	0,73	0,96	1,19	1,43
	0,7	0,61	0,87	1,12	1,38	1,65
Fint						
(kg /dag)	0,5	0,98	1,27	1,51	1,71	1,87
	0,6	0,90	1,17	1,39	1,56	1,70
	0,7	0,83	1,07	1,26	1,42	1,54
Surfôr	-	0,44	0,59	0,73	0,86	0,99

Det tas også hensyn til kraftfôrnivå i dette systemet (Tabell 21). Det kommer frem av tabellen at substitusjonseffekten er størst ved bruk av grovfôr med høy energikonsentrasjon.

Tabell 21. Eksempel på hvordan kraftfôrtildeling påvirker tørrstoffopptaket (kg/dag) av grovfôr med ulik energikonsentrasjon hos sau med 50 kg levendevekt (ARC 1980)

Energi-konsentrasjon (q)		
Grovfôr	0,40	0,60
Grovfôr + kraftfôr	0,45	0,61
Tørrstoffopptak (kg/dag)		
(a) Kraftfôr	0,15	0,15
(b) Grovfôr gitt sammen med kraftfôr	0,74	1,06
(c) Grovfôr gitt alene	0,79	1,19
Erstatningsgrad		
(b-c)/a	- 0,33	- 0,87

Tørrstoffopptaket hos drektige søyer i ulike stadier i drektigheta ved ulik energikonsentrasjon er vist i Tabell 22. Tørrstoffopptaket øker utover i drektigheta og reduseres ved økt energikonsentrasjon i rasjonen.

Tabell 22. Tørrstoffopptak hos drektige søyer ved ulik levendevekt, antall foster, uker før lamming og energikonsentrasjon i rasjonen (ARC 1980).

Levendevekt (kg)	Antall foster	Uker før lamming	TS-opptak (kg/dag) når q=		
			0,5	0,6	0,7
40	1	12	0,80	0,64	0,53
		8	0,90	0,72	0,60
		4	1,02	0,83	0,69
		0	1,18	0,96	0,80
40	2	12	0,91	0,74	0,61
		8	1,07	0,86	0,72
		4	1,27	1,03	0,87
		0	1,53	1,25	1,05
75	1	12	1,28	1,03	0,85
		8	1,42	1,15	0,95
		4	1,62	1,30	1,09
		0	1,86	1,51	1,26
75	2	12	1,45	1,17	0,97
		8	1,68	1,36	1,13
		4	1,98	1,61	1,35
		0	2,37	1,93	1,63

I dette systemet forutsettes det at søyer i laktasjon har høyere fôropptak (20-70 %) sammenlignet med tørre søyer. Denne effekten er størst med godt grovfôr og søyer med mange lam. Ukentlige endringer i fôropptaket gjennom laktasjonen (fra uke 1 til uke 10 etter lamming), beregnet i prosent av laktasjonsgjennomsnittet er henholdsvis: 80, 90, 100, 106, 108, 108, 105, 104, 104 og 102 %. Fem uker etter lamming kan opptaket forventes å være størst (ca 8 % over middel).

Eksempel på daglig tørrstoffopptak hos søyer med henholdsvis ett og to lam er vist i Tabell 23. Tørrstoffopptaket øker med antall lam og øker fra fôrrasjon med høy og kraftfôrtildeling, til beite og er størst ved pelletert fôr.

Tabell 23. Verdier for daglig tørrstoffopptak for lakterende søyer ($g\ TS/kg\ V^{0,75}$)*(ARC 1980)

Rasjon	Antall lam	
	1	2
Høy og kraftfôr	80	85
Beite	100	110
Pelletert fôr	135	155

* Gjennomsnittlige verdier 10 - 12 uker ut i laktasjonen. Ukentlige verdier kan beregnes ved å benytte prosentfaktorene nevnt ovenfor.

Tørrstoffopptaket øker med økende melkemengde og er størst hos de tyngste dyrene. Dessuten reduseres opptaket med økende energikonsentrasjon i rasjonen (Tabell 24).

Tabell 24. Tørrstoffopptak hos lakterende søyer ved ulik levendevekt, melkemengde og energikonsentrasjon i rasjonen (ARC 1980).

Levendevekt (kg)	Melkemengde (kg/dag)	TS-opptak (kg/dag) når q=		
		0,5	0,6	0,7
40	0	0,61	0,49	0,40
	1,0	1,49	1,18	0,96
	2,0	2,41	1,90	1,54
75	0	1,00	0,80	0,65
	1,0	1,87	1,48	1,20
	2,0	2,76	2,18	1,77
	3,0	3,68	2,90	2,36

For å benytte denne modellen trengs det opplysninger om:

- Energikonsentrasjonen i rasjonen
- Levendevekt
- Antall foster
- Antall lam
- Fôrmiddel (fint/grovt/surfôr)
- Vekt

(ARC 1980)

2.3.5 NorFor Plan

Siden kjøtt- og melkeproduksjonen på storfe i Norge, i større og større grad går fra AAT/PBV-systemet til det nye systemet NorFor Plan, er det interessant å se hvordan dette systemet predikerer fôropptak.

Prediksjon av fôropptaket er antagelig det som er viktigst for bestemmelse av produksjon (Volden et al. 2011). De viktigste faktorene ved dyret er kroppsvekt og fysiologisk stadium (hold, laktasjonsstadium, melkeproduksjon, drektighetsstadium og vekst). De viktigste faktorene ved fôret er fordøyelighet og fiberinnhold, begge på grunn av fylleverdi i vomma, men det poengteres også at metabolsk regulering kan påvirke opptaket før vomma er full.

I NorFor- systemet beregnes det en grunnleggende fylleverdi (FV) for hvert fôrmiddel og en opptakskapasitet (IC) for hvert dyr. Ligningen som benyttes for å forutsi fôropptaket er:

$IC = FV_{\text{opptak}}$, hvorav IC, som nevnt over, er opptakskapasiteten til dyret og FV_{opptak} , som oppgis i fylleenheter, er det totale fôropptaket

Fylleverdien i grovfôr beregnes ut fra denne ligningen:

$$FV = \frac{0,86 - OMD * 0,005}{-0,000029 * \left(\left(\frac{NDF}{10}\right)^{2,9}\right) + 0,94 + 0,56 * e}$$

Hvorav uttrykkes fylleverdien som FV/kg TS, OMD er fordøyeligheten av organisk stoff oppgitt i % og NDF er grovfôrets NDF-innhold uttrykt i gram/kg TS.

I tillegg tas det hensyn til grovfôrets gjæringskvalitet (sum syrer og NH_3-N) ut fra ligningen utarbeidet av Huhtanen et al. (2002): $Opptaksindeks = 100 + ((Fem/kg\ TS - 0,9) \times 80) + ((80 - g\ syrer/kg\ TS) \times 0,124) + ((50 - g\ NH_3-N/kg\ total\ N) \times 0,071)$

Fylleverdien korrigeres da for gjæringsprodukter i NorFor.

Det tas også hensyn til om dyret er på beite, i løsdrift eller på binge (med tanke på økt bevegelse), om det fôres etter appetitt med grovfôr, om kua er tørr eller lakterende, substitusjonseffekt, metabolsk regulering ved store mengder kraftfôr, drektighet, kjønn, rase (NRF vs. Jersey) og vekst (Volden et al. 2011).

3.0 Materiale og metode

I denne oppgaven benyttes det datamateriale fra forsøk utført ved Bioforsk Sæter og Universitetet for Miljø og Biovitenskap. Da dette er forsøk som har blitt utført uavhengig av hverandre, er kvaliteten på og mengden av forøksdata svært varierende.

3.1 Datamateriale fra Bioforsk Sæter

2006: "Italiensk raigras som kvalitetsfôr til sau i tida omkring lamming"

Målet med dette forsøket var å oppnå høyt fôropptak, samt høy produksjon hos søyer i lammingstida.

Forsøket startet rundt 6 uker før forventet lamming og varte til 3 uker etter lamming. 60 søyer ble valgt ut fra besetningen på Sæter fagsenter. Søyene ble inndelt i tre blokker ut fra forventet lammingstidspunkt. Gjennomsnittlig forventet lammingstidspunkt var i blokk 1; 3. mai, i blokk 2; 8. mai og i blokk 3; 13. mai. Halvparten av søyene var tvillingsøyer, mens den andre halvparten var trillingsøyer. 12 søyer ble etter lamming plukka ut av forsøket, halvparten fra hver gruppe, men beholdt som reserve.

Søyene ble fôret etter appetitt med grovfôr, med justeringer hver uke for å tilpasse mengdene. Halvparten av søyene i begge gruppene ble tildelt forsøksfôret (raigras/havre), mens resten fikk et kontrollfôr bestående av timotei/engsvingel. Søyene på forsøksfôret ble tildelt Formel Favør 28 som kraftfôr, mens kontrollgruppa fikk Formel Sau. Mengden kraftfôr var lik for de to gruppene, men trillingsøyene ble tildelt mer enn tvillingsøyene (Tabell 25).

Tabell 25. Kraftfôrtildeling (kg/dyr/dag) før og etter lamming hos de ulike søyene i forsøket.

	Tvillingsøyene	Trillingsøyene
Før lamming	0,3 kg	0,5 kg
Etter lamming	0,8 kg	1,2 kg

Forsøket ble gjennomført som et 2 x 2 faktorielt blokkforsøk med burd (tvilling/trilling) og grovfôr kvalitet (forsøks-/kontrollfôr) som faktorer.

Grovfôrprøver ble tatt ut ukentlig og kraftfôrprøver ble tatt ut ved hver leveranse.

Kjemisk innhold i de ulike surfôrtypene og kraftfôret er vist i Tabell 26.

Tabell 26. Kjemisk sammensetning av surfôr og kraftfôr i forsøk ved Bioforsk Sæter 2006 (Johansen & Todnem 2006a).

Næringsinnhold	Grovfôr		Kraftfôr	
	Italiensk raigras og havre	Timotei	Formel Favør 28	Formel sau
Tørrstoff, g/kg	210	238	884	887
Aske, g/kg TS	Mangler	Mangler	63	75
Protein (CP), g/kg TS	236	134	153	202
Fett, g/kg TS	Mangler	Mangler	37	44
Stivelse, g/kg TS			413	342
NDF g/kg TS	439	643	218	218
Gjæringskvalitet				
pH	4,37	4,13		
Melkesyre, g/kg TS	101	66		
Eddiksyre, g/kg TS	22	17		
Smørsyre, g/kg TS	0	0		
Etanol, g/kg TS	7	4		
Sum syrer totalt	123	83		
NH ₃ -N, % i N	9,4	10,1		

(Johansen & Todnem 2006a)

3.3 Datamateriale fra UMB

Forsøk nr. S- 156: *“Sluttfôring av små lam som ikke er slaktemodne fra beite, med surfôr høsta til ulik tid og med bruk av kraftfôrtilskudd”* (høsten 2007).

Sluttfôring av lam som ikke er slaktemodne etter henting fra sommerbeite er en enkel måte å øke tilveksten og forbedre slaktekvaliteten på. Mulighetene for å oppnå god tilvekst ved bruk av en stor andel tidlig høstet grovfôr, i tillegg til ingen, eller lite tildeling av kraftfôr var bakgrunnen for dette forsøket, som var en del av prosjektet “Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt- og mjølkeproduksjon”.

Det ble undersøkt hvor stor betydning grasets utviklingstrinn ved høsting hadde for surfôrets potensiale som sluttfôr til lam om høsten. Det ble også sett på kraftfôrets betydning ved ulike høstetider av grovfôret.

Kraftfôret som ble benyttet var forsøkskraftfôret “M-231-korn”

Høstetid for grovfôr og kraftfôrnivå var faktorene som skulle undersøkes. Kjemisk innhold i surfôr og kraftfôr er vist i Tabell 27. Det ble tatt tre surfôrprøver av høstetid 1 og fire surfôrprøver av høstetid 2 og 3. Surfôrprøver for å beregne tørrstoffopptak ble registrert hver uke.

Høstetider grovfôr:

1. Før skyting
(ca. 1,00 FEm/ kg TS)
2. Ca. 2 uker etter skyting
(ca. 0,91 FEm/kg TS)
3. Ca. 1 uke etter høstetid 2
(ca. 0,82 Fem/kg TS)

Kraftfôrnivå:

1. Uten
2. 0,5 kg/dag

Med tre høstetider og ett ledd med og ett uten kraftfôrtildeling var det til sammen seks forsøksledd i dette forsøket:

Høstetid 1, uten kraftfôr

Høstetid 2, uten kraftfôr

Høstetid 3, uten kraftfôr

Høstetid 1, 0,5 kg kraftfôr

Høstetid 2, 0,5 kg kraftfôr

Høstetid 3, 0,5 kg kraftfôr

Tabell 27. Kjemisk sammensetning av surfôr og kraftfôr (Randby & Eknæs 2007).

Næringsinnhold	Grovfôr			Kraftfôr
	Høstetid 1	Høstetid 2	Høstetid 3	M-231-korn
Tørrstoff, g/kg	239	227	244	880
Aske, g/kg TS	64	65	55	64
Protein (CP), g/kg TS	174	131	103	159
Fett, g/kg TS	40	28	23	32
Stivelse, g/kg TS				435
NDF g/kg TS	432	570	632	186
ADF, g/kg TS	259	344	381	
ADL, g/kg TS	45	57	72	
Gjæringskvalitet				
pH	4,20	4,23	4,21	
Melkesyre, g/kg TS	65,6	70,7	46,9	
Eddiksyre, g/kg TS	13,1	9,9	8,3	
Smørsyre, g/kg TS	0,00	0,00	0,00	
Etanol, g/kg TS	13,6	15,2	18,7	
NH ₃ -N, % i N	5,2	8,2	6,5	

Det ble benyttet 48 lam av rasene Norsk Kvit Sau (NKS) og Nor-X (krysningsrase av NKS og Texel) fra UMBs egen besetning; 12 NKS søyelam, 12 Nor-X værslam og 24 Nor-X søyelam. Fôropptaksregistreringer ble gjennomført fire påfølgende dager hver uke. Surfôret ble kuttet med fullfôrvogn til medium kuttelengde 2-3 cm, og ble tildelt etter appetitt (10 % rester) og 10 g multitilskudd/dyr/dag. Annenhver uke ble dyrene ultralydmålt for å undersøke se på kroppssammensetning (muskel og fett).

(Randby & Eknæs 2007)

Forsøk nr. S-157: *“Fôring av voksne søyer rundt lamming med surfôr høsta til ulik tid og med lite eller “vanlig” mengde kraftfôr”* (Våren 2008).

Det er ønskelig med et sauehold basert på heimeavlet fôr, men ofte er kvaliteten av vinterfôr og beiter ikke tilstrekkelig til å oppnå gode økonomiske resultater.

En effektiv melkeperiode med god helsestatus er med på å danne grunnlaget for god tilvekst hos lammene, noe som igjen legger grunnlaget for en god slaktekvalitet og godt betalt slakt. Da søyenes energibehov øker under melkeproduksjonen er en avhengig av tilskudd av energirike fôrmidler. Ofte løses dette ved å gi tilskudd av kraftfôr. Et alternativ til kraftfôret kan være tidlig høsta grovfôr, og da lite eller ingen tilførsel av kraftfôr. På bakgrunn av forsøket som ble utført på Bioforsk Sæter (tidligere nevnt) ble dette forsøket satt i gang for å undersøke betydningen av grasets utviklingstrinn ved høsting som grovfôr til søyer rundt lamming. Det ble også undersøkt betydningen av kraftfôrtilskudd ved ulike høstetider for surfôret (samsillet mellom surfôrets høstetid og kraftfôr).

Forsøket startet om lag seks uker før forventet lamming og ble avsluttet ved beiteslipp ca. tre uker etter lamming. Det ble benyttet 24 søyer av rasen Norsk Kvit Sau (NKS) fra UMBs besetning. Disse ble individuelt satt inn i forsøket avhengig av forventet lammingsdato. Avslutningen av forsøket ble også gjort på individuell basis. Dyrene ble inndelt i blokker ut fra lammingsdato: Blokk 1 hadde gjennomsnittlig forventet lammingsdato 5. april, blokk 2 hadde gjennomsnittlig forventet lammingsdato 6. april, blokk 3 hadde gjennomsnittlig forventet lammingsdato 11. april og blokk 4 hadde gjennomsnittlig forventet lammingsdato 22. april.

Før forsøksstart ble det gjennomført fostertelling på søyene, slik at de kunne sorteres etter antall foster.

Det ble utført fôropptaksregistreringer fire påfølgende dager hver uke. Det ble tildelt surfôr etter appetitt (10 % rester) og det ble gitt multitolkskudd. Surfôret ble kuttet med fullfôrvogn til 2-3 cm, slik at risikoen for seleksjon av plantedeler var så liten som mulig. Det ble tatt tre surfôrprøver per høstetid og surfôrprøver for å beregne tørrstoffopptak ble registrert hver uke.

Kraftfôret som ble benyttet var det samme som ble benyttet under lammeforsøket (S-156), det vil si “M-231-korn”.

Høstetid grovfôr og kraftfôrnivå var faktorene som skulle undersøkes.

Høstetider grovfôr:

1. Før skyting (ca. 1,00 FEm/ kg TS)
2. Ca. 2 uker senere (ca. 0,91 FEm/kg TS)
3. Ca. 1 uke etter høstetid 2 (ca. 0,82 Fem/kg TS)

Kraftfôrnivå:

1. Uten
2. 0,2 kg/dag
3. 0,4 kg/dag
4. 0,8 kg/dag

Med tre høstetider og tre ledd med eller uten kraftfôrtildeling var det til sammen seks forsøksledd i dette forsøket (seks for tvillingsøyer og seks for trillingsøyer):

Høstetid 1, uten kraftfôr

Høstetid 1, 0,2 kg kraftfôr (tvillingsøyer)/ 0,4 kg kraftfôr (trillingsøyer)

Høstetid 1, 0,4 kg kraftfôr (tvillingsøyer)/ 0,8 kg kraftfôr (trillingsøyer)

Høstetid 2, 0,2 kg kraftfôr (tvillingsøyer)/ 0,4 kg kraftfôr (trillingsøyer)

Høstetid 2, 0,4 kg kraftfôr (tvillingsøyer)/ 0,8 kg kraftfôr (trillingsøyer)

Høstetid 3, 0,4 kg kraftfôr (tvillingsøyer)/ 0,8 kg kraftfôr (trillingsøyer)

Før lamming fikk søyene halve kraftfôrmengden av nivået overfor.

Kjemisk innhold i surfôr og kraftfôr er vist i Tabell 28.

Tabell 28. Kjemisk sammensetning av surfôr ved ulike høstetider og kraftfôr (Eknæs 2008).

Næringsinnhold	Grovfôr			Kraftfôr
	Høstetid 1	Høstetid 2	Høstetid 3	M-231-korn
Tørrstoff, g/kg	230	232	232	880
Protein (CP), g/kg TS	155	126	108	159
Fett, g/kg TS	33	31	31	32
Stivelse, g/kg TS				435
NDF m/askekorr g/kg TS	449	531	567	186
Gjæringskvalitet				
pH	4,17	4,24	4,20	
Melkesyre, g/kg TS	98,5	88,0	61,4	
Eddiksyre, g/kg TS	20,5	14,0	11,3	
Smørsyre, g/kg TS	0,3	0,4	0,2	
Etanol, g/kg TS	13,6	15,2	18,7	
NH ₃ -N, % i N	6,93	8,74	7,1	

(Eknæs 2008)

3.4 Statistiske analyser

De statistiske analysene ble gjennomført i SAS (SAS 2003).

Datamaterialet ble analysert ved hjelp av multipl regressjon (MAXR) for å finne den variabelen som i størst grad påvirker grovfôropptaket, variansanalyse (GLM) for å teste forskjellene i grovfôropptak og korrelasjonstest (Pearson Correlation Coefficients) for å beregne korrelasjonene mellom de viktigste variablene. Vekt ble ikke tatt med i analysene for søyene. Dette på grunn av at foster med tilhørende hinner og væske ville påvirket disse resultatene.

Statistisk modell:

Bioforsk 2006

Grovfôropptak, kg TS, $Y_{ijklmno} = \mu + \alpha_i + \beta_j + c_k + d_l + f_m + g_n + e_{ijklmno}$

μ = generelt gjennomsnitt for alle observasjonene

α_i = effekt av fôrtype, $i = 1, 2$

β_j = effekt av lammingstidspunkt, $j = 1, 2, 3$

c_k = effekt av foster, $k = 2, 3$

d_l = effekt av diende lam, $l = 2, 3$

f_m = effekt av drektighetsstadium, $m = 5, 4, 3, 2, 1$

g_n = effekt av laktasjonsstadium, $n = 1, 2, 3$

$e_{ijklmno}$ = tilfeldig feil

S-156

Grovfôropptak, kg TS, $Y_{ijklmno} = \mu + \alpha_i + \beta_j + c_k + d_l + f_m + g_n + e_{ijklmno}$

μ = generelt gjennomsnitt for alle observasjonene

α_i = effekt av høstetid, $i = 1, 2, 3$

β_j = effekt av høstetid * kraftfôr

c_k = effekt av vekt

d_l = effekt av tilvekst

f_m = effekt av rase, $m = 1, 2$

g_n = kjønn, $n = 1, 2$

$e_{ijklmno}$ = tilfeldig feil

S-157

Grovfôropptak, kg TS, $Y_{ijklmnopq} = \mu + \alpha_i + \beta_j + c_k + d_l + f_m + g_n + h_o + i_p + e_{ijklmnopq}$

μ = generelt gjennomsnitt for alle observasjonene

α_i = effekt av høstetid, $i = 1, 2, 3$

β_j = effekt av høstetid * kraftfôr

c_k = effekt av lammingstidspunkt, $k = 1, 2, 3, 4$

d_l = effekt av foster, $l = 2, 3$

f_m = effekt av diende lam, $m = 2, 3$

g_n = effekt av drektighetsstadium, $n = 4, 3, 2, 1, 0$

h_o = effekt av laktasjonsstadium, $o = 1, 2, 3, 4$

i_p = effekt av alder, $p = 2, 3, 4, 6, 7$

$e_{ijklmnopq}$ = tilfeldig feil

$P < 0,05$ regnes som statistisk sikker, mens verdier opp til $P < 0,10$ er oppgitt da dette indikerer en tendens. NS er brukt for $P > 0,10$.

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

*** $P < 0,001$

Ulik bokstav (^{a,b,c,d}) er signifikant forskjellig ($P < 0,05$).

Fremstilling av resultatene ble gjort i Excel.

4.0 Resultater

Det er varierende hvilke komponenter som ble tatt med i de ulike testene av de forskjellige forsøkene. Dette ble gjort grunnet svært varierende kvalitet på datamaterialet, samt varierende innhold.

4.1 Bioforsk Sæter 2006

Tabell 29 viser hvilke variabler i variansanalysen (GLM) som ga signifikant effekt på grovfôropptaket i forsøket. Lammingstidspunkt hadde signifikant betydning ($P < 0,05$) for grovfôropptaket etter lamming. Grovfôrtype hadde betydning ($P < 0,05$) både før og etter lamming. De signifikante resultatene er vist i Figur 2 og 3.

Tabell 29. Effekt av variablene blokk, fôr, antall foster, antall lam, uker for og uker etter lamming på grovfôropptaket hos søyene i forsøket i 2006.

Variabler	Før lamming	Etter lamming
N ⁽¹⁾	48	36
Grovfôrtype	***	***
Lammingstidspunkt	NS	**
Antall foster/ antall lam	NS	NS
Drektighetsstadium/laktasjonsuke	NS	NS

⁽¹⁾Antall observasjoner

*** $P < 0,001$

** $P < 0,01$

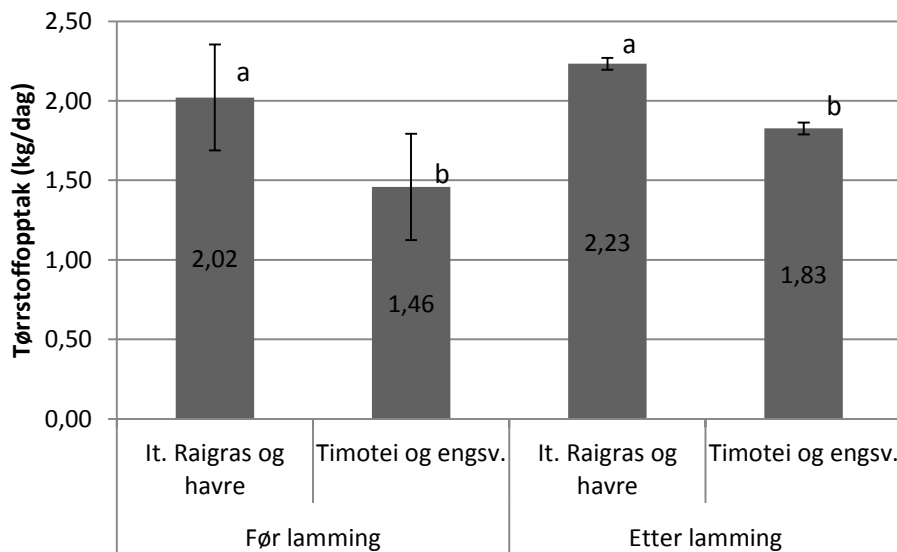
Før lamming viste det seg at søyene i blokk 2 hadde det største grovfôropptaket. Variasjonen mellom blokkene var små (fra 1,70 kg TS til 1,78 kg TS). Blokk 1 hadde det laveste grovfôropptaket. Resultatet ga ingen signifikant effekt.

Antall foster ga ingen signifikant effekt, hverken før eller etter lamming. Søyene med to foster hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,75 kg TS, mens de med tre foster hadde 1,72 kg TS.

Etter lamming ga antall diende lam heller ingen signifikant effekt på opptaket og det var registrert nøyaktig like høyt grovfôropptak. Opptaket var høyere enn før lamming (2,03 kg TS). Drektighetsstadium ga ingen signifikant effekt. Det var en svak nedgang i grovfôropptak fra 1,78 kg TS i uke 5 før lamming til 1,69 kg TS i lammingsuka. Laktasjonsstadium ga heller ingen signifikant effekt på grovfôropptaket.

4.1.1 Grovfôrtype

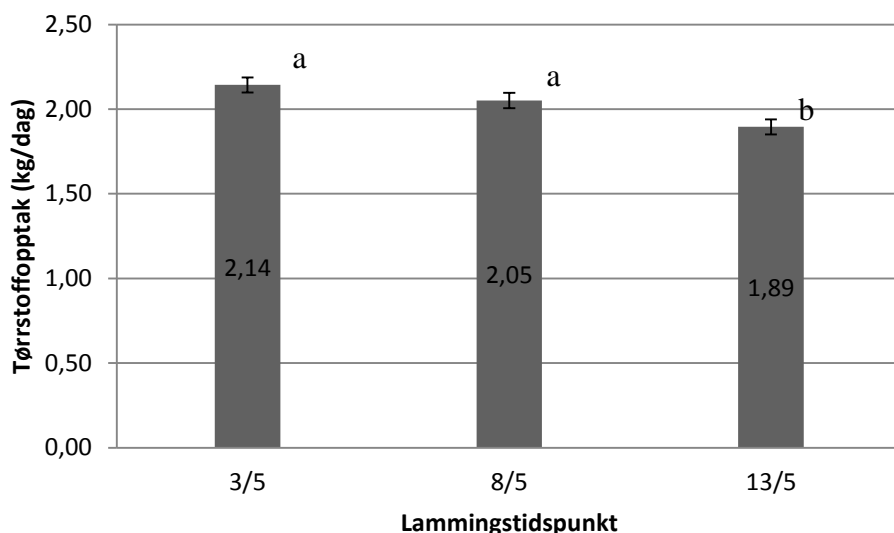
Figur 2 viser tørrstoffopptaket fra de to surfôrtypene før og etter lamming. Søyene som fikk tildelt forsøksfôret (italiensk raigras og havre) hadde høyere tørrstoffopptak fra grovfôret enn de som fikk kontrollfôret (timotei og engsvingel) både før og etter lamming ($P < 0,001$). Før lamming var opptaket av forsøksfôret 2,02 kg TS, mens opptaket av kontrollfôret var 1,46 kg TS. Etter lamming var opptaket av forsøksfôret 2,23 kg TS, mens opptaket av kontrollfôret var 1,83 kg TS. Grovfôropptaket var generelt høyere etter lamming og differansen mellom før og etter lamming var størst innen kontrollfôret.



Figur 2. Tørrstoffopptak fra de to surfôrtypene før og etter lamming.

4.1.2 Lammingstidspunkt

Lammingstidspunkt hadde signifikant effekt på grovfôropptaket etter lamming ($P < 0,01$). Søyene som lammet tidligst hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,14 kg TS (Figur 3). Dette var noe høyere enn søyene i blokk 2 som hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,05 kg TS, men denne forskjellen var ikke signifikant ($P = 0,15$). Søyene i blokk 3 hadde det laveste grovfôropptaket på gjennomsnittlig 1,89 kg TS. Dette var signifikant lavere enn søyene i blokk 1 ($P < 0,001$) og blokk 2 ($P < 0,05$).



Figur 3. Tørrstoffopptak etter lamming ved ulike lammingstidspunkter.

4.1.3 Sammenheng mellom grovfôropptak og kjemisk sammensetning av grovfôret

Opptaket av grovfôrtørrstoff var negativt korrelert med grovfôrets innhold av tørrstoff ($r = -0,39$, $P < 0,001$), NDF ($r = -0,86$, $P < 0,001$) og $\text{NH}_3\text{-N}$ ($r = -0,78$, $p < 0,001$) og positivt korrelert med CP ($r = 0,84$, $P < 0,001$), pH ($r = 0,68$, $P < 0,001$), sum syrer ($r = 0,88$, $P < 0,001$) og etanol ($r = 0,81$, $P < 0,001$) (Tabell 30).

Tabell 30. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom tørrstoffopptak og forskjellige kjemiske komponenter i grovfôret, før lamming.

	TS-opptak grovfôr	TS	NDF	CP	pH	Sum syrer	Etanol	$\text{NH}_3\text{-N}$
TS-opptak grovfôr	1,00							
TS	-0,39	1,00						
NDF	-0,86	0,77	1,00					
CP	0,89	-0,71	-0,98	1,00				
pH	0,68	-0,10	-0,49	0,48	1,00			
Sum syrer	0,88	-0,63	-0,95	0,98	0,36	1,00		
Etanol	0,81	-0,36	-0,72	0,71	0,96	0,60	1,00	
$\text{NH}_3\text{-N}$	-0,78	0,81	0,96	-0,97	-0,27	-0,96	-0,54	1,00

Det kommer frem av Tabell 31 at CP er den kjemiske parameteren som alene spiller størst rolle på grovfôropptaket før lamming ($R^2=0,80$). Deretter ble $\text{NH}_3\text{-N}$ tatt inn i testen, hvorav resultatet ble en forbedret forklaringsgrad ($R^2=0,91$). I det neste steget ble sum syrer tatt inn i testen. Deretter fjernet programmet CP, samtidig som pH ble tatt inn. $\text{NH}_3\text{-N}$ ble fjernet fra testen og NDF ble tatt inn. Forklaringsgraden økte med dette minimalt, men resultatet var fremdeles signifikant. Deretter var det ikke mulig å oppnå større R^2 .

Tabell 31. Lineære sammenhenger mellom tørrstoffopptak og kjemiske parametere i grovfôret (maximum R^2) før lamming.

Variabler	R^2	P
CP	0,80	***
CP + $\text{NH}_3\text{-N}$	0,91	***
CP + $\text{NH}_3\text{-N}$ + Sum syrer	0,92	***
$\text{NH}_3\text{-N}$ + Sum syrer + pH	0,93	**
Sum syrer + pH + NDF	0,93	**
Sum syrer + pH + NDF + Etanol	0,93	NS
Sum syrer + pH + Etanol + CP	0,93	NS
Sum syrer + pH + Etanol + CP + NDF	0,93	NS

*** $P < 0,001$

** $P < 0,01$

Opptaket av grovfôrtørrstoff var negativt korrelert med grovfôrets innhold av NDF ($r = -0,82$, $P < 0,001$) og $\text{NH}_3\text{-N}$ ($r = -0,76$, $P < 0,001$) og positivt korrelert med CP ($r = 0,71$, $P < 0,001$), pH ($r = 0,74$, $P < 0,001$) og sum syrer ($r = 0,48$, $P < 0,001$). TS og etanol var ikke signifikant (Tabell 32).

Tabell 32. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom tørrstoffopptak og forskjellige kjemiske komponenter i grovfôret, etter lamming.

	TS-opptak grovfôr	TS	NDF	CP	pH	Sum syrer	Etanol	$\text{NH}_3\text{-N}$
TS-opptak grovfôr	1,00							
TS	-0,29	1,00						
NDF	-0,82	0,72	1,00					
CP	0,71	-0,83	-0,98	1,00				
pH	0,74	-0,83	-0,98	0,98	1,00			
Sum syrer	0,48	-0,94	-0,86	0,95	0,90	1,00		
Etanol	0,31	-0,97	-0,75	0,86	0,82	0,98	1,00	
$\text{NH}_3\text{-N}$	-0,76	-0,01	0,63	-0,54	-0,46	-0,32	-0,13	1,00

Tabell 33 viser resultatene av den multiple regresjonsanalysen for hvilke parametere som spiller størst rolle for fôropptaket etter lamming. NDF var den kjemiske komponenten som

sett alene spilte størst rolle for søyas grovfôropptak etter lamming ($R^2 = 0,66$). Deretter ble etanol inkludert i testen og forklaringsgraden økte ($R^2 = 0,88$). NDF ble tatt ut, og $\text{NH}_3\text{-N}$ inkludert, sammen med etanol og sum syrer, noe som ga signifikant resultat, men forklaringsgraden økte ikke.

Tabell 33. Lineære sammenhenger mellom tørrstoffopptak og kjemiske parametere i grovfôret (maximum R^2) etter lamming.

Variabler	R^2	P
NDF	0,67	***
NDF + Etanol	0,88	***
NDF + Etanol + Sum syrer	0,88	NS
Etanol + Sum syrer + $\text{NH}_3\text{-N}$	0,88	***

*** $P < 0,001$

4.3 Forsøk S-156

Tabell 34 viser hvilke variabler i variansanalysen (GLM) som ga signifikant effekt på grovfôropptaket i forsøket. Samtlige av variablene som ble tatt med i testen ga signifikante resultater. Disse resultatene er fremstilt i Figurene 4 til 7.

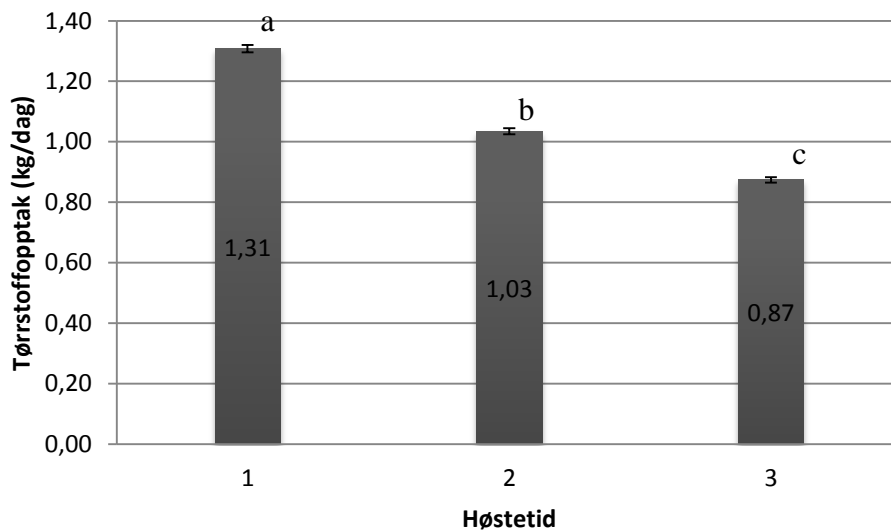
Tabell 34. Effekt av variablene høstetid, samspill mellom høstetid og kraftfôr, kjønn og rase på grovfôropptaket hos lammene.

Variabler	P
N ⁽¹⁾	663
Høstetid	***
Høstetid*kraftfôr	***
Kjønn	***
Rase	***

⁽¹⁾ Antall observasjoner

4.3.2 Høstetid

Grovfôrets høstetid ga signifikant effekt på grovfôropptaket ($P < 0,001$). Figur 4 viser at lammene som fikk grovfôr av høstetid 1 hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,31 kg TS mot henholdsvis 1,03 og 0,87 kg TS for høstetid 2 og 3.

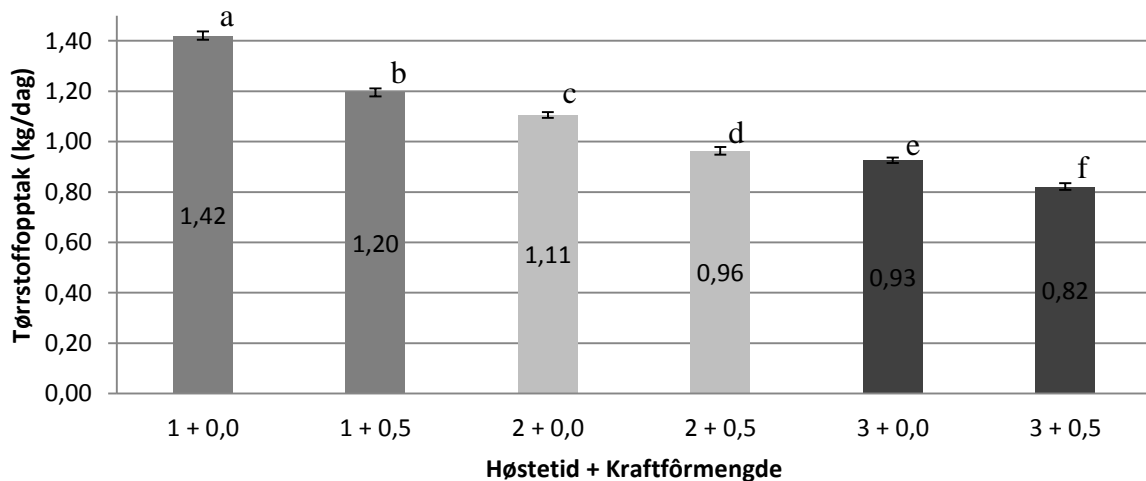


Figur 4. Tørrstoffopptak fra grovfôr ved ulike høstetider

4.3.3 Kraftfôr

Kraftfôr ga signifikant effekt på grovfôropptaket hos lammene ($P < 0,001$). Figur 5 viser at grovfôropptaket var størst hos lammene som fikk grovfôr av høstetid 1. Lammene som fikk grovfôr av høstetid 1 og ingen tildeling av kraftfôr hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,42 kg TS. Lammene på samme grovfôr som fikk kraftfôr hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,20 kg TS. Lammene på grovfôr av høstetid 2 og ingen tildeling av grovfôr hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,11 kg TS. Av de som fikk samme grovfôret, men med kraftfôr var gjennomsnittlig grovfôropptak på 0,96 kg. Lammene som fikk grovfôret av høstetid 3, uten tildeling av kraftfôr hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 0,95 kg TS. De som fikk kraftfôr med samme grovfôret hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 0,57 kg TS. Differansene innen høstetider, med eller uten kraftfôr var signifikante ($p < 0,001$), det var også differansene mellom høstetidene med og uten kraftfôr ($p < 0,001$).

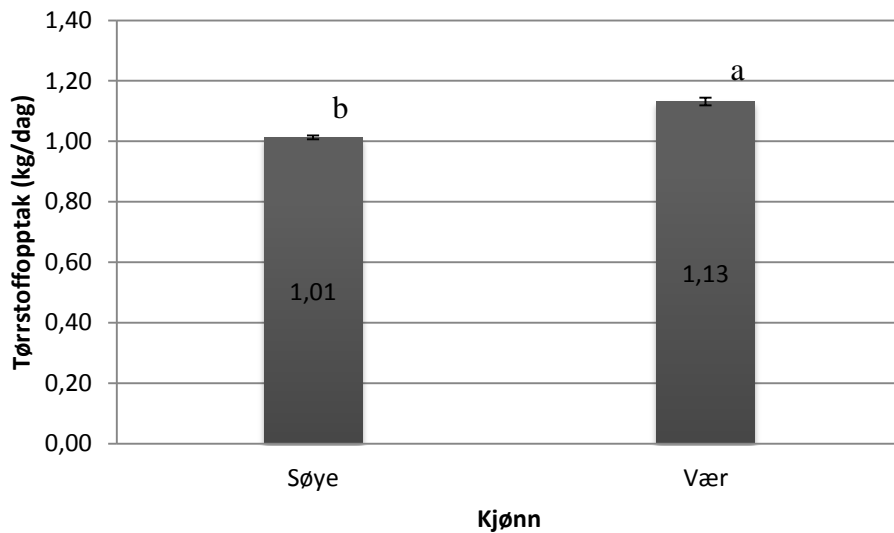
Det kommer frem av figuren at uavhengig av grovfôrets høstetid, har lammene som ikke får tildelt kraftfôr signifikant størst grovfôropptak.



Figur 5. Tørrstoffopptak fra grovfôr ved ulik høstetid og kraftfôrtildeling.

4.3.4 Kjønn

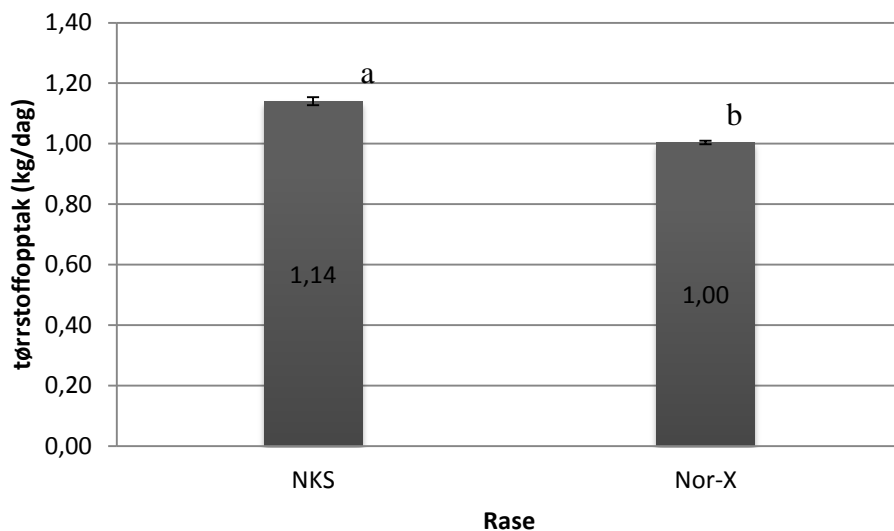
Værlammene hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,13 kg TS, mens søyelammene hadde et gjennomsnittlig opptak på 1,01 kg TS (Figur 6). Differansen var signifikant ($P < 0,001$).



Figur 6. Tørrstoffopptak fra grovfôr, forskjeller mellom kjønn.

4.3.5 Rase

Lam av rasen Norsk Kvit Sau hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,14 kg TS, mens lam av rasen Nor-X hadde gjennomsnittlig opptak på 1,00 kg TS. Differansen var signifikant ($P < 0,001$).



Figur 7. Tørrstoffopptak fra grovfôr, forskjeller mellom Norsk Kvit Sau og Nor-X.

4.3.6 Sammenheng mellom grovfôropptak og kjemisk sammensetning av grovfôret, tilvekst og vekt

Opptaket av grovfôrtørrstoff var negativt korrelert med grovfôrets innhold av TS ($r = -0,12$, $P < 0,001$), NDF ($r = -0,72$, $P < 0,001$), pH ($r = -0,23$, $P < 0,001$), etanol ($r = -0,60$, $P < 0,001$) og $\text{NH}_3\text{-N}$ ($r = -0,27$, $p < 0,001$) og positivt korrelert med CP ($r = 0,70$, $P < 0,001$), fett ($r = 0,72$, $P < 0,001$) og sum syrer ($r = 0,53$, $P < 0,001$). I tillegg var opptaket av grovfôrtørrstoff positivt korrelert med vekt ($r = 0,28$, $P < 0,001$) og tilvekst ($r = 0,28$, $P < 0,001$) (Tabell 35).

Tabell 35. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom grovfôropptak og kjemisk innhold i grovfôret.

	TS-opptak grovfôr	Vekt	Tilvekst	TS	CP	NDF	Fett	pH	Sum syrer	Etanol	$\text{NH}_3\text{-N}$
TS-opptak grovfôr	1,00										
Vekt	0,28	1,00									
Tilvekst	0,28	0,10	1,00								
TS	-0,12	0,06	-0,11	1,00							
CP	0,70	0,21	0,41	-0,29	1,00						
NDF	-0,72	-0,17	-0,42	0,11	-0,97	1,00					
Fett	0,72	0,18	0,41	-0,17	0,97	-0,98	1,00				
pH	-0,23	0,22	-0,20	0,01	-0,14	0,23	-0,27	1,00			
Sum syrer	0,53	0,08	0,35	-0,51	0,74	-0,71	0,69	-0,18	1,00		
Etanol	-0,60	-0,19	-0,29	0,24	-0,67	0,67	-0,66	-0,05	-0,47	1,00	
$\text{NH}_3\text{-N}$	-0,27	-0,06	-0,16	0,01	-0,42	0,41	-0,51	0,47	0,13	0,13	1,00

I dette forsøket var det variabelen NDF i grovfôret som påvirket fôropptaket mest, dersom det bare tar hensyn til en variabel (R^2 0,52). Deretter ble etanol tatt inn som den neste variabelen som påvirket fôropptaket, sammen med NDF ble forklaringsgraden noe høyere (R^2 0,55). Deretter økte ikke forklaringsgraden (Tabell 36).

Tabell 36. Lineære sammenhenger mellom tørrstoffopptak og kjemiske parametere i grovfôret (maximum R^2).

Variabler	R^2	P
NDF	0,52	***
NDF + Etanol	0,55	***
NDF + Etanol + pH	0,55	NS
NDF + Etanol + pH + Fett	0,55	NS
NDF + Etanol + pH + Fett + CP	0,55	NS
NDF + Etanol + pH + Fett + CP + $\text{NH}_3\text{-N}$	0,55	NS
NDF + Etanol + pH + Fett + CP + $\text{NH}_3\text{-N}$ + Sum syrer	0,55	NS

*** $P < 0,001$

4.4 Forsøk S-157

Høstetid, kraftfôrnivå før lamming, alder, uker før- og uker etter lamming hadde signifikant betydning for grovfôropptaket. I tillegg var det tendens til effekt lammingstidspunkt ($P=0,056$) og antall foster/antall lam ($P=0,08$). Disse resultatene er fremstilt i Figurene 8 til 18.

Tabell 37. Effekt av variablene lammingstidspunkt, fôr, drektighetsstadium og laktasjonsstadium på grovfôropptaket hos søyene.

Variabler	Før lamming	Etter lamming
N ⁽¹⁾	120	95
Høstetid	***	**
Kraftfôrnivå	***	NS
Lammingstidspunkt	NS	NS
Alder	**	**
Drektighetsstadium/laktasjonsuke	**	***
Antall foster/antall lam	NS	NS

⁽¹⁾ Antall observasjoner

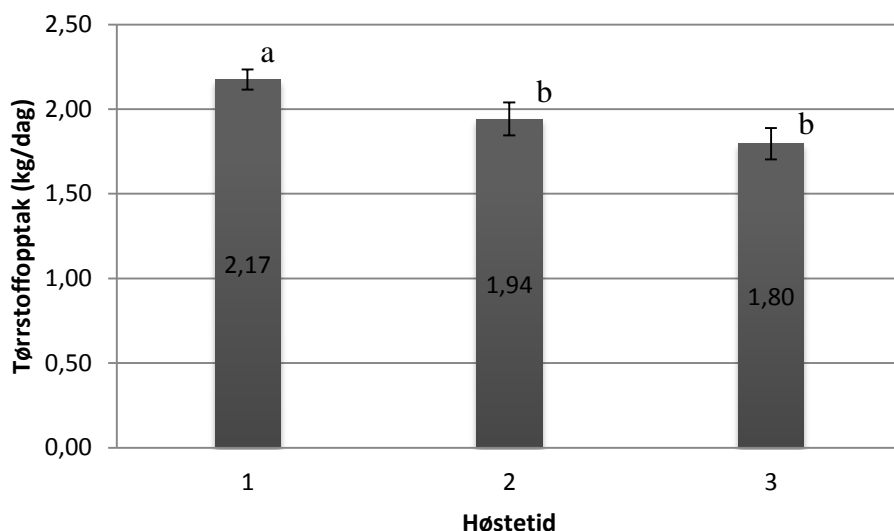
*** $P<0,001$

** $P<0,01$

Lammingstidspunkt viste ingen signifikant effekt på grovfôropptaket hos søyene etter lamming. Grovfôropptaket ble gradvis større fra det tidligste lammingstidspunktet (2,29 kg TS) til det nest siste (2,64 kg TS). Søyene som lammet sist hadde noe lavere grovfôropptak enn søyene med gjennomsnittlig lammingstidspunkt 11.04 (2,55 kg TS).

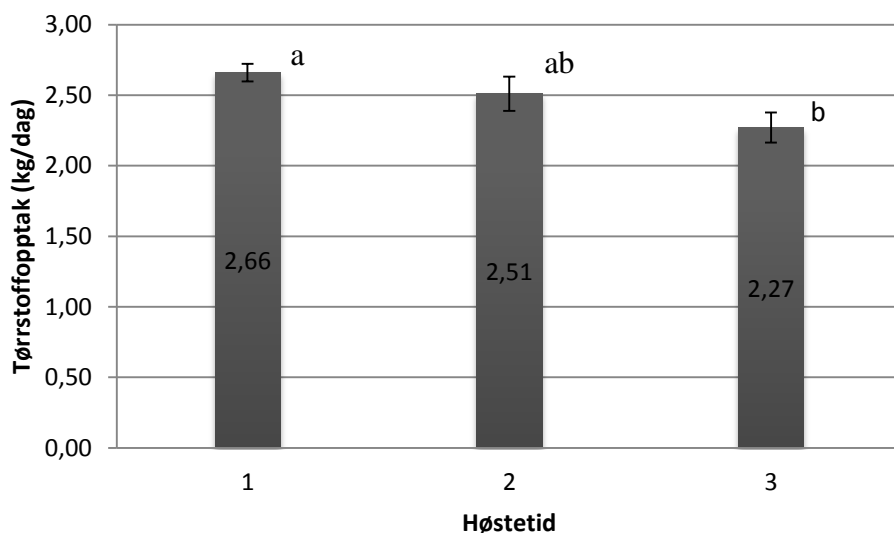
4.4.1 Høstetid

Søyene som fikk tildelt grovfôr fra høstetid 1 hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,17 kg TS, som var signifikant høyere ($P<0,05$) enn søyene på høstetid 2 som hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,94 kg TS. Søyene på høstetid 3 hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,80 kg TS, noe som var signifikant lavere enn ved høstetid 1 ($P<0,001$). Forskjellen i grovfôropptak ved høstetid 2 og 3 var ikke signifikant (Figur 8).



Figur 8. Tørrstoffopptak ved ulike høstetider før lamming.

Grovfôrets høstetid ga også signifikant effekt på søyenes grovfôropptak etter lamming ($P < 0,01$). Figur 9 viser at søyer som fikk grovfôr av høstetid 1 hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,66 kg TS, mens søyene som fikk grovfôr av høstetid 2 hadde et gjennomsnittlig opptak på 2,51 kg TS. Denne reduksjonen på 15 gram var ikke signifikant. Søyene som fikk grovfôr av høstetid 3 hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,27 kg TS, 24 gram lavere enn høstetid 2 og 39 gram lavere enn høstetid 1. Differansen mellom høstetid 1 og høstetid 3 var signifikant ($P < 0,001$).

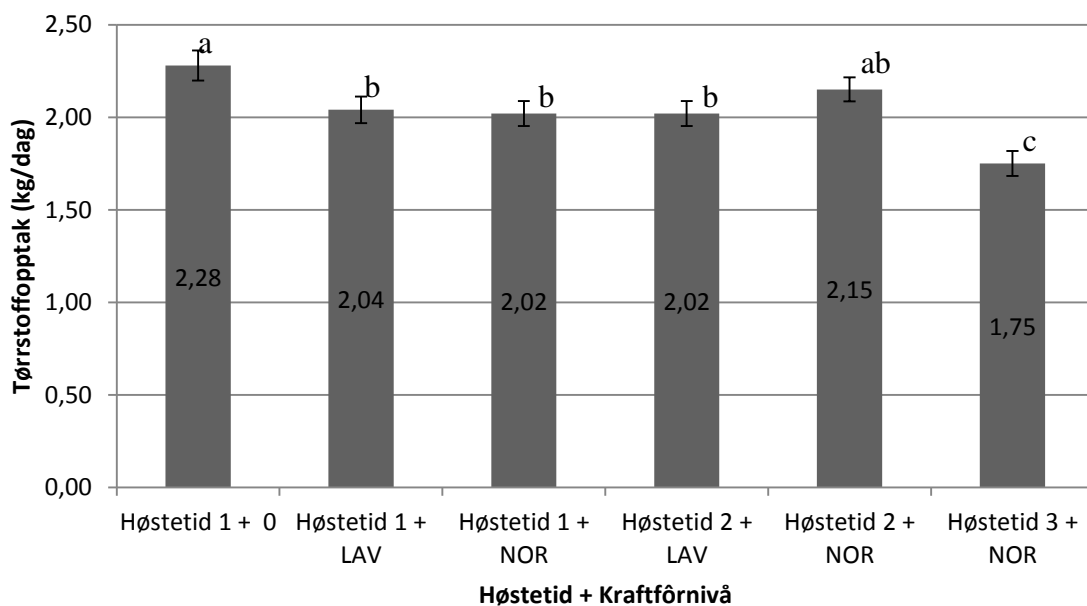


Figur 9. Tørrstoffopptak ved ulike høstetider etter lamming.

4.4.2 Kraftfôrnivå

Søyene som fikk grovfôr av høstetid 1 uten kraftfôr hadde det høyeste gjennomsnittlige grovfôropptaket med 2,28 kg TS (Figur 10). Søyene som fikk høstetid 1 med lavt (LAV) og normalt (NOR) kraftfôrnivå, samt de som fikk grovfôr av høstetid 2 med lavt kraftfôrnivå hadde nesten samme gjennomsnittlige grovfôropptak på 2,02 – 2,04 kg TS. Dette var signifikant lavere enn de som fikk høstetid 1 uten kraftfôr ($P < 0,05$).

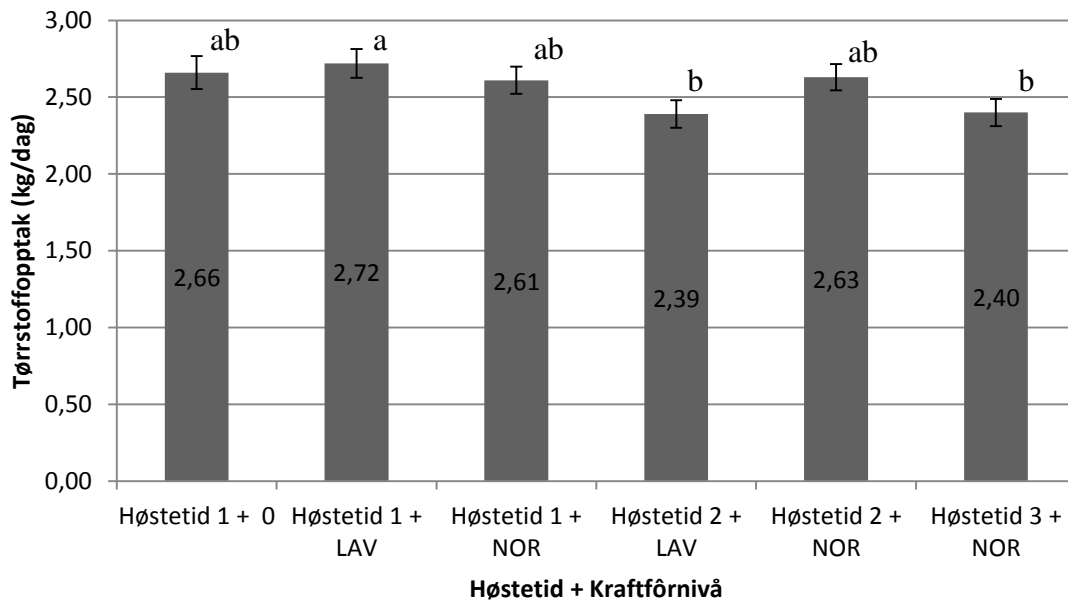
Søyene med grovfôr av høstetid 2 med normalt kraftfôrnivå hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,15 kg TS, men øningen var ikke signifikant. Søyene som fikk grovfôr av høstetid 3 hadde det signifikant laveste grovfôropptaket på gjennomsnittlig 1,75 kg TS ($P < 0,05$).



Figur 10. Grovfôropptak ved ulike høstetid og ulikt kraftfôrnivå før lamming.

Etter lamming var grovfôropptaket generelt høyere i forhold til før lamming, men resultatene viste kun en tendens til å ha effekt ($P = 0,058$). Søyene som fikk grovfôr av høstetid 1 uten kraftfôr hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,66 kg TS. Ved samme høstetid, men med lavt kraftfôrnivå var gjennomsnittlig opptak på 2,72 kg TS, som var det høyeste grovfôropptaket. Søyene som fikk normalt kraftfôrnivå med samme grovfôret hadde et gjennomsnittlig opptak på 2,61 kg TS. Ingen av disse differansene var signifikante. Søyene som fikk grovfôr av høstetid 2 med lavt kraftfôrnivå hadde gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,39 kg TS. Dette var signifikant lavere enn opptaket ved høstetid 1 og lavt kraftfôrnivå ($P < 0,05$). Søyene som fikk grovfôr av høstetid 2 med normalt kraftfôrnivå hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,63 kg TS, men denne differansen var ikke signifikant.

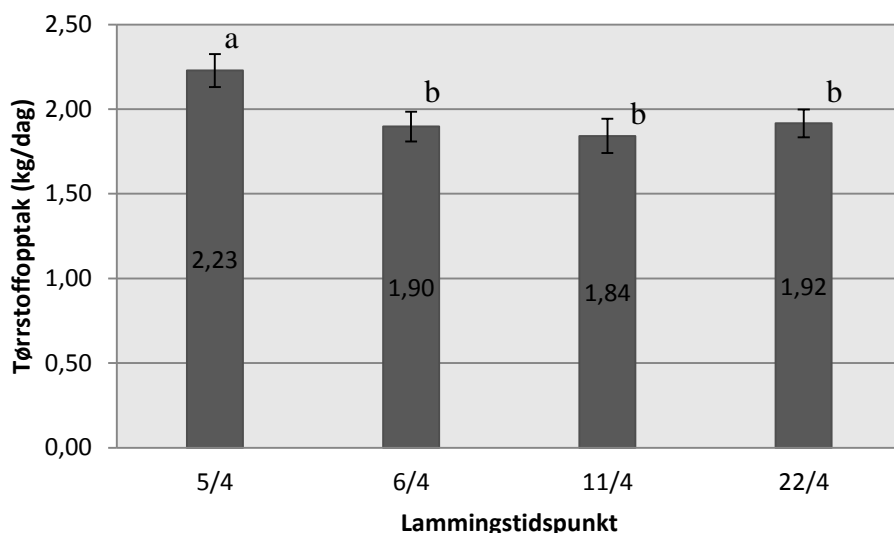
Søyene som fikk grovfôr av høstetid 3 og normalt kraftfôrnivå hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,40 kg TS, som var signifikant lavere opptak enn søyene som fikk grovfôr av høstetid 1 og lavt kraftfôrnivå ($P < 0,05$).



Figur 11. Grovfôropptak etter lamming ved ulike høstetid og ulikt kraftfôrnivå.

4.4.3 Lammingstidspunkt

Lammingstidspunkt viste ingen signifikant effekt, men en sterk tendens ($P = 0,056$), på grovfôropptaket hos søyene før lamming. Figur 12 viser at søyene med de ulike lammingstidspunktene hadde gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,23 kg TS ved lamming rundt 5/4, 1,90 kg TS ved lammingstidspunkt 6/4, 1,84 kg TS ved lammingstidspunkt 11/4 og 1,92 kg TS i blokk 4. Variansanalysen viste at søyene i blokk 1 hadde signifikant høyere opptak enn søyene i de resterende blokkene ($P < 0,05$).

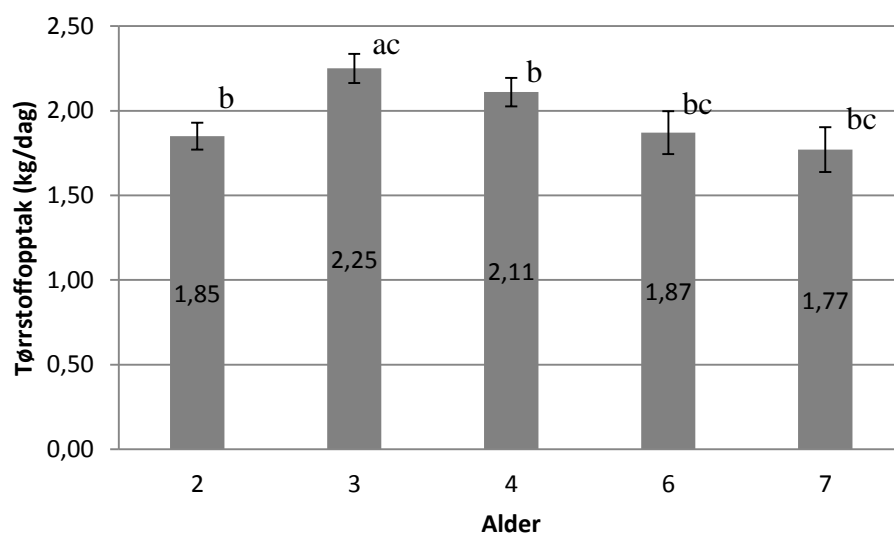


Figur 12. Tørrstoffopptak før lamming ved ulikt lammingstidspunkt.

4.4.4 Alder

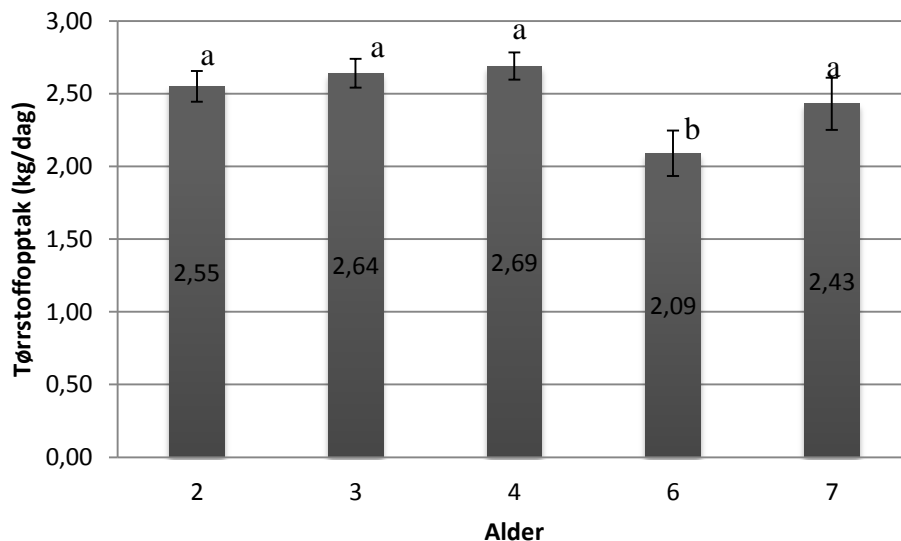
Søyas alder ga signifikant effekt på grovfôropptaket før lamming ($P < 0,01$) (Figur 13).

Toåringene hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 1,85 kg TS, mens treåringene hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,25 kg TS. Dette var signifikant høyere ($P < 0,001$). Søyene på 4 år hadde gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,11 kg TS. Reduksjonen fra 3 år var signifikant ($P < 0,01$). Ved 6- og 7 års alder reduseres opptaket ytterligere til 1,87 kg TS og 1,77 kg TS. Denne reduksjonen var ikke signifikant.



Figur 13. Tørrstoffopptak før lamming ved ulik alder.

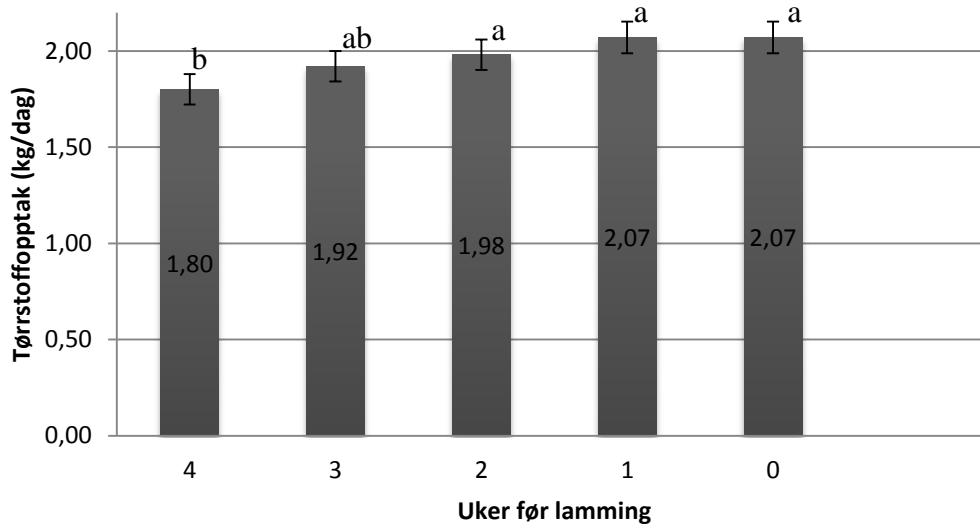
Søyas alder ga også signifikant effekt på grovfôropptaket etter lamming ($P < 0,01$). Figur 14 viser at grovfôropptaket økte opptil 4 års alder. Seksåringene hadde lavere opptak (2,09 kg TS) enn fireåringene. Denne reduksjonen var signifikant lavere enn samtlige av de yngre søyene ($P < 0,05$ ved 2 års alder, $P < 0,01$ ved 3 år og 4 års alder). Søyer som var 7 år gamle hadde et gjennomsnittlig grovfôropptak på 2,43 kg TS, men det var ikke signifikant forskjellig fra de andre aldrene.



Figur 14. Tørrstoffopptak etter lamming ved ulike alder.

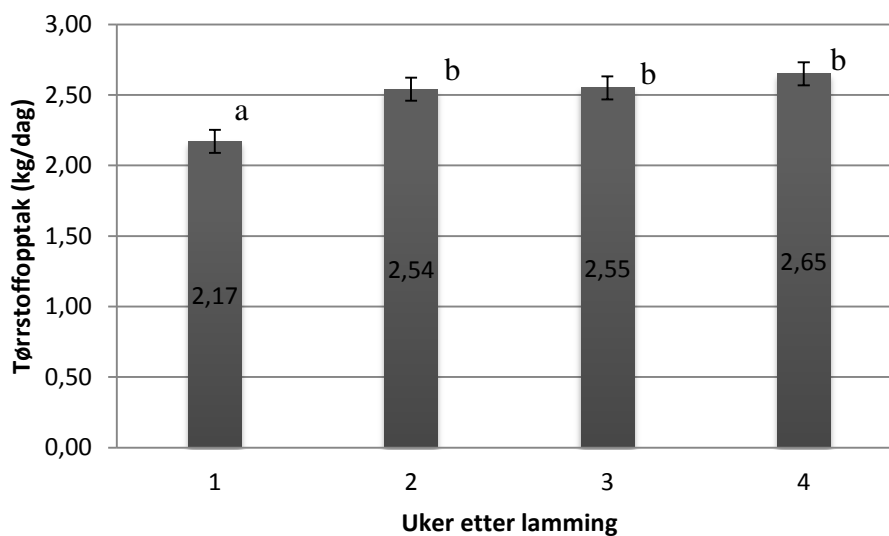
4.4.5 Drektighetsstadium/laktasjonsuke

Grovfôropptaket økte fra 4 uker før lamming og frem til uka søyene skulle lamme (Figur 15). I uke fire før lamming var det gjennomsnittlige grovfôropptaket 1,80 kg TS. Tre uker før lamming var det gjennomsnittlige grovfôropptaket 1,92 kg TS. To uker før lamming var det på 1,98 kg TS, mens en uke før lamming og i lammingsuka (uke 0) var det 2,07 kg TS. Økningen fra uke fire til uke null var signifikant ($P < 0,01$).



Figur 15. Tørrstoffopptak ved ulikt antall uker før lamming.

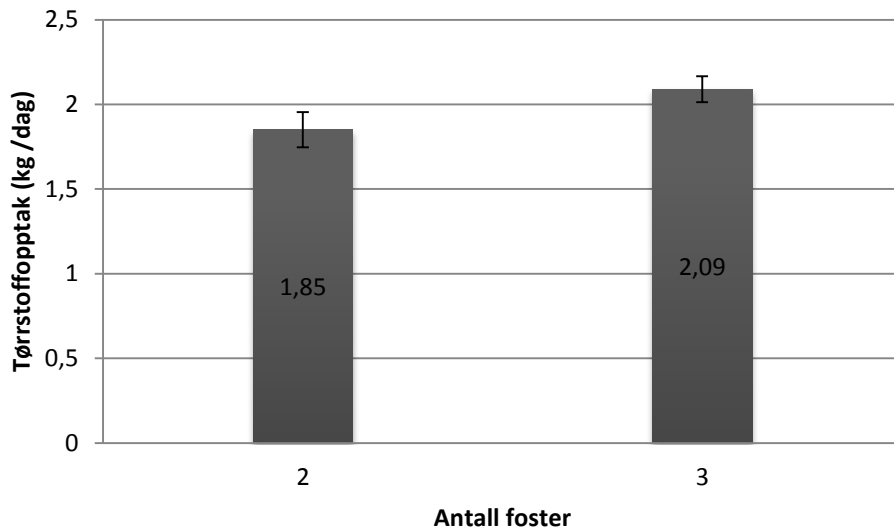
Laktasjonsuke hadde signifikant effekt på søyenes grovfôropptak ($P < 0,001$). Figur 16 viser at det gjennomsnittlige grovfôropptaket var 2,17 kg TS den første uka etter lamming. I laktasjonsuke to økte grovfôropptaket til 2,54 kg TS. Denne økningen var signifikant. Opptaket økte videre mot laktasjonsuke fire, men dett var ikke signifikant.



Figur 16. Tørrstoffopptak ved ulikt antall uker etter lamming.

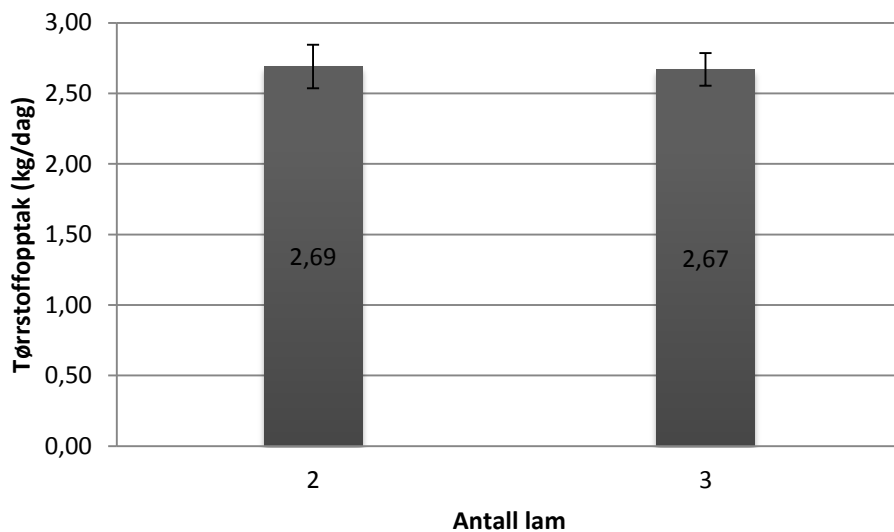
4.4.6 Antall foster/antall lam

Antall foster hadde ingen signifikant effekt på søyenes grovfôropptak, men viste en tendens ($P=0,08$) til at grovfôropptaket var størst dersom søya bar på tre foster. Det gjennomsnittlige grovfôropptaket var 1,85 kg TS for søyer med to foster og 2,09 kg TS for søyer med tre foster (Figur 17).



Figur 17. Tørrstoffopptak ved to eller tre foster.

Antall diende lam ga heller ingen signifikant effekt på søyas grovfôropptak (Figur 18), men det var en tendens til at søyene med to lam hadde høyere opptak enn de med tre lam ($P=0,08$). Differansen var svært liten.



Figur 18. Tørrstoffopptak hos søyer med to eller tre diende lam.

4.4.7 Sammenheng mellom grovfôropptak og kjemisk sammensetning av grovfôret

Det var kun variabelen fett som var signifikant korrelert ($r=0,36$, $P<0,001$) med grovfôropptaket hos søyene før lamming (Tabell 38). Ellers var det en tendens til at NDF var negativt korrelert ($r = -0,16$, $P=0,07$) og at CP var positivt korrelert ($r=0,16$, $P=0,08$) med grovfôropptaket.

Tabell 38. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom grovfôropptak og kjemisk innhold i grovfôret før lamming.

	TS-opptak surfôr	TS	NDF	CP	Fett	pH	Sum syrer	Etanol	NH ₃ -N
TS-opptak surfôr	1,00								
TS	0,13	1,00							
NDF	-0,16	0,50	1,00						
CP	0,16	-0,45	-0,99	1,00					
Fett	0,36	-0,32	-0,71	0,72	1,00				
pH	0,02	0,76	0,70	-0,66	-0,41	1,00			
Sum syrer	0,11	-0,56	-0,82	0,84	0,67	-0,40	1,00		
Etanol	-0,05	0,32	0,92	-0,92	-0,44	0,63	-0,66	1,00	
NH ₃ -N	-0,11	0,10	0,48	-0,39	-0,09	0,56	0,03	0,51	1,00

Grovfôrets fettinnhold spilte størst rolle for grovfôropptaket hos søyene før lamming ($R^2=0,13$) (Figur 39). Deretter ble pH inkludert før NH₃-N ble tatt inn, hvilket førte til at forklaringsgraden økte noe ($R^2=0,21$). Deretter var det ikke mulig å oppnå forbedret forklaringsgrad. Generelt ga resultatene lave forklaringsgrader.

Tabell 39. Lineære sammenhenger mellom tørrstoffopptak og kjemiske parametere i grovfôret (maximum R^2).

Variabler	R^2	P
Fett	0,13	***
Fett + pH	0,16	*
Fett + pH + NH ₃ -N	0,21	**
Fett + pH + NH ₃ -N + NDF	0,22	NS
Fett + pH + NH ₃ -N + NDF + CP	0,22	NS
Fett + pH + NH ₃ -N + NDF + CP + Sum syrer	0,22	NS
Fett + pH + NH ₃ -N + NDF + CP + Sum syrer + Etanol	0,23	NS

*** $P<0,001$

** $P<0,01$

* $P<0,05$

Opptaket av grovførtørstoff var signifikant negativt korrelert med grovfôrets innhold av NDF ($r = -0,30$, $P < 0,001$) og etanol ($r = -0,25$, $P < 0,001$) og signifikant positivt korrelert med CP ($r = 0,20$, $P < 0,001$) og sum syrer ($r = 0,22$, $P < 0,001$). Det var også tendenser til at pH ($r = -0,20$, $P = 0,058$) og $\text{NH}_3\text{-N}$ ($r = -0,20$, $P = 0,06$) var negativt korrelert (Tabell 40).

Tabell 40. Korrelasjonskoeffisienter (r) mellom grovfôropptak og kjemisk innhold i grovfôret etter lamming.

	TS-opptak grovfôr	TS	NDF	CP	Fett	pH	Sum syrer	Etanol	$\text{NH}_3\text{-N}$
TS-opptak grovfôr	1,00								
TS	0,09	1,00							
NDF	-0,30	0,08	1,00						
CP	0,29	-0,16	-0,99	1,00					
Fett	0,06	-0,28	-0,33	0,34	1,00				
pH	-0,20	0,00	0,71	-0,71	-0,82	1,00			
Sum syrer	0,22	-0,50	-0,88	0,90	0,19	-0,45	1,00		
Etanol	-0,25	-0,22	0,64	-0,53	-0,15	0,35	-0,43	1,00	
$\text{NH}_3\text{-N}$	-0,20	-0,91	0,24	-0,13	0,17	0,15	0,19	0,60	1,00

Forklaringsgraden var generelt svært lav, men NDF var variabelen som alene hadde størst betydning på søyenes grovfôropptak etter lamming ($R^2 = 0,09$). Deretter var det ingen signifikant økning i forklaringsgrad (Tabell 41).

Tabell 41. Lineære sammenhenger mellom tørrstoffopptak og kjemiske parametere i grovfôret (maximum R^2).

Variabler	R^2	P
NDF	0,09	**
NDF + $\text{NH}_3\text{-N}$	0,11	NS
CP + $\text{NH}_3\text{-N}$	0,11	NS
CP + $\text{NH}_3\text{-N}$ + pH	0,11	NS
CP + $\text{NH}_3\text{-N}$ + pH + Fett	0,11	NS
CP + $\text{NH}_3\text{-N}$ + pH + Fett + Sum syrer	0,11	NS
NDF + $\text{NH}_3\text{-N}$ + pH + Fett + Sum syrer	0,11	NS

** $P < 0,01$

5.0 Diskusjon

5.1 Grovfôr – før lamming

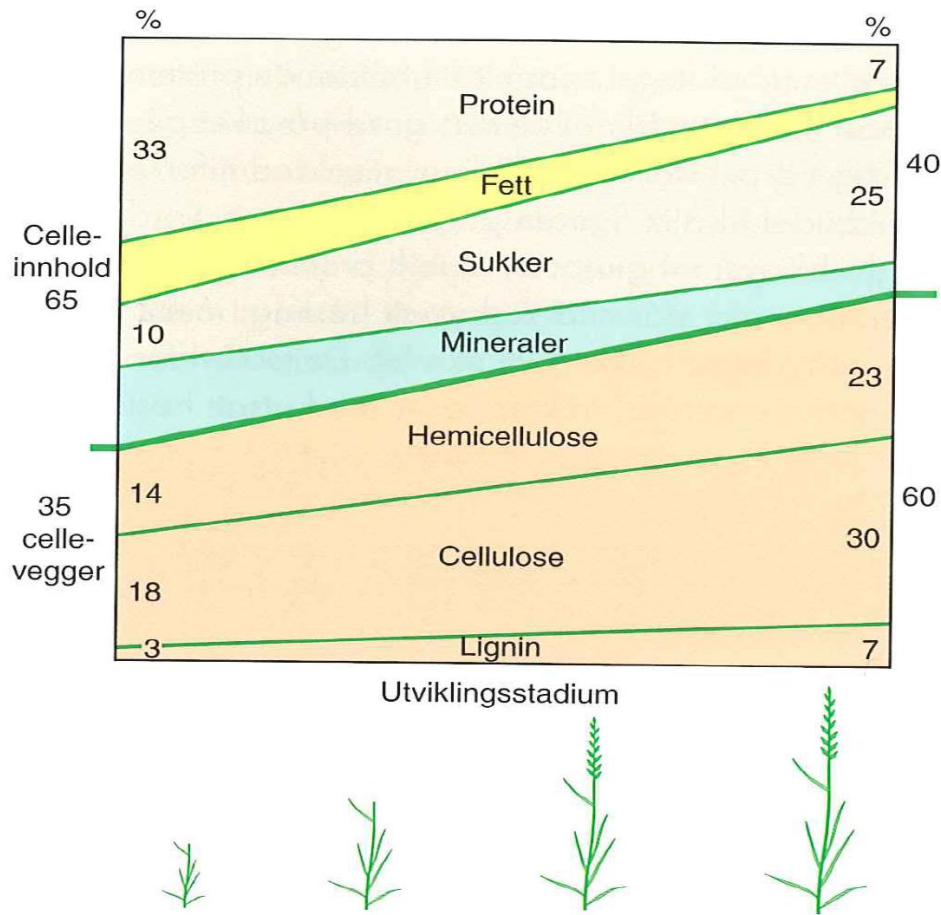
I forsøket “Bioforsk 2006” var det signifikant høyere opptak av forsøksfôret, som besto av italiensk raigras og havre. Dette grovfôret hadde lavere innhold av tørrstoff, høyere innhold av råprotein, lavere innhold av NDF, høyere pH, høyere innhold av sum syrer og lavere innhold av $\text{NH}_3\text{-N}$ enn kontrollfôret som bestod av gras av timotei og engsvingel. Resultatene samsvarte med korrelasjonene før lamming, mellom grovfôropptaket og kjemisk innhold i grovfôret. Disse korrelasjonene viste at tørrstoffinnhold, NDF og $\text{NH}_3\text{-N}$ virket negativt på tørrstoffopptaket, mens råprotein, pH, sum syrer og etanol virket positivt på opptaket.

I forsøk S-157 ga høstetid signifikant effekt på grovfôropptaket. Før lamming hadde søyene som fikk grovfôr av høstetid 1 signifikant høyere grovfôropptak enn de som fikk grovfôr av høstetid 2 eller 3. Grovfôret av høstetid 1 hadde høyest innhold av protein og fett, lavest innhold av NDF, lavest pH-verdi, lavest innhold av etanol og $\text{NH}_3\text{-N}$ av alle høstetidene. Dette samsvarer med korrelasjonene mellom grovfôropptaket og kjemisk innhold i grovfôret, før lamming. Fett var signifikant positivt korrelert med tørrstoffopptaket. Selv om dette var den eneste variabelen som var signifikant korrelert, viste NDF en tendens til å være signifikant negativt korrelert med opptaket, mens CP viste en tendens til å være positivt korrelert med tørrstoffopptaket.

Grunnet lavere NDF-innhold ved høstetid 1 i forsøk S-157, og i forsøksfôret for Bioforsk 2006, var det som forventet høyere opptak av disse grovfôrene, da NDF har vist å ha stor påvirkning av fôropptaket (Allen 1996; Avondo & Lutri 2004). Regresjonsanalysen viste midlertidig at det var innholdet av råprotein som hadde mest å si for grovfôropptaket før lamming ved forsøket fra Bioforsk i 2006. I følge Forbes (1995) vil fôropptaket kunne reduseres ved lave verdier av protein grunnet redusert aktivitet av vommas mikrober og dermed redusert fermentering av NDF. I S-157 var det innholdet av fett som hadde størst påvirkning for grovfôropptaket i følge regresjonsanalysen.

Resultatene fra forsøkene fra Bioforsk i 2006 og S-157 viser at NDF har mindre påvirkning på grovfôropptaket før lamming enn forventet. En årsak til dette kan være at kapasiteten for å fylle vomma ikke kan unyttes maksimalt på grunn av at fostrene tar opp plassen i bukhula (Cheeke 2005). En annen årsak kan være samspillet mellom de kjemiske komponentene i grovfôret. I Figur 19 kommer det frem at innholdet av fett og protein er høyest, samtidig som

at NDF-innholdet er lavest ved tidlig høstetid. Ved utsatt høsting reduseres innholdet av fett og protein, mens NDF innholdet øker. Dette kan tyde på at det faktisk var det lave NDF-innholdet i grovfôrtypene som påvirket grovfôropptaket.



Figur 19. Kjemisk innhold i graset ved ulike utviklingstrinn ((Mo 2005) etter Osbourn (1980).

5.2 Grovfôr – etter lamming

Resultatene fra forsøket “Bioforsk 2006” viste at søyene som fikk forsøksfôret også etter lamming hadde signifikant større grovfôropptak enn søyene som fikk kontrollfôret.

Korrelasjonene mellom grovfôropptaket og kjemisk innhold i grovfôret viste at det også etter lamming var signifikant negativ korrelasjon mellom grovfôropptak og innhold av NDF og $\text{NH}_3\text{-N}$. Det var signifikant positiv korrelasjon mellom grovfôropptaket og innholdet av råprotein, pH, og sum syrer. Tørrstoff hadde tendens til å korrelere negativt, mens etanol hadde tendens til positiv korrelasjon.

NDF hadde den sterkeste korrelasjonen til grovfôropptaket, noe som igjen bekreftes av den multiple regresjonsanalysen.

En annen årsak til at grovfôropptaket generelt var størst hos søyene som ble tildelt forsøksfôret kan være smakelighet. I følge Johansen & Todnem (2006b) har grovfôr av italiensk raigras og havre vist å gi høyere grovfôropptak hos sau. Raigras har naturlig lavt innhold av NDF, og er dermed et svært fordøyelig fôr noe som kan være årsaken til at opptaket av dette graset er stort.

I forsøket fra 2006 ble det etter lamming tatt ut 12 søyer for å ha som reservedyr. Uttaket av disse kan ha påvirket resultatene etter lamming da effekten av disse søyene ble borte. Det er da mulig at resultatet etter lamming ikke er sammenlignbart med før lamming.

Grovfôrets høstetid hadde også signifikant effekt på grovfôropptaket etter lamming hos søyene i S-157 forsøket. Opptaket var generelt høyere etter lamming, sammenlignet med før lamming, noe som var forventet grunnet økt energibehov og økt plass til vomma i bukhalen. Søyene som fikk grovfôret av høstetid 1 hadde det største grovfôropptaket. Grunnet lavt innhold av NDF samsvarte dette med det som ble forventet. Differansen mellom opptaket av høstetid 1 og høstetid 2 var ikke signifikant, mens differansen mellom høstetid 1 og høstetid 3 var signifikant. Grovfôret av høstetid 3 hadde det høyeste innholdet av NDF.

Regresjonsanalysen viste at NDF var den variabelen som alene spilte størst rolle for grovfôropptaket, og korrelasjonen mellom NDF og tørrstoffopptaket var den sterkeste negative korrelasjonen. CP og sum syrer var de variablene med sterkeste positiv korrelasjon til tørrstoffopptaket.

Grovfôrets høstetid ga signifikant effekt på grovfôropptaket hos lammene i forsøk S-156. Korrelasjonskoeffisientene viste at CP hadde en sterk positiv korrelasjon til grovfôropptaket. NDF var sterkt negativt korrelert til opptaket, noe som var forventet ut fra litteraturen og resultatet fra de andre forsøkene. Regresjonsanalysen viste at NDF var den variabelen som spilte størst rolle for grovfôropptaket.

Sauen er kjent for å være en ekspert på å selektere de plantedelene som smaker best og er mest næringsrike (Avondo & Lutri 2004). Ved svært tidlig høstet fôr består graset mest av blader og lettfordøyelige plantedeler (Mo 2005), noe som kan bidra til at det benyttes mindre tid til å selektere bort stengler og mindre fordøyelige plantedeler. Dette kan igjen ha ført til at lammene (og for så vidt også søyene) i dette tilfellet hadde mer effektiv etetid enn de som fikk av høstetid 3. Det skal likevel nevnes at med kuttelengde på grovfôret til ca 2-3 cm vil nok selekteringen vært minimal.

Resultatene tyder på at faktorene som påvirker grovfôropptaket er forskjellige ut fra om det er før eller etter lamming og at NDF har mest å si for grovfôropptaket etter lamming hos søyer. Etter lamming har søya mer plass til fôr i vomma, og dessuten et større fôrbehov, noe som da medfører økt opptak (ARC 1980; Cheeke 2005). Fordøyeligheten av fiberinnholdet kan også ha sammenheng med økt opptak av forsøksfôret (Miles et al. 1969). Som tidligere nevnt henger INDF- innholdet sammen med NDF-innholdet. Med økt NDF- innhold øker også mengden INDF som er ufordøyelig og dermed fører til stor fyllevirkning i vomma og lang oppholdstid (Baumont et al. 2000; Forbes 1995; Van Soest 1994). Dette igjen fører til redusert fôropptak (Allen 1996; Avondo & Lutri 2004; Cheeke 2005; Van Soest 1994). Dette gjelder også for lammene.

5.3 Vekt og tilvekst

Korrelasjonskoeffisientene mellom grovfôropptaket og vekt og tilvekst hos lam i S-156 forsøket, viste at både vekt og tilvekst var positivt korrelert med grovfôropptaket. Tilsvarende sammenhenger er funnet i tidlige forsøk (Baile & Forbes 1974; Forbes 1995; Lewis & Emmans 2010). Korrelasjonskoeffisientene viste at CP hadde en sterk positiv korrelasjon til grovfôropptaket, noe som kan ha sammenheng med at lam i vekst har behov for mye protein.

5.4 Kraftfôrnivå

Samspeilet mellom kraftfôrnivå og høstetid ga signifikant effekt på grovfôropptaket hos lammene i S-156. Jo tidligere grovfôret var høstet, jo høyere var opptaket, uavhengig av kraftfôrnivå. Grovfôropptaket var høyere dersom lammene ikke fikk tildelt kraftfôr, uavhengig av høstetiden på grovfôret, noe som var forventet på grunn av at substitusjonseffekten påvirker grovfôropptaket ved kraftfôrtilskudd. Dessuten var substitusjonseffekten tydelig større ved tidligere høstetid på grovfôret. Senere høstetid betyr, som tidligere nevnt, dårligere fordøyelighet og lavere energiinnhold. Substitusjonseffekten øker med økt næringsverdi i grovfôret (ARC 1980).

Søyenes diett hadde signifikant effekt på grovfôropptaket før lamming i S-157. Siden forsøket ikke var balansert kommer ikke substitusjonseffekten frem. Lavt og normalt kraftfôrnivå betyr ulike mengder kraftfôr i kg for tvilling- og trillingsøyene. Hadde forsøket vært balansert, med like kraftfôrmengder innen hver høstetid, forventes det at substitusjonseffekten hadde kommet frem slik som i S-156 forsøket.

5.5 Antall foster

I følge litteraturen vil antall foster søya gå drektig med påvirke fôropptaket (ARC 1980; INRA 1989; NRC 1985; NRC 2007). Det er forventet at søyer med flere foster har økt opptak på grunn av økt energibehov til fostervekst. Det forventes også at opptaket reduseres de siste ukene i drektigheta på grunn av at fostrene tar stor plass. I dette arbeidet viste antall foster kun en tendens til å være signifikant for grovfôropptaket. Søyene med tre foster hadde noe høyere grovfôropptak enn søyene med to foster. Det hadde vært interessant å testet samspeilet mellom høstetid, foster og drektighetsstadium.

5.6 Drektighetsstadium

I forsøk S-157 så grovfôropptaket ut til å øke helt frem til lamming. Denne økningen var signifikant. Forbes (1977) mener at fôropptaket vil øke fra og med uke 10 i drektigheta på grunn av økt næringsbehov. Fostrene vil etter hvert ta opp så mye plass i bukhulen at fôropptaket reduseres grunnet liten plass til vomma, noe som mest sannsynlig er årsaken til at opptaket reduseres fra fire uker mot lamming. Dette bekreftes av Forbes (1977) som mener at fôropptaket reduseres de siste tre ukene før lamming. Denne effekten vil være størst hos søyer med flere lam (Forbes 1995) og feite søyer (McNeill et al. 1998). Det er også foreslått at

reduksjon i fôropptak kan være relatert til østrogenutskillelse fra morkaka (placenta), da redusert fôropptak også er registrert hos søyer som ble gitt store mengder kraftfôr (Forbes 1971).

I S-157 var grovfôropptaket i uke fire før lamming signifikant lavere enn opptaket fra om med to uker før lamming. Dette samsvarer med Sheehan & Lawlor (1972) som fant stigende opptak fram mot lamming hos søyer med et foster, mens det var stabilt opptak fram mot lamming hos søyer med to foster. I det samme forsøket kom det fram at søyer med to foster hadde lavere opptak av surfôr mot lamming enn de med bare ett foster. Samspillet mellom antall foster og uker før lamming ble imidlertid ikke undersøkt i denne oppgaven.

5.7 Lammingstidspunkt

Lammingstidspunkt ga ikke signifikant effekt på grovfôropptaket hos søyene i “Bioforsk 2006” forsøket. Men tidlig lamming ga signifikant høyere grovfôropptak i perioden etter lamming sammenlignet med senere lamming.

For søyene i S-157 viste lammingstidspunkt ingen signifikant effekt på grovfôropptaket, hverken før eller etter lamming.

Årsaken til at lammingstidspunkt kan påvirke grovfôropptaket kan være temperaturforandringer, da våren fører til varmere vær. I følge Bailes & Forbes (1974), Forbes (1995) og Mc Donald et al. (2002) kan økning av omgivelsestemperaturen redusere fôropptaket, eventuelt at redusert omgivelsestemperatur øker energibehovet, og dermed også fôropptaket. I tillegg kan surfôr kvaliteten blitt dårligere utover våren på grunn av temperaturstigning, og dermed redusert opptaket på grunn av dårlig lukt og smak.

5.8 Laktasjonsuke

Ut fra litteraturen øker opptaket dels på grunn av økt energibehov på grunn av melkeproduksjon, og dels på grunn av at vomma får større plass til å utvide seg i bukhula (Cannas 2004; Forbes 1971; NRC 1985; NRC 2007). Søyene i S-157 var de eneste som hadde signifikant effekt av antall uker etter lamming. Det var forventet at grovfôropptaket økte etter lamming. Grovfôropptaket en uke etter lamming var signifikant lavere enn de resterende tre ukene etter lamming. Generelt var grovfôropptaket høyere etter lamming i forhold til før lamming.

5.9 Antall lam

Antall diende lam forventes å påvirke grovfôropptaket. Søyere med flere lam har større melkeproduksjon enn søyer med bare ett lam (INRA 1989). Derfor var det forventet at søyene med tre lam skulle ha høyere grovfôropptak enn søyene med to lam. I dette arbeidet viste resultatet en tendens til at antall lam var signifikant. Samtidig var det søyene med to lam som hadde det største grovfôropptaket. Årsaken til dette kan være at søyene med tre lam fikk tilført kraftfôr i større mengder enn de som hadde to lam, og dermed vil substitusjonseffekten påvirke grovfôropptaket. For å teste denne effekten kunne det vært interessant å sett på samspillet mellom høstetid og antall lam.

5.10 Alder

Søyas alder viste å ha signifikant effekt på grovfôropptaket både før og etter lamming. Før lamming hadde søyene som var 2 år signifikant lavere tørrstoffopptak enn søyene som var 3 år. Tannfelling starter rundt 2 års alder, noe som kan påvirke grovfôropptaket negativt (Vatn et al. 2008). Ved 4 års alder var grovfôropptaket signifikant lavere enn søyene som var 3 år gamle. Søyere ved 6 års alder hadde lavere opptak igjen, mens søyene på 7 år hadde det laveste opptaket. Differansen fra 4 til 7 år var ikke signifikant.

Dette tyder på at søyene blir dårligere til å ta opp fôr dess eldre de blir. Hos rein er dette et kjent problem. Økende alder reduserer reinenes fôropptak grunnet tannslitasje (Veiberg et al. 2007). Det kan være nærliggende å tro at dette kan gjelde for sauene også.

5.11 Rase

Rase ga signifikant effekt på tørrstoffopptaket fra grovfôr hos lammene. Lammene av rasen NKS hadde litt høyere tørrstoffopptak enn lammene av rasen Nor-X, noe som var overraskende. Nor-X var forventet å ha det største grovfôropptaket grunnet rask vekst og stor kroppsstørrelse (Forbes 1995; NRC 2007). NKS lammene var større da de ble satt inn i forøket, noe som dermed kan forklare dette. At rase kan påvirke fôropptaket kommer frem i utenlandske forsøk og det må tas hensyn til det genetiske materialet når det gjelder forskjeller i fôropptak, da ulike raser har ulikt opptak av det samme fôrmidlet (Lewis & Emmans 2010; Ramírez-Pérez et al. 2000).

5.12 Kjønn

Handyrene tar opp mer fôr grunnet økt vekst og økt kroppsstørrelse (Lewis & Emmans 2010; NRC 1985; NRC 2007). I S-156 hadde værlammene signifikant høyere grovfôropptak enn søyelammene.

5.13 Vurdering av de ulike beregningene av fôropptak

Fôropptaksberegningene som er gjennomgått i dette arbeidet har svært varierende innhold og fremgangsmåte for beregning av fôropptak. Felles for dem alle er at opptaket oppgis på tørrstoffbasis, med unntak av INRA som har utarbeidet en egen fylleenhet. Det er fordeler og ulemper med alle systemene som har blitt gjennomgått, men den største ulempen er at alle, med unntak av INRA, ikke tar hensyn til forhold ved fôret og dets fylleverdi. Dette er en viktig faktor som tas hensyn til ved beregning av fôrrasjoner til storfe i NorFor.

Det er ingen tvil om at NDF spiller en stor rolle når det gjelder fôropptakskapasiteten hos sauen. Avondo (2005) poengterte hvor viktig det er å ta hensyn til NDF-innholdet i rasjonen. Det ble presentert en rekke ligninger for opptaksberegning med hensyn til NDF innholdet. Disse ligningene ble summert opp til at følgende beregning kunne benyttes for å beregne reduksjonen (%) i opptak ut fra NDF-innholdet: $0,3102 + (0,0148 \times \text{NDF innholdet rasjonen})$.

Cornell har fire ligninger for beregning av fôropptak. Det er en stor fordel at det skilles mellom hvilket dyr det omhandler, for eksempel ei lakterende søye eller en vær. Det tas hensyn til levendevekt, tilvekst, drektighet og melkeproduksjon. Svakheter ved denne modellen er at det ikke tas hensyn til forhold ved fôret, drektighetsstadium, laktasjonsstadium, rase, antall foster, antall diende lam og heller ikke tilskuddsfôrmidler. Rase kan nok til dels kobles sammen med levendevekt, men det er tidligere i dette arbeidet poengtert at ulike raser har ulik kroppssammensetning som også kan påvirke fôropptaket (Avondo & Lutri 2004). Melkemengde og melkas kjemiske innhold er en viktig faktor i ligningen for lakterende søyer. Dette har nok fokus på grunn av at sauen holdes for melkeproduksjon til fremstilling av ost. Dette er en problemstilling som er lite aktuell i Norge. Tørrstoffopptaket i ligningene gjelder for hele rasjonen, da det ikke skilles mellom kraftfôr og grovfôrtildeling.

INRA er det mest avanserte systemet av de som er gjennomgått her. En stor fordel med dette systemet er at det både tas hensyn til forholdene ved dyret og forholdene ved fôret som påvirker fôropptaket hos sauene. Det tas også hensyn til tilskuddsfôrmidler og beregningene av fôropptak oppgis først og fremst for grovfôret, deretter hvor mye av næringsbehovet som må dekkes av kraftfôr. Det tas hensyn til substitusjonseffekten ved bruk av kraftfôr. INRA systemet legger også vekt på at det skal oppnås høyest mulig fôropptak ved å benytte minst mulig tilskuddsfôr. I dette systemet er det utarbeidet et referansefôr med kjemisk innhold som tilsvarer en SFU i fylleverdi. Dette er dog et fôr bestående av beitegras med svært lavt innhold av celleveggstoffer og høyt innhold av protein og energi. Opptakskapasiteten til dyret baseres på dyrets levendevekt, hold, kullvekt, antall lam, melkemengde, tilvekst hos lam og fysiologisk stadium. Faktorene som benyttes for å ta hensyn til dette ikke er oppgitt, men inngår i dataprogrammet INRAtion. Det tas ikke hensyn til kjønn og vekst hos åringer, noe som også er en ulempe. Det bør nevnes at disse beregningene er på individuelt nivå. Dette er lite aktuelt i saueholdet, da sauene går i grupper. God gruppering av dyr i de ulike fysiologiske stadiene og vektgrupper er viktig for at beregningene skal bli så riktige som mulig.

Systemet som benyttes av NRC består av tabellverdier for tørrstoffopptak. Bak disse tabellverdiene er det en fôrrasjon med egenskaper og innhold av kjemiske komponenter som sannsynligvis er satt inn i ei ligning, men som er ukjent for leseren. Dette er en stor ulempe, da en ikke kan tilpasse systemet etter andre forutsetninger. En fordel er at dyregruppene er svært godt inndelt. Alle dyr har en tabellverdi ut fra om det er en vær, et slaktelam, en ungvær, ei voksen søye eller en åring. For søyene er det tabellverdier for vedlikeholdsføring, tiden rundt parring, om dyret er drektig og da hvor langt ut i drektigheta, antall foster, laktasjonsstadium og antall diende lam. Hos åringer og lam i vekst (også slaktelam) tas det hensyn til ulik tilvekst. Det tas også hensyn til om rasen er tidlig eller seint utvokst. Værene har ulikt opptak ut fra hvorvidt det er parring eller vedlikeholdsføring. Dyregruppene er altså godt representert, men allikevel er det for lite opplysninger om fôrmidlene til at dette er et godt system å benytte.

ARC har også utarbeidet tabellverdier, men i dette systemet opplyses det om hvilke faktorer som tas med i disse verdiene. Det tas hensyn til om fôrmidlene er grove, fine eller om det er surfôr. Rasjonens energikonsentrasjon, levendevekt og kraftfôrandel ligger til grunn for

ligningene som benyttes for å beregne fôropptaket. Det tas også hensyn til substitusjonseffekten. Oversikten over tørrstoffopptaket de siste 12 ukene før lamming, samt tabellen med ulik melkemengde (Tabell 26 og 28) viser at tørrstoffopptaket reduseres ved økt energikonsentrasjon i rasjonen. Dette er et eksempel på metabolsk regulering, da det i rasjonene med høy energikonsentrasjon mest sannsynlig består av mye kraftfôr, dermed reduseres opptaket selv om at den fysiske reguleringa ikke er utnyttet maksimalt. Dette er situasjoner som mest sannsynligvis ikke oppstår under norske forhold.

Ulempen med dette systemet er at ligningen for surfôr er svært enkel. Her tas det ikke hensyn til noen faktorer ved surfôret som påvirker opptaket, for eksempel kjemisk innhold eller kraftfôrnivå. Andre ulemper er at det generelt ikke tas hensyn til kjønn i dette systemet og faktorene som ligger bak ved antall foster, antall diende lam og melkeproduksjon opplyses ikke.

Ut fra arbeidet med denne oppgaven er det klart at fôropptaksberegninger for sau bør baseres på norske forsøk som har til hensikt å undersøke hvilke faktorer som påvirker grovfôropptaket hos sauen, og hvor høye opptak det er mulig å oppnå ved ulike forutsetninger. Norske fôrmidler og forhold generelt som tilsvarer saueproduksjonen her til lands bør ligge til grunn for disse undersøkelsene. Ved utarbeidelse av NorFor ble nettopp dette gjort, noe som har ført til avanserte ligninger i dette systemet for å beregne fylleverdien til en gitt rasjon (Volden et al. 2011).

6.0 Konklusjon

Formålet med denne oppgaven var å se på hvilke faktorer som påvirker grovfôropptaket hos sau, samt å finne ut hva som trengs for å utarbeide beregninger for forventet grovfôropptak i Norge.

Resultatet av mine undersøkelser har vist at det er flere faktorer som spiller inn på grovfôropptaket hos sauene dersom den fôres etter appetitt:

- NDF-innholdet påvirker grovfôropptaket hos sau, både i form av grovfôrets høstetid og den botaniske sammensetningen av grovfôret. Tidlig høsting og gras og andre vekster med lavt NDF-innhold fører til økt opptak.
- Lammingstidspunkt kan påvirke grovfôropptaket med hensyn til omgivelsestemperatur og grovfôrkvaliteten.
- Drektighetsstadium og laktasjonsstadium påvirker grovfôropptaket
- Antall foster og antall lam kan ha en tendens til å ha effekt på grovfôropptaket
- Alder kan påvirke grovfôropptaket, både i forbindelse med tannfelling og slitasje ved økt alder.
- Kraftfôrtildeling påvirket grovfôropptaket hos lammene i form av substitusjonseffekten i forhold til grovfôrkvaliteten.
- Rase viste ingen signifikant effekt på grovfôropptaket hos lam
- Værer hadde større grovfôropptak enn søyene

Ut fra dette arbeidet konkluderes det med at en fremtidig norsk grovfôropptaksberegning bør inneholde disse faktorene:

- Dyrets opptakskapasitet, da med hensyn til rase, kroppsstørrelse (vekt), tilvekst, alder, antall foster, antall diende lam, drektighetsstadium og laktasjonsstadium
- Grovfôrets kjemiske innhold, spesielt med hensyn til innholdet av NDF, fordøyelighet av organisk stoff, energiinnhold, proteininnhold, gjæringskvalitet og botanisk sammensetning (i hvert fall gras vs. belgvekster). Det må også tas hensyn til tørrstoffinnhold og substitusjonseffekt ved tildeling av andre fôrmidler.

Av de allerede eksisterende fôropptaksberegningene vil jeg anbefale at fremgangsmåten til INRA blir sett nærmere på. Dette er et avansert system som tar hensyn til mange faktorer, og det er ingen tvil om at mange faktorer må tas hensyn til. NorFors fremgangsmåte for å beregne fylleverdi av rasjonen ligner på INRAs beregninger og det bør forsøkes å tilpasse noe lignende til sau.

7.0 Litteratur

- Allen, M. S. (1996). Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, 74 (12): 3063-3075.
- ARC. (1980). *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock: Commonwealth Agricultural Bureaux*. 351 s.
- Avondo, M. & Lutri, L. (2004). Feed Intake. I: Pulina, G. (red.) *Dairy Sheep Nutrition*, s. 65-75: CABI Publishing.
- Avondo, M. (2005). Prediction of feed intake in the Italian dairy sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 4: 35-44.
- Baile, C. A. & Forbes, J. M. (1974). Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiological Reviews*, 54: 160-214.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M. & Morand-Fehr, P. (2000). How forage characteristics influence behavior and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Science*, 64 (1): 15-28.
- Blaxter, K. L., Wainman, F. W. & Wilson, R. S. (1961). The regulation of food intake by sheep. *Animal Production*, 3: 51-61.
- Bøe, K. E. & Andersen, I. L. (2010). Competition, activity budget and feed intake of ewes when reducing the feeding space. *Applied Animal Behaviour Science* 125: 109-114.
- Cannas, A. (2004). Feeding of Lactating Ewes. I: Pulina, G. (red.) *Dairy Sheep Nutrition*, s. 222: CABI Publishing.
- Cannas, A., Tedeschi, L. O., Fox, D. G., Pell, A. N. & Van Soest, P. J. (2004). A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *Journal of Animal Science*, 82: 149-169.
- Cheeke, P. R. (2005). *Applied Animal Nutrition: Feeds and Feeding*. 3rd utg.: Pearson Prentice Hall. 604 s.
- Dulphy, J. P. & Demarquilly, C. (1994). The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. *Livestock Production Science*, 39 (1): 1-12.
- Eknæs, M. (2008). S-157. Fôring av voksne søyer rundt lamming med surfôr høsta til ulik tid og med lite eller "vanlig" mengde kraftfôr, våren 2008. Versjon 29.03.2008.
- Eknæs, M., Randby, Å. T., Avdem, F., Eikanger, K., Gjøstein, H., Nørsgaard, P., Garmo, T. H., Prestløkken, E. & Dønnem, I. (2009a). Slutfôring av lam - på surfôr eller kraftfôr? *Husdyrforsøksmøtet 2009*: 195-198.

- Eknæs, M., Randby, Å. T. & Nørgaard, P. (2009b). Effects of grass silage maturity and level of concentrate in ewes in late gestation and early lactation on feed intake, blood energy metabolites and the performance of their lambs. *Ruminant physiology*.
- Forbes, J. M. (1971). Physiological changes affecting voluntary food intake in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society* 30: 135-142.
- Forbes, J. M. (1977). Interrelationships between physical and metabolic control of voluntary food intake in fattening, pregnant and lactating mature sheep: a model. *Animal Production*, 24: 91-101.
- Forbes, J. M. (1995). *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*: CAB INTERNATIONAL. 532 s.
- Gengler, W. R., Martz, F. A., Johnson, H. D., Krause, G. F. & Hahn, L. (1970). Effect of temperature on food and water intake and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*, 53: 434-437.
- Gjefsen, T. (2007). Fôring av sau. I: *Fôringslære*, s. 336: Tun Forlag.
- Hadjigeorgioua, I., Dardamanib, K., Goulasb, C. & Zervas, G. (2000). The effect of water availability on feed intake and digestion in sheep. *Small Ruminant Research*, 37 (1-2): 147-150.
- Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J. I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkila, T. & Nousiainen, J. (2002). Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock Production Science*, 73: 111-130.
- INRA. (1989). Intake: The fill unit system. I: Jarrige, R. (red.) *Ruminant Nutrition: recommended allowances and feed tables*, s. 389. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique John Libbey Eurotext London Paris.
- Johansen, A. & Todnem, J. (2006a). Forsøksplan for fôringsforsøk med sau ved Sæter fagsenter våren 2006-03-22.
- Johansen, A. & Todnem, J. (2006b). Italiensk raigras som kvalitetsfôr til sau (og storfe). *Bioforsk Rapport*, 1: 21.
- Johansen, A. & Todnem, J. (2007). Surfôr av italiensk raigras/havre til tvilling og trillingsøyer - effekt på fôropptak, tal levandefødde lam og tilvekst etter fødsel. *Bioforsk Rapport* 2(163): 17 s.
- Lewis, R. M. & Emmans, G. C. (2010). Feed intake of sheep as affected by body weight, breed, sex, and feed composition. *Journal of Animal Science*, 88: 467-480.
- Lien, O. H. & Trodahl, S. (1998). Produkta frå sauen. I: *Saueboka*, s. 382: Landbruksforlaget.
- Lind, V. (1999). Grovfôr høstet på forskjellig utviklingstrinn til søyer og ammekyr. *Bioforsk Rapport*, 26: 14.

- Mc Donald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. & Morgan, C. A. (2002). *Animal Nutrition*. Sixth utg.: Pearson Education Limited. 693 s.
- McNeill, D. M., Kelly, R. W. & Williams, I. H. (1998). Partition of nutrients in moderately fat ewes compared with lean ewes given ad libitum access to feed in late pregnancy. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49: 575-580.
- Miles, D. G., Walters, R. J. K. & Evans, E. M. (1969). Dry-matter intake and live-weight gain of cattle and sheep offered different grass varieties with and without clover. *Animal Production*, 11: 19-28.
- Mo, M. (2005). *Surförboka*: Landbruksforlaget. 221 s.
- Morand-Fehr, P. & Doreau, M. (2001). Effects of heat stress on feed intake and digestion in ruminants. *INRA Productions Animales*, 14 (1): 15-27.
- Mould, F. L. & Ørskov, E. R. (1983). Manipulation of rumen fluid pH and its influence on the cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 10: 1-14.
- Mould, F. L., Ørskov, E. R. & Gauld, S. A. (1983a). Associative effects of mixed feeds. II. The effect of dietary addition of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley. *Animal Feed Science and Technology*, 10 (1): 31-47.
- Mould, F. L., Ørskov, E. R. & Mann, S. O. (1983b). Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughage. *Animal Feed Science and Technology*, 10: 15-30.
- Nedkvitne, J. J. (1998). Föring av sau. I: *Saueboka*: Landbruksforlaget.
- NRC. (1985). *Nutrient Requirements of Sheep*. 6 utg. Washington DC: National Academy Press. 99 s.
- NRC. (2007). *Nutrient Requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and New World camelids*. 1 utg.: National Academies Press. 362 s.
- Osbourn, D. F. (1980). The feeding value of grass and grass products. I: Holmes, W. (red.) *Grass, its production and utilization*, s. 70-124. Blackwells, London.
- Pittroff, W. & Kothmann, M. M. (2001). Quantitative prediction of feed intake in ruminants I. Conceptual and mathematical analysis of models for sheep. *Livestock Production Science*, 71: 131-150.
- Ramírez-Pérez, A. H., Buntinx, S. E., C., T.-R. & Rosiles, R. (2000). Effect of breed and age on the voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep 1. Estimation of voluntary intake. *Small Ruminant Research* 37: 223-229.

- Randby, Å. T. & Eknæs, M. (2007). S-156. Slutfôring av små lam som ikke er slaktemodne fra beite, med surfôr høsta til ulik tid og med bruk av kraftfôrtilskudd, høsten 2007. Versjon 28.10.2007.
- Reeves, M., Fulkerson, W. J., Kellaway, R. C. & Dove, H. (1996). A comparison of three techniques to determine the herbage intake of dairy cows grazing kikuyu (*Pennisetum cladestinum*) pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36: 23-30.
- SAS. (2003). *Statistical Analysis System*.: SAS Institute Inc, Cary, NC, USA
- Schanbacher, B. D. & Crouse, J. D. (1981). Photoperiodic regulation of growth: a photosensitive phase during light-dark cycle (abstract). *American Journal of Physiology* 241: E1-E5.
- Sheehan, W. & Lawlor, M. J. (1972). Energy supplementation of silage for ewes in late pregnancy. *Animal Production*, 15: 29-37.
- Sjaastad, Ø. V., Hove, K. & Sand, O. (2003). *Physiology of Domestic Animals*. 1 utg.: Scandinavian Veterinary Press.
- Tafaj, M., Steingass, H. & Drochner, w. (2001). Influence of hay particle size at different concentrate and feeding levels on digestive processes and feed intake in ruminants. 2. Passage, digestibility and feed intake. *Archives of Animal Nutrition*, 54 (3): 243-259.
- Tolkamp, B. J., Emmans, G. C. & Kyriazakis, I. (2006). Body fatness affects feed intake of sheep at a given body weight. *Journal of Animal Science*, 84: 1778-1789.
- Tolkamp, B. J., Yearsley, J. M., Gordon, L. J., Illius, A. W., Speakman, J. R. & Kyriazakis, I. (2007). Predicting the effects of body fatness on food intake and performance of sheep. *British Journal of Nutrition*, 97: 1206-1215.
- Van Soest, P. J. (1994). Intake. I: *Nutritional Ecology of the Ruminant*, s. 373. Ithaca, NY: Comstock Cornell University.
- Vatn, S., Hektoen, L. & Nafstad, O. (2008). *Helse og velferd hos sau*. 1 utg.: Tun Forlag. 288 s.
- Veiberg, V., Mysterud, A., Bjørkvoll, E., Langvatn, R., Loe, L. E., Irvines, R. J., Bonenfant, C., Couweleers, F. & Stenseth, N. C. (2007). Evidence for trade-off between early growth and tooth wear in Svalbard reindeer. *Journal of Animal Ecology*, 76: 1139-1148.
- Volden, H., Nielsen, N. I., Åkerlind, M., Larsen, M., Havrevoll, Ø. & Rygh, A. J. (2011). Prediction of voluntary feed intake. I: Volden, H. (red.) *NorFor - The Nordic feed evaluation system*, s. 113-126: EAAP publication No.130.

Ådnøy, T., Borgen, B., Eik, L. O., Nafstad, O., Nedkvitne, J. J., Nordrum, N. V., Rekdal, Y., Steinheim, G., Ulvund, M. & Vatn, S. (2004). *Lønsamt sauehald-meir å hente i utmarka*. 78 s.

Vedlegg 1

Tørrstoffopptaket hos slaktelam ved fire måneders alder sent og tidlig moden rase (NRC 2007).

Lam i vekst og åringer				Lam i vekst og åringer			
4 mnd alder sent utvokst		Tørrstoffopptak		4 mnd alder tidlig utvokst		Tørrstoffopptak	
Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW	Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW
20	100	0,57	2,86	20	100	0,63	3,16
20	150	0,78	3,91	20	150	0,65	3,25
20	200	0,59	2,97	20	200	0,83	4,17
20	300	0,61	3,04	20	300	1,20	6,00
30	200	1,05	3,51	30	200	1,20	3,99
30	250	0,76	2,53	30	250	1,06	3,54
30	300	0,88	2,93	30	300	1,25	4,15
30	400	1,12	3,72	30	400	1,62	5,38
40	250	1,32	3,31	40	250	1,50	3,76
40	300	1,54	3,84	40	300	1,29	3,22
40	400	1,16	2,91	40	400	1,66	4,15
40	500	1,40	3,51	40	500	2,03	5,08
50	250	1,38	2,76	50	250	1,55	3,10
50	300	1,59	3,19	50	300	1,81	3,63
50	400	1,21	2,42	50	400	1,70	3,41
50	500	1,45	2,90	50	500	2,08	4,16
50	600	1,69	3,38	50	600	2,45	4,91
60	250	1,43	2,39	60	250	1,60	2,66
60	300	1,65	2,75	60	300	1,86	3,10
60	400	2,08	3,47	60	400	2,39	3,98
60	500	1,49	2,49	60	500	2,12	3,54
60	600	1,74	2,90	60	600	2,50	4,17
70	150	1,04	1,49	70	150	1,81	2,59
70	200	1,26	1,80	70	200	2,28	3,26
70	300	1,70	2,43	70	300	1,91	2,72
70	400	2,14	3,05	70	400	2,44	3,48
70	500	2,57	3,68	70	500	2,16	3,09
80	150	1,09	1,36	80	150	1,86	2,33
80	200	1,31	1,64	80	200	2,34	2,92
80	300	1,75	2,19	80	300	1,95	2,44
80	400	2,19	2,74	80	400	2,48	3,10
80	500	2,63	3,29	80	500	3,02	3,77

Vedlegg 2

Tørrstoffopptaket hos slaktelam ved åtte måneders alder, sent og tidlig moden rase (NRC 2007).

Lam i vekst og åringer				Lam i vekst og åringer			
8 mnd alder sent utvokst		Tørrstoff opptak		8 mnd alder tidlig utvokst		Tørrstoff opptak	
Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW	Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW
20	100	0,59	2,94	20	100	0,65	3,27
20	150	0,76	3,80	20	150	0,88	4,39
20	200	0,70	3,48	20	200	1,10	5,51
20	300	0,94	4,70	20	300	1,55	7,75
30	200	1,03	3,43	30	200	1,19	3,97
30	250	0,90	3,01	30	250	1,42	4,73
30	300	1,03	3,42	30	300	1,65	5,49
30	400	1,27	4,25	30	400	2,10	7,02
40	250	1,30	3,25	40	250	1,51	3,77
40	300	1,48	3,69	40	300	1,74	4,34
40	400	1,36	3,40	40	400	2,20	5,50
40	500	1,61	4,03	40	500	2,67	6,66
50	250	1,39	2,78	50	250	1,59	3,17
50	300	1,57	3,13	50	300	1,82	3,64
50	400	1,92	3,85	50	400	2,29	4,58
50	500	1,69	3,39	50	500	2,76	5,53
50	600	1,95	3,90	50	600	3,23	6,47
60	250	2,32	3,87	60	250	2,23	3,72
60	300	1,65	2,76	60	300	1,90	3,17
60	400	2,02	3,36	60	400	2,38	3,96
60	500	2,38	3,97	60	500	2,86	4,76
60	600	2,03	3,39	60	600	3,33	5,56
70	150	1,78	2,54	70	150	2,60	3,71
70	200	2,10	3,01	70	200	1,98	2,83
70	300	2,76	3,94	70	300	2,66	3,80
70	400	2,11	3,01	70	400	2,46	3,52
70	500	2,47	3,53	70	500	2,95	4,21
80	150	1,87	2,34	80	150	2,70	3,38
80	200	2,20	2,75	80	200	2,07	2,58
80	300	2,87	3,58	80	300	2,75	3,44
80	400	2,19	2,74	80	400	2,54	3,18
80	500	2,56	3,20	80	500	3,03	3,79

Vedlegg 3

Tørrstoffopptak hos værslam i vekst ved fire måneders alder, ulik tilvekst og kroppsvekt, samt tidlig eller seint moden rase (NRC 2007).

Værer i vekst				Værer i vekst			
4 mnd alder sent utvokst		Tørrstoff opptak		4 mnd alder tidlig utvokst		Tørrstoff opptak	
Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW	Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW
20	100	0,60	2,98	20	100	0,65	3,25
20	150	0,49	2,47	20	150	0,67	3,35
20	200	0,61	3,07	20	200	0,85	4,25
20	300	0,63	3,13	20	300	1,22	6,10
30	200	1,09	3,63	30	200	0,90	3,00
30	250	0,79	2,62	30	250	1,09	3,63
30	300	0,91	3,02	30	300	1,27	4,23
30	400	1,15	3,82	30	400	1,64	5,47
40	250	1,37	3,43	40	250	1,54	3,85
40	300	1,58	3,95	40	300	1,32	3,30
40	400	1,20	3,00	40	400	1,70	4,25
40	500	1,44	3,60	40	500	2,07	5,18
50	250	1,43	2,86	50	250	1,60	3,20
50	300	1,65	3,30	50	300	1,86	3,72
50	400	1,25	2,50	50	400	1,74	3,48
50	500	1,50	3,00	50	500	2,12	4,24
50	600	1,74	3,48	50	600	2,50	5,00
60	250	1,49	2,48	60	250	1,65	2,75
60	300	1,71	2,85	60	300	1,92	3,20
60	400	2,15	3,58	60	400	1,79	2,98
60	500	1,55	2,58	60	500	2,17	3,62
60	600	1,79	2,98	60	600	2,55	4,25
70	150	1,11	1,59	70	150	1,88	2,69
70	200	1,33	1,90	70	200	2,36	3,37
70	300	1,77	2,53	70	300	1,97	2,81
70	400	2,21	3,16	70	400	2,50	3,57
70	500	2,65	3,79	70	500	2,22	3,17
80	150	1,16	1,45	80	150	1,94	2,43
80	200	1,38	1,73	80	200	2,42	3,03
80	300	1,83	2,29	80	300	2,02	2,53
80	400	2,27	2,84	80	400	2,56	3,20
80	500	2,72	3,40	80	500	3,10	3,88

Vedlegg 4

Tørrstoffopptak hos værlam i vekst ved åtte måneders alder, ulik tilvekst og kroppsvekt, samt tidlig eller seint moden rase (NRC 2007).

Værer i vekst				Værer i vekst			
8 mnd alder sent utvokst		Tørrstoff opptak		8 mnd alder tidlig utvokst		Tørrstoff opptak	
Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW	Kroppsvekt	Tilvekst (g/dag)	kg/dag	% BW
20	100	0,63	3,15	20	100	0,69	3,45
20	150	0,8	4,00	20	150	0,91	4,55
20	200	0,73	3,65	20	200	1,14	5,70
20	300	0,98	4,90	20	300	1,59	7,95
30	200	1,09	3,63	30	200	1,24	4,13
30	250	0,95	3,17	30	250	1,47	4,90
30	300	1,08	3,60	30	300	1,70	5,67
30	400	1,33	4,43	30	400	2,16	7,20
40	250	1,37	3,43	40	250	1,57	3,93
40	300	1,55	3,88	40	300	1,81	4,53
40	400	1,42	3,55	40	400	2,28	5,70
40	500	1,68	4,20	40	500	2,75	6,88
50	250	1,47	2,94	50	250	1,66	3,32
50	300	1,66	3,32	50	300	1,90	3,80
50	400	1,51	3,02	50	400	2,38	4,76
50	500	1,77	3,54	50	500	2,86	5,72
50	600	2,03	4,06	50	600	3,34	6,68
60	250	1,57	2,62	60	250	2,34	3,90
60	300	1,76	2,93	60	300	2,00	3,33
60	400	2,13	3,55	60	400	2,48	4,13
60	500	1,86	3,10	60	500	2,97	4,95
60	600	2,13	3,55	60	600	3,45	5,75
70	150	1,91	2,73	70	150	2,75	3,93
70	200	2,25	3,21	70	200	2,10	3,00
70	300	1,85	2,64	70	300	2,79	3,99
70	400	2,23	3,19	70	400	2,58	3,69
70	500	2,6	3,71	70	500	3,07	4,39
80	150	2,02	2,53	80	150	2,87	3,59
80	200	2,36	2,95	80	200	2,20	2,75
80	300	3,04	3,80	80	300	2,90	3,63
80	400	2,33	2,91	80	400	2,67	3,34
80	500	2,71	3,39	80	500	3,17	3,96