



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2017 (30 stp)
Handelshøyskolen

Betydningen av grovfôr kvalitet på lønnsomheten i melkeproduksjon

Impacts of roughage quality on the profitability of
dairy production

Karoline Hol
Husdyrvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven ble skrevet ved Handelshøyskolen (HH) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) våren 2017. Oppgaven er en avsluttende del av masterstudiet i husdyrvitenskap ved Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap (IHA) ved NMBU. Oppgavens tema er et resultat av ønske om å kombinere husdyrnæring og landbruksøkonomi, og er basert på tidligere litteratur, samt egne undersøkelser.

Jeg vil rette en stor takk til min hovedveileder, Eirik Romstad. Takk for god veiledning og motiverende engasjement. Setter stor pris på all tiden du har satt av for å hjelpe meg med denne oppgaven. Takk til min biveileder, Åshild Taksdal Randby, for faglig gjennomlesning og gode innspill.

Jeg vil takke Tine SA som ga meg datasettet som er grunnlaget for resultatene i denne masteroppgaven. Jeg vil også takke Bjørn Gunnar Hansen, André Brockstedt Myrseth og Ingunn Schei ved Tine SA for god hjelp med tilsending av data og innspill på gjennomføring av analysene.

NMBU

Ås, mai 2017

.....
Karoline Hol

Sammendrag

Denne masteroppgaven har som formål å undersøke sammenhengen mellom grovfôrkvalitet og kostnadene ved produksjon av grovfôret, og hvordan grovfôrkvaliteten påvirker lønnsomheten av driften. Ut i fra denne overordnede problemstillingen, vil oppgaven ta for seg følgende hypoteser:

- Grovfôrkvaliteten vil øke når kostnadene ved produksjon av grovfôret øker.
- Økt grovfôrkvalitet gir økt lønnsomhet gjennom et høyere grovfôropptak, og dermed sparte kostnader ved redusert kraftfôropptak.

Analysene i oppgaven bygger på lineær regresjon av et datasett bestående av observasjoner fra norske bruk med melkeproduksjon på storfe. Grovfôrkvaliteten blir målt som NEL_{20} , mens lønnsomheten i driften blir målt som inntekt fra melk minus variable kostnader knyttet til fôret (melk minus fôr). Denne masteroppgaven konkluderer med at god grovfôrkvalitet (NEL_{20}) kan gi økt lønnsomhet i produksjon, men den estimerte forklaringsgraden av resultatene er lav, slik at dette er kun i svak grad. Resultatene viser at god grovfôrkvalitet gir et høyt grovfôropptak, noe som igjen gir et lavere behov for kraftfôr i rasjon. Siden kraftfôret generelt sett har en høyere pris pr. fôrenhet enn grovfôret, vil det å bytte ut en andel av kraftfôret med grovfôr av god kvalitet kunne bidra til økt lønnsomhet.

Det ble også undersøkt om grovfôrkvaliteten økte når kostnadene fra produksjon av grovfôret økte. Som mål på kostnadene av grovfôrproduksjon ble det brukt brutto grovfôrkostnad (kr/FEm). Resultatene kan ikke underbygge at denne hypotesen stemmer. Resultatene viser en signifikant negativ sammenheng mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad. En mulig årsak til dette kan være at høyere kostnader i produksjonen av grovfôret skyldes vanskelige dyrkingsforhold. Den estimerte forklaringsgraden for disse resultatene var imidlertid svært lav (0,02), noe som betyr at brutto grovfôrkostnad forklarer minimalt av variasjon i NEL_{20} . Observasjonene i datasettet deles inn i soner for distriktstilskudd for melkeproduksjon. Resultatene viser også at beliggenhet påvirker både NEL_{20} og melk minus fôr. Det antas at årsaken til dette er ulike forutsetninger for grovfôrdyrking mellom soner.

Abstract

The purpose of this master thesis is to study whether there is a correlation between the roughage quality and the cost of producing the roughage, and how the roughage quality affects the profitability of dairy production. Based on this main problem, the thesis will consider the following hypotheses:

- Roughage quality will increase when the costs of production of roughage increase.
- Increased roughage quality gives increased profitability through a higher roughage intake, thus saving costs from lower supply of feed concentrate.

The analyzes in the assignment are based on linear regression of a dataset consisting of observations from Norwegian dairy farms. Roughage quality is measured as NEL_{20} , while profitability is measured as milk income minus variable feed costs. The results suggest that good roughage quality can increase profitability on the farm, but the estimated R^2 for the results was low. However, the results also show that good roughage quality gives a high feed intake of roughage, which in turn results in a lower need for feed concentrate in the ration. Since feed concentrate have higher prices per feed unit than roughage, profitability could be improved by replacing a proportion of the feed concentrate with good quality roughage.

It was also studied whether the roughage quality increased when the costs of the production of roughage increased. As a measure of the cost of roughage production, gross roughage costs (NOK per Feeding Units milk (FUm)) was used. The results can not substantiate that this hypothesis is correct. The results suggest a significant negative correlation between NEL_{20} and gross roughage costs. A possible explanation for this is that high cost in roughage production could be due to difficult growing or harvesting conditions on some farms. The estimated R^2 for these results was very low (0,02). This suggests that gross roughage cost explains little of the variations in NEL_{20} . The observations in the dataset are divided into different zones for district subsidies for milk production. The results also show that location affects both NEL_{20} and profitability. It is assumed that the reasons for this are different prerequisites for roughage production between zones.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Problemstilling.....	3
1.3	Den videre gangen i oppgaven	3
2	Teori	5
2.1	Grovfôr	5
2.2	Konservering av grovfôr.....	6
2.3	Definisjon av surfôr kvalitet	6
2.4	Faktorer som påvirker surfôr kvaliteten	7
2.4.1	Driftsopplegg.....	8
2.4.2	Klima og værforhold	8
2.4.3	Jordsmonn og gjødsling	8
2.4.4	Plantesammensetning	9
2.4.5	Utviklingstrinn ved høsting.....	10
2.4.6	Blad:stengel-forholdet.....	11
2.4.7	Høstesystem	11
2.4.8	Lagringsmetode	13
2.5	Fermenteringsprosessen.....	14
2.5.1	Fermenteringskvaliteten	17
2.6	Grovfôrets påvirkning på fôropptak og ytelse	18
2.7	Økonomien i grovfôrproduksjon	19
2.7.1	Lønnsomhet	19
2.8	Kostnadene i grovfôrproduksjon	20
2.8.1	Inndeling av kostnadene	20
2.8.2	Ulike forutsetninger mellom gårder	22
2.8.3	Kostnadene ved ulike anskaffelser av grovfôret	22
2.8.4	Betydningen av tørrstoffinnholdet på kostnadene.....	22
2.9	Økonomiske prinsipper.....	24
2.9.1	Alternativkostnad	24
2.9.2	Komparative fortrinn.....	24

2.9.3	Substitutter	25
2.9.4	Avtagende avkastning	25
3	Materiale og metode	27
3.1	Datsett	27
3.1.1	Økonomiske og produksjonsavhengige data	27
3.1.2	Data over grovfôrkvaliteten	27
3.1.3	Revidering av data	28
3.2	Statistisk analyse	29
3.2.1	Signifikansnivå	30
3.2.2	Valg mellom ulike modellspesifikasjoner	30
4	Resultater og diskusjon	31
4.1	Grovfôrkvalitet	31
4.2	Lønnsomhet	37
4.2.1	Grovfôropptak	38
4.2.2	Kraftfôrkostnad	40
4.2.3	Melk minus fôr	41
4.3	Feilkilder og forslag til forbedring	45
4.3.1	Ulike soner og forutsetninger	45
4.3.2	NEL ₂₀ som mål på grovfôrkvaliteten	46
4.3.3	Grovfôret stammer fra ulike kilder	46
4.3.4	Bøndernes tilpasning	47
5	Avsluttende merknader	49
5.1	Konklusjon	49
5.2	Merknader for videre studier	50
	Referanser	51

Vedlegg 1 – Sonekart	55
Vedlegg 2 – Residualplott for modellene	57
Vedlegg 2.1	57
Vedlegg 2.2	58
Vedlegg 2.3	59
Vedlegg 2.4	60
Vedlegg 2.5	61
Vedlegg 2.6	62

1 Innledning

Norsk landbruk er viktig for bosetting, arealbruk og sysselsetting (Fjellhammer & Thuen, 2014). Vekstsesongen i Norge er kort og temperaturen er moderat. Dette gjør norsk klima bedre tilpasset dyrking av grovfôr enn dyrking av åkervekster som korn (Mo, 2005). I 2015 var det dyrket 9,8 millioner dekar jord i Norge, dette utgjorde rundt 3 % av Norges totale areal. Ca. 2/3 var gras (Rognstad et al., 2016), og om lag 90 % gikk til dyrking av dyrefôr (Regjeringen.no, 2016). Dette betyr at størstedelen av den dyrka marka ikke er egnet for produksjon av matkorn, og at grovfôrbasert husdyrproduksjon spiller en viktig rolle i norsk landbruk.

På 1950-tallet ble kanaliseringspolitikken innført med intensjon om å øke selvforsyningsgraden i Norge. Å produsere mest mulig mat på egne ressurser er en måte å øke matberedskapen i et land (Huus & Stabbetorp, 2015). Politikken gikk ut på å utnytte alt tilgjengelig areal til dyrking, de områdene med best klimatiske og agronomiske forutsetninger skulle dyrke korn, mens de øvrige områdene skulle drive husdyrproduksjon. På denne måten har grovfôrbasert husdyrproduksjon hovedsakelig blitt plassert i områder som egner seg bedre til dyrking av gras enn korn, på grunn av klima, helling og jordsmonn mm.

I følge Helsedirektoratet (2016) var selvforsyningsgraden i Norge i 2015 på 50 %. Denne verdien tar ikke hensyn til importert dyrefôr som er brukt til å produsere norsk mat. Hvis selvforsyningsgraden korrigeres for importert fôr, slik at maten er produsert i Norge på kun norske fôrråvarer, var verdien nede på 42 % i 2015 (Eide, 2016). Selvforsyningsgraden vil svinge fra år til år, mye på grunn av variasjonen i avlingsnivå av korn. Det er et politisk mål å opprettholde selvforsyningsgraden, og med en voksende befolkning vil dette kreve økt matproduksjon i Norge (Eldby & Fjellhammer, 2014). De siste årene har kornarealene gått ned, og importen av meieriprodukter økt. Svine- og fjørfeproduksjonen er i vekst, men disse produksjonene er i stor grad basert på importerte fôrråvarer. Det er usikkert hvor stort bidraget til selvforsyningsgraden blir ved økt bruk av importerte fôrråvarer. Siden Norge er et land som favoriserer grovfôrdyrking, vil grovfôrbasert matproduksjon være viktig for å opprettholde en høy selvforsyningsgrad.

For å kunne drive med lønnsom husdyrproduksjon må man kontinuerlig ha tilgang på godt fôr til overkommelige kostnader. Inneførringsperioden i Norge er lang, og da er det viktig med

tilstrekkelig tilgang på næringsrikt grovfôr som kan lagres gjennom hele denne perioden. I Norge er surfôr den vanligste typen grovfôr. Surfôr er konservert slik at det kan lagres over lengre tid. I utmarka finnes det store beiteressurser som kun kan utnyttes av drøvtyggere. I 2014 utgjorde rasjon til norske melkekyr i gjennomsnitt 45 % surfôr, 43 % kraftfôr, 10 % beite, og kun 0,2 % høy (Sørli, 2014).

For at et bruk med melkeproduksjon skal lykkes med driften kreves det mye kunnskap og innsats fra gårdbrukeren. Som i alle andre virksomheter trengs det en plan som baserer seg på et gjennomførbart arbeidsopplegg rettet mot et realistisk mål (Foley et al., 1972). Hvis man i tillegg utfører arbeidet med stor entusiasme og interesse vil jobben gå lettere og være mer meningsfylt. For å lykkes som melkeprodusent kreves det forståelse for grunnleggende prinsipper innen økonomi, genetikk, ernæring, fysiologi, veterinærmedisin, agronomi og husdyrhold i praksis. Lønnsomheten i driften vil avhenge av gårdbrukerens evne til å håndtere utfordringer og å ta riktige valg for produksjonen.

1.1 Bakgrunn

Denne masteroppgaven omfatter hvordan grovfôrkvaliteten og lønnsomheten i melkeproduksjon henger sammen, og hvorfor god kvalitet og lønnsomhet er viktig. De siste 20-30 årene har utviklingen av avling og kvalitet på grovfôret i Norge stått stille, samtidig som kostnadene ved produksjon har økt (Simonsen, 2016). Økningen i grovfôrkostnader er forårsaket av bl.a. økte maskinkostnader og utgifter for leie av jord. Avlingsnivå og kostnadsnivå henger sammen, ved lavt avlingsnivå vil kostnaden ofte være høy. Ved å øke avlingsnivået kan kostnaden pr. fôrenhet reduseres. Det er for tiden stort fokus på å øke utnyttingen av grovfôrdyrkingen i Norge. Et eksempel på dette er prosjektet «Grovfôr 2020» som har som mål å øke avlingen og kvaliteten på grovfôret, og på denne måten bidra til bedre lønnsomhet i grovfôrproduksjon (Norsk Landbruksrådgivning, 2016). Andelen grovfôr i forhold til kraftfôr pr. kg melk og kjøtt kan øke med 20 %, og fortsatt vil produksjonsnivået opprettholdes. «Grovfôr 2020» er et samarbeid mellom Tine SA, Norsk Landbruksrådgivning, Yara, Felleskjøpet Agri, Norsk institutt for bioøkonomi og Mære landbruksskole.

1.2 Problemstilling

Overordnet problemstilling som diskuteres er:

1. Finnes det en sammenheng mellom grovfôrkvaliteten og kostnadene ved produksjon av grovfôret, og hvordan påvirker grovfôrkvaliteten lønnsomheten av driften?

Hypoteser som følger av denne problemstillingen er:

- Grovfôrkvaliteten vil øke når kostnadene ved produksjon av grovfôret øker.
- Økt grovfôr kvalitet gir økt lønnsomhet gjennom et høyere grovfôropptak, og dermed sparte kostnader fra lavere kraftfôrforbruk.

1.3 Den videre gangen i oppgaven

Første del av oppgaven er kapittel 2, som omfatter teoridelen. Dette er en gjennomgang av hva grovfôr kvalitet er, og hva den påvirkes av. I tillegg omhandler kapitlet forhold knyttet til lønnsomheten og kostnadene i grovfôrproduksjonen. Kapittel 3 beskriver datasettet som ligger til grunn for resultatene i oppgaven. Datasettet inneholder observasjoner fra bruk med melkeproduksjon på storfe, derfor vinkles oppgaven i denne produksjonsretningen. I kapittel 4 blir resultatene fremstilt og diskutert fortløpende. Til slutt oppsummeres de viktigste funnene fra oppgaven i en avsluttende del i kapittel 5.

2 Teori

2.1 Grovfôr

Det finnes ingen klar definisjon på hva grovfôr er, men ifølge Barnes et al. (1995a) er et eksempel «spiselige deler av planter, med unntak av kornet, som kan gi fôr til dyrene, eller som kan høstes til fôr». Grovfôr brukes som fôrmiddel til hovedsakelig drøvtyggere og hest, og det omfatter bl.a. gras, høy, halm og surfôr. Det er stor variasjon i fôrmidlene som inngår i gruppen grovfôr. Raps, rotvekster som potet og belgfrukter som kløver karakteriseres også som grovfôr. Energiinnholdet varierer mye mellom ulike fôrmidler, noen har nesten like høyt energiinnhold som kraftfôr, mens andre er på linje med halm. Det som ikke karakteriseres som grovfôr vil inngå i gruppen kraftfôr. Det er konsentrerte fôrmidler med et høyt energiinnhold. Det er ikke et klart skille mellom disse to begrepene. Noen fôrmidler kan derfor passe inn i begge gruppene.

En fordel med drøvtyggere er at de kan spise planter og gjøre det om til melk og kjøtt. Drøvtyggere omdanner gras, som mennesker ikke kan utnytte som mat, til spiselig produkter med et høyt næringsinnhold av aminosyrer, fett, mineraler og vitaminer. De gir oss også ull, skinn og horn som kan bli til klær og redskaper, de gir gjødsel som kan spres på enga for økt avling, og de kan beite i utmark hvor maskinell høsting ikke er mulig. Det er drøvtyggerens fordøyelsessystem som gjør dem i stand til å fordøye og utnytte graset. Drøvtyggere har formager, disse er egentlig utposninger av spiserøret og består av vomma, nettmagen og bladmagen. Vomma og nettmagen er ikke adskilt, og danner et stort fermenteringskammer. I formagene finnes det mikrober som fermenterer fôret. Mikrobene bryter ned karbohydrater fra graset og danner VFA (volatile fatty acids) (Hvelplund & Nørgaard, 2003). VFA, eller kortkjedet fettsyrer, blir absorbert til blodet og dette er drøvtyggerens viktigste energikilde.

Andre husdyr som er en viktig del av det norske kostholdet, som gris og fjørfe, har ikke formager med mikrober og kan derfor ikke leve av å spise gras. De nytter seg av andre kilder som også mennesker kan spise direkte, slik som korn og soya. Denne egenskapen til drøvtyggeren er viktig for norsk matproduksjon, siden 2/3 av det som dyrkes i landet er gras. Men fermenteringen av fôret som skjer i formagene har også ulemper. Mikrobiell nedbrytning gir et større energitap enn enzymatisk nedbrytning hos enmagede dyr, og det gir et utslipp av metan som er en sterk klimagass.

2.2 Konservering av grovfôr

Å konservere fôret vil si å behandle det på en slik måte at det kan lagres over lang tid uten å bli dårlig (Mo, 2005). I Norge er det viktig å konservere graset, siden kyrene fôres inne store deler av året. Tørking og ensilering er de to vanligste konserveringsmetodene for gras. Tørking vil si at vannet fordampes ut av plantematerialet, og sluttproduktet kalles høy. Dette gjør at mikroorganismenes aktivitet hemmes, og dermed kan fôret lagres over lang tid uten at næringsinnholdet går ned. Ungt gras inneholder mye vann, og er derfor vanskelig å tørke. Graset som brukes til høy er som regel slått på et senere tidspunkt enn det graset som ensileres. Ensilering er en konserveringsmetode som skjer ved hjelp av fermentering. Plantematerialet lagres under anaerobe forhold (ingen lufttilgang) i en beholder (silo eller rundballe), her skjer det en kjemisk forandring i graset. Sluttproduktet kalles surfôr.

2.3 Definisjon av surfôr kvalitet

Surfôr kvalitet kan defineres på ulike måter. Et eksempel er «surfôrets potensial til å produsere en ønsket respons hos et dyr» (Ball et al., 2001). Surfôr med god kvalitet vil ha en gulgrønn farge, frisk og syrlig lukt, og ingen tegn til mugg eller innblandet jord (Salomonsen, 2006). Surfôr kvalitet kan deles inn i en ernæringsmessig del og en fermenteringsmessig del (Mo, 2005). Den ernæringsmessige kvaliteten inkluderer fôrets fordøyelighet og innholdet av energi og protein, mens den fermenteringsmessige kvaliteten inkluderer innhold av organiske syrer, ammoniakk-N i % av total N og pH-verdien. Både den ernæringsmessige og den fermenteringsmessige delen av surfôr kvalitet bestemmes ved kjemisk analyse. Den sistnevnte kan også vurderes ved subjektiv bedømmelse, ved å se på farge, lukt og struktur. Et tredje kriterium er hygienisk kvalitet. Dette omfatter innholdet av uønskede mikroorganismer, som muggsopp og ulike bakterier (Jensen, 2012). Disse kan gjøre kyrene syke, eller gi dårligere kvalitet på melka.

Faktorer som inngår i grovfôr kvaliteten er ifølge Ball et al. (2001):

Smakelighet og fôropptak: Det er viktig at fôret smaker godt slik at kyrene spiser mye av det. Basert på smak, lukt og struktur kan kyrene selekere ut det fôret de liker best. Fôrets smak kan påvirkes av en mengde ulike faktorer, slik som plantesammensetning, blad:stengel-forholdet, tørrstoffinnhold, gjødsling og stoffer som kan gi fôret en søt, sur eller salt smak. Som regel vil grovfôr av høy kvalitet også ha en god smakelighet. For å oppnå høy produksjon må inntaket av grovfôr være høyt. Fôropptaket har en kompleks regulering, det er

mange faktorer som spiller inn. Det er som regel en sammenheng mellom god smakelighet og kvalitet, og et høyt fôropptak.

Næringsinnhold: For å oppnå god helse og produksjon er det viktig at fôret dekker kyrenes behov for næringsstoffer. Hvor mye av næringsstoffene som tas opp i kroppen og som dermed kan utnyttes av kyrene er viktig for fôrets ernæringsmessige verdi. Fordøyeligheten mellom og innen grovfôrmidler kan variere mye.

Skadelige stoffer: Fôret kan inneholde stoffer som gir redusert produksjon, sykdom og i verste fall død. Eksempler på slike stoffer er tanniner, nitrater og mykotoksiner. Fôr med høy kvalitet kan ikke inneholde skadelige nivåer av disse stoffene.

Den beste måten å teste grovfôrkvaliteten på er ved bestemmelse av fôrets effekt på kyrenes produksjon. For å oppnå god prestasjon må fôret ha god kvalitet basert på alle kriteriene over.

2.4 Faktorer som påvirker surfôrkvaliteten

Grovfôrkvaliteten påvirkes av en rekke faktorer. Surfôrkvaliteten vil i tillegg til dette påvirkes av fermenteringsprosessen. Faktorer som påvirker surfôrkvaliteten kan være:

- Driftsopplegg
- Klima og værforhold
- Jordsmonn og gjødsling
- Plantesammensetning
- Utviklingstrinn ved høsting
- Blad:stengel-forholdet
- Høstesystem
- Lagringsmetode
- Fermenteringsprosessen

Effekten av de ulike faktorene på grovfôrkvaliteten blir diskutert under.

2.4.1 Driftsopplegg

Driftsopplegg (management) kan forklares på flere måter, og det finnes ulike synspunkt på hva management er. Et eksempel kan være «prosessen ved å planlegge og gjennomføre et prosjekt på best mulig måte, ved bruk av tilgjengelige ressurser som kunnskap, verktøy og arbeidskraft» (Prasad & Gulsham, 2011). For de fleste grovfôrprodusenter er målet å maksimere det økonomiske utbyttet gjennom å produsere et høykvalitetsfôr (Barnes et al., 1995a). Bondens valg og styring av grovfôrproduksjon har innvirkning på fôrkvaliteten og lønnsomheten. Management er den viktigste faktoren for å utnytte effektiviteten i produksjon, gitt visse begrensninger, og inkluderer alle områder ved grovfôrdyrking, fra jordsmonn til lagring og utfôring.

2.4.2 Klima og værforhold

Klima viser til de langsiktige trendene av temperatur og nedbør, mens været omfatter de kortsiktige forholdene fra dag til dag. Klima er avgjørende for valg av arter, mens været vil påvirke produktiviteten til plantene fra år til år (Barnes et al., 1995b). I tillegg kan ugunstig vær under f.eks. høsting påvirke både kvalitet og tid som går med til å berge fôret. Fuktighet, temperatur og sollys under dyrking vil påvirke kvaliteten. Regn kan gjøre stor skade for grovfôrkvaliteten og avlingen. Ugunstig vær kan utsette høstingen, da vil plantene modnes mer og synke i kvalitet. Klima og været er begrensninger i grovfôrproduksjonen som man ikke kan gjøre noe med. Grovfôrprodusentens oppgave blir dermed å maksimere verdien av avlingen så langt det lar seg gjøre innenfor de begrensede rammene. Hva som er maksimal verdi av avlingen avhenger av bruksområdet, og ønsket om enten maksimal kvalitet, maksimal mengde eller en mellomting.

2.4.3 Jordsmonn og gjødsling

Jorden inneholder mange av mineralene som plantene trenger. Næringsstoffene som plantene tar opp gjennom jorden er grunnlaget for hva kyrene får i seg fra grovfôret (Barnes et al., 1995a). Gjødsling vil påvirke jordens innhold av næringsstoffer, og dermed hva som er tilgjengelig for plantene. Ved å tilføre mer næring til næringsfattig jord vil avlingsmengden og kvaliteten på plantene øke. Å teste jorden for konsentrasjon av næringsstoffer og pH gjør det lettere å gjødsle riktig. For lav pH har flere negative konsekvenser, slik som at næringsstoffene blir mindre tilgjengelig for plantene. For å øke pH kan man kalke jorden.

Det finnes ulike typer gjødsel, det vanligste er kunstgjødsel og husdyrgjødsel. I melkeproduksjon brukes som regel dette i kombinasjon. Husdyrgjødsel er en ressurs gården har tilgjengelig til lav alternativkostnad. Derfor er effektiv bruk av husdyrgjødsel viktig for det økonomiske resultatet. Innkjøpt gjødsel, i første rekke kunstgjødsel, brukes som supplement til egen husdyrgjødsel.

Nitrogen er det viktigste mineralet som trengs i grasdyrking. Det er nødvendig for høye avlinger og god kvalitet. Nitrogengjødsling vil ofte gi høyere proteininnhold i fôret, og en høyere melkeytelse. Det kan også gi et høyere fôropptak (Ball et al., 2001). Men det finnes en balanse for optimal mengde nitrogen i jorden, for mye har negative konsekvenser både for kvaliteten, miljø og lønnsomheten. For mye nitrogengjødsling kan gi et høyt innhold av nitrat i plantene, noe som kan være helseskadelig for dyrene. Det kan også gi nitrose gasser i siloer, noe som er potensielt livsfarlig for mennesker hvis man puster det inn. Andre mineraler som er nødvendig for å oppnå god kvalitet på grovfôret er fosfor, kalium, svovel og magnesium.

2.4.4 Plantesammensetning

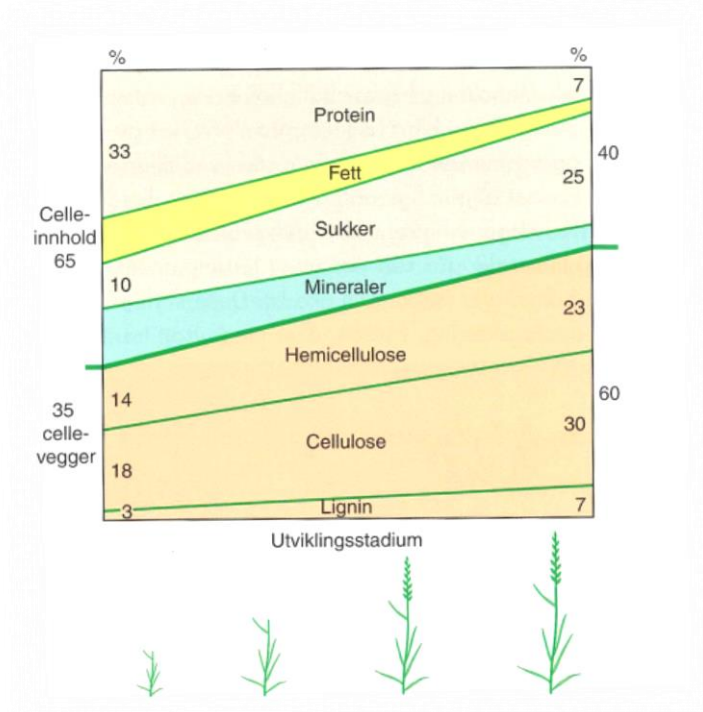
Ulike planter har ulik næringsverdi og egenskaper. Sammensetningen av planter vil derfor ha stor innvirkning på kvaliteten av surfôret (Ball et al., 2001). Vanlige arter som brukes i fôr til drøvtyggere er timotei, engsvingel, engrapp, raigras, rødkløver og luserne (Norsk Landbruksrådgivning, 2015a; Norsk Landbruksrådgivning, 2015b):

- Timotei er den viktigste, den er smakelig, næringsrik og gir god avling.
- Engsvingel er vanlig sammen med timotei, dette vil gi større sikkerhet for stor avling, siden engsvingel overtar plassen til timotei hvis den utgår.
- Engrapp vil bidra til en varig eng, da den er slitesterk og har god overvintringsevne.
- Raigras har mye blad, og gir god kvalitet på fôret, men har dårlig overvintringsevne.
- Rødkløver er den viktigste belgveksten. Belgvekster har generelt en høyere fordøyelighet ved et gitt utviklingstrinn og et høyere protein- og mineralinnhold enn grasvekster, og de har god smakelighet. De er nitrogenfikserende, noe som vil si at de kan binde nitrogen fra luften og tilføre dette til jorden. Å inkludere belgvekster i enga vil gi et mindre behov for nitrogengjødsling.

For hver art av fôrvekster finnes det ulike sorter, hvor alle har fordeler og ulemper ved seg. Derfor må man også vurdere ulike sorter innenfor valgt art. En blanding av ulike arter er som regel det mest optimale, fordi disse kan utfylle hverandres sterke og svake egenskaper.

2.4.5 Utviklingstrinn ved høsting

Plantenes kjemiske sammensetning endres kontinuerlig gjennom vekstsesongen. Dermed endres også kvaliteten på avlingen med utviklingstrinnet til plantene. Spesielt rundt skyting skjer det store forandringer i kjemisk sammensetning. Utviklingstrinn ved høsting har mest å si for kvaliteten av en gitt planteart (Ball et al., 2001). Plantene utvikler seg så raskt at kvaliteten kan endre seg på kun to til tre dager (Cherney, ukjent årstall).



Figur 2.1: Kjemisk sammensetning i graset ved ulike utviklingstrinn (Mo, 2005).

Celleinnholdet i plantene er nesten totalt fordøyelig, mens celleveggene er mindre fordøyelig. Celleveggstoffene kalles NDF (neutral detergent fiber), og består hovedsakelig av cellulose, hemicellulose og lignin. Lignin er totalt ufordøyelig, og kan binde seg til de andre celleveggstoffene og dermed redusere fordøyeligheten av disse stoffene ytterligere. Figur 2.1 viser dermed at ved et tidlig utviklingsstadium vil fordøyeligheten være høy, for deretter å gradvis synke med vekstsesongen.

Etter skyting vil konsentrasjonen av protein gå ned, mens NDF-konsentrasjonen vil øke. Å høste før skyting vil gi et grovfôr med lite struktur og høy fordøyelighet. Hvis surfôret gis i kombinasjon med kraftfôr kan dette føre til for lite fiber i rasjonen, noe som er ugunstig for vomma til en drøvtygger. Men hvis rasjon kun består av tidlig slått surfôr vil dette kunne gi tilstrekkelig mengde fiber (Randby, 2010). Å bestemme optimalt høstetidspunkt er vanskelig, og avhenger av hva grovfôret skal brukes til. Valg av høstedato kan sjelden bestemmes ut i fra kalenderen, men må vurderes fra et helhetlig perspektiv ut i fra faktorer som bl.a. bruksområde og værforhold.

2.4.6 Blad:stengel-forholdet

Bladene har høyere næringsverdi enn stengelen til grasen. Derfor har forholdstallet mellom blad og stengel innflytelse på kvaliteten. Bladene inneholder mye protein og mineraler, mens stengelen inneholder mye fiber (Ball et al., 2001). Stengelen har som hovedoppgave å holde grasen oppreist, og tjener som transportvei for vann og næringsstoffer. I bladene foregår det fotosyntese som gir grasen energi til å utvikle seg (Wiik, 2013). Blad:stengel-forholdet minker med utviklingstrinn, slik at høstetidspunktet vil være avgjørende for forholdet i det ferdige grovfôret.

2.4.7 Høstesystem

Det finnes ulike metoder å høste fôret på. Når fôret skal ensileres til surfôr, skilles det mellom to metoder, direkte høsting og to-trinns høsting (Mo, 2005). Direkte høsting vil si at grasen slås, knuses, tilsettes ensileringsmiddel og kastes over i en henger, i en og samme økt. Dette gir et lavt tørrstoffinnhold, og fôret lagres i en silo. To-trinns høsting vil si at grasen slås, for så å bli liggende på bakken for tørking. Dette gir et høyere tørrstoffinnhold i forhold til direkte høsting. Etter tørking blir grasen plukket opp, kuttet og tilsatt ensileringsmiddel, for så å enten bli pakket i rundballer eller kastet over i en henger og lagret i en silo.

Høstestyret og høsteteknikken kan påvirke fôr kvaliteten gjennom hovedsakelig to forhold. Den ene er mekanisk behandling av plantene, slik som kutting og knusing. Dette påvirker hvor godt fôret pakkes, og dermed luftmengden i massen. Ved mekanisk behandling vil blader falle av stengelen, som nevnt er bladene mer næringsrike enn stengelen. Hvis bladene blir liggende igjen på bakken istedenfor å havne sammen med det fôret som høstes, får man et fôr med lavere innhold av næringsstoffer. Det andre forholdet er høstekapasiteten.

Høstkapasiteten må være høy nok slik at graset raskt legges i silo eller rundball. Hvis dette tar for lang tid vil fôret utsettes for mer luft, og gjæringskvaliteten kan bli dårligere. For rundballer er det viktig at det ikke går for lang tid mellom pakking av første og siste balle. Hvis pakkingen tar lang tid vil noe av graset bli liggende på bakken lenge, og tørke. Hvis det så skulle begynne å regne på graset som enda ikke er pakket, kan dette føre til tap av vannløselig næringsstoffer og bladene kan rives av stengelen ved kraftig nedbør. Dette gir lavere tørrstoffprosent og redusert kvalitet (Randby et al., 2015).

Valg av antall slåtter vil påvirke kvalitet, mengde og varighet på enga (Barnes et al., 1995a). Å slå ofte vil gi et fôr med høyt energiinnhold, siden plantene blir høstet på et yngre stadium. Færre slåtter vil gi en større avling, og belaste plantedekket mindre slik at det blir mer holdbart. Mye tung kjøring øker risikoen for jordpakking, spesielt hvis det er vått. Det vil si at jordstrukturen ødelegges, og porene i jorden, som er viktig for vann- og lufttransport, tettes. Dette kan gi redusert avling og kvalitet (Hansen & McKinnon, 1999). Hvis en gård har begrenset med areal i produksjonen, burde det vurderes å slå litt senere og færre ganger for å få nok fôr. Hvis situasjonen er motsatt kan det være bedre å slå tidligere for å få en mindre avling med høy kvalitet.

Hva som er beste løsning iht. høstesystem vil variere mellom bruk ut i fra ulike forutsetninger. Faktorer som påvirker valg rundt høstesystem kan være antall arbeidstimer og personer tilgjengelig, arealet som skal høstes, værforhold og størrelsen på investeringer som behøves. Forhold utenfor bruket kan også ha betydning for valg av høstesystem. I områder med gode arbeidsmuligheter utenfor bruket eller for personer som har kompetanse eller ferdigheter som gjør at de kan motta høy lønn, blir alternativverdien av tid høyere. Hvis alt annet holdes likt, tilsier dette at det kan være lønnsomt å investere i høstingsutstyr som fører til redusert tidsbruk. Det er viktig å forbedre det svakeste punktet i systemet. Hvis kapasiteten er lav på et område, hjelper det lite å ha stor kapasitet på et annet område. Produksjonen blir begrenset av den største flaskehalsen.

2.4.8 Lagringsmetode

Været, plantenes respirasjon og mikrobiell aktivitet under lagring kan påvirke kvaliteten. Å høste et godt grovfôr er viktig, men det er også viktig at grovfôret lagres riktig, siden det er kvaliteten på fôret når kyrene skal spise det som er av betydning (Ball et al., 2001).

Fôr som lagres i rundballer kan enten stå innendørs eller utendørs, men det er mest vanlig med utendørslagring. En ulempe med lagring i rundballer er at plasten er utsatt for skade, enten fra maskiner, skarpe gjenstander i lagringsområdet eller fra dyr som elg, mus og fugl (Mo, 2005). Hvis det oppstår hull i plasten, kan luft trenge inn i fôret. Dette vil gi økt mugning, og dermed redusere kvaliteten, mer om dette beskrives senere under fermenteringsprosessen.

Det finnes ulike varianter av siloer som fôret kan lagres i. Den vanligste siloen er tårnsilo, som er en vertikal sylinder hvor høyden er lenger enn bredden. Plansilo er en annen variant, hvor fôret legges på et betonggulv med to eller tre vegger, og dekkes til. En siste type er stakksilo, det er også en horisontalsilo som plansilo, men uten vegger. Ved bruk av silo er det viktig at denne er helt tett, for å unngå innstrømning av luft.

2.5 Fermenteringsprosessen

Fermenteringsprosessen omhandler endringene som skjer i fôret under ensilering. Inne i beholderen (silo eller rundballe) foregår det en ønsket og kontrollert fermenteringsprosess som øker holdbarheten på fôret ved at pH-verdien reduseres. Det ferdige produktet, surfôret, vil ha et surt miljø, noe som gjør det lagringsstabil. Mikrobiell aktivitet fra enkelte mikroorganismer er uønsket da dette gir et produkt som ikke kan brukes som dyrefôr, det kan til og med være giftig. For å få til en vellykket fermentering er det spesielt viktig med anaerobe forhold og lav pH.

Prosessen vil avhenge av tørrstoffinnholdet i fôret. Mikroorganismene finnes i vannfasen, det er her fermenteringen skjer ved hjelp av substrat som er oppløst i væsken (Mo, 2005). Fôr med et lavt vanninnhold vil dermed ha en lavere mikrobiell aktivitet. I våtere fôr må den mikrobielle veksten hemmes. Dette gjøres ved å senke pH. Fermentering av fôret kan skje naturlig, uten å tilsette ensileringsmidler. Men det er ikke alltid at dette vil gi god surfôr kvalitet, da populasjonen av mikroorganismer som naturlig finnes på fôret kan variere mye. Ensileringsmidler brukes for å gjøre det lettere å oppnå ønsket fermentering.

Fermenteringsprosessen er beskrevet under, og kan ifølge Barnes et al. (1995b) deles inn i fire ulike faser. Det er ikke et klart skille mellom fasene, men en glidende overgang mellom to faser. Først presenteres det en oversikt over de vanligste mikroorganismene som inngår i ensileringen av surfôr, og deres egenskaper (Tabell 2.1 på neste side). Aerobe mikroorganismer må ha oksygen for å leve, anaerobe mikroorganismer lever bare uten oksygen, mens fakultativt anaerobe kan leve både med og uten oksygen.

Tabell 2.1: Oversikt over de viktigste mikroorganismene som inngår i fermenteringsprosessen (Mo, 2005).

Aerobe eller anaerobe	Navn	Beskrivelse	Produserer	Ønskelig
Aerobe	Muggsopp	Muggdannelse vil ødelegge fôret, slik at det ikke kan gis til dyrene. Det kan dannes giftige stoffer som er helseskadelig. Dannelse av mugg vil ikke bli hemmet av lav pH, men av et anaerobt miljø.	Mugg Mykotoksiner	Nei
	Bacilli	Sporedannende bakterie, i likhet med klostridier. Finnes i jord og vann, og kan smitte over på graset. Vil gi økt varmeproduksjon og nedsatt fôrkvalitet, spesielt ved åpning og utfôring av surfôret.	Etanol Organiske syrer	Nei
Fakultativt anaerobe	Enterobakterier	Uensartet gruppe med bakterier. Vil konkurrere med melkesyrebakterier om næringen, men vil ikke bidra til å konservere fôret. Hemmes av lav pH.	Eddiksyre Etanol	Nei
	Gjærsopp	Konkurrerer med melkesyrebakteriene om næring, men uten å bidra til pH-senkning. Ved anaerobe forhold vil gjærsopp bruke sukker som næring, mens ved aerobe forhold kan de også omdanne organiske syrer, som melkesyre. Hemmes av lav pH.	Alkohol CO ₂ Eddiksyre Propionsyre Smørsyre	Nei
Anaerobe	Melkesyrebakterier	Vil produsere melkesyre som reduserer pH, da melkesyre er en sterk syre. Lav pH er ønskelig fordi det hemmer veksten av uønskede mikroorganismer. I tillegg er denne måten å senke pH på den som gir lavest tap av næringsstoffer.	Melkesyre	Ja
	Klostridier (smørsyrebakterier)	Finnes i jord og husdyrgjødsel, og kan smitte over på graset. Konkurrerer med melkesyrebakterier om næring, men uten å konservere fôret. Vil omdanne sukker med et mye større næringstap enn melkesyre. Proteolytiske klostridier kan bryte ned proteiner, noe som er uønsket. Kan også omdanne melkesyre til en svakere syre, noe som øker pH. Blir hemmet ved lav pH, men kan gå fra bakterieform til sporeform hvis reduksjon i pH går for sakte.	Smørsyre Eddiksyre	Nei

1. Den aerobe fasen

Etter at graset er slått og til det er pakket lufttett, vil materiale ha tilgang på oksygen. Tiden med lufttilgang kalles den aerobe fasen. Ved tilgang på oksygen kan enzymer i plantemateriale og i de aerobe og fakultativt anaerobe mikroorganismene respirere.

Respirasjon vil si at sukker og oksygen blir omdannet til karbondioksid og vann, dette vil skape varme. Enzymer kalt proteaser er også aktive under tilgang på O_2 , disse vil bryte ned proteinet i graset til aminosyrer, amider, peptider og NH_3 . Dette kalles proteolyse.

Respirasjon og proteolyse er to prosesser som foregår under den aerobe fasen, og dette er uønsket aktivitet. Aerobe og fakultativt anaerobe mikroorganismer, som gjær og muggsopp, finnes naturlig på graset. I den aerobe fasen kan disse komme opp i en høy konsentrasjon og gi en betydelig respirasjon. Det er viktig at denne fasen er kort, slik at varmeproduksjonen og tapet av protein og sukker ikke blir for stort. Tapet kan minimeres ved rask fylling i silo, god pakking av rundballer og rask lufttetting.

2. Fermenteringsfasen

Når alt oksygenet er brukt opp, vil fermenteringen starte umiddelbart. I denne fasen vil planteceller gå i oppløsning, noe som har både positiv og negativ effekt. Det vil frigi sukker som melkesyrebakterier kan bruke til å danne melkesyre. Men det vil også frigi proteolytiske enzymer som bryter ned protein, og hvis tørrstoffprosenten er lav (under 30 %) kan tapet av pressaft være betydelig. Pressaft består av bl.a. løselig sukker, organiske syrer, mineraler og proteiner. Hvis pressaft forsvinner fra fôret vil dette medføre et tap av fordøyelige næringsstoffer.

Det finnes uønskede anaerobe og fakultativt anaerobe mikroorganismer i fôret, slik som enterobakterier, gjær og klostridier. Disse vil konkurrere med melkesyrebakterier om den tilgjengelige næringen (vannløselige karbohydrater). Hvis tilgangen på næring er god vil melkesyrebakteriene oppformeres, bli mer og mer dominerende og danne melkesyre. Det er ønskelig med en høy melkesyregjæring, da dette gir lavere pH og mindre tap av næringsstoffer enn ved produksjon av f.eks. eddiksyre og smørsyre. Utilstrekkelig tilgang på vannløselige karbohydrater kan føre til at pH-verdien ikke blir lav nok. Ved høyere pH vil klostridiene trives godt, og de kan omdanne vannløselig karbohydrater og melkesyre til smørsyre. Dette vil ikke gi redusert pH, slik som produksjon av melkesyre vil.

3. Den stabile fasen

Etter at melkesyrebakteriene har produsert mye melkesyre slik at pH blir lav, vil fermenteringen avta. Så lenge beholderen er tett vil aktiviteten være liten, men noe nedbryting av hemicellulose til sukker kan forekomme. Dermed kan pH senkes noe gjennom den stabile fasen ved at litt melkesyre blir produsert. Så lenge surfôret pakkes og lagres helt lufttett, kan det beholde god kvalitet over flere år. Hvis det oppstår hull i beholderen slik at luft kan strømme inn til fôret, vil populasjonen av aerobe mikroorganismer øke, og dermed også respirasjonen. Dette vil gi økt dannelse av muggsopp, tap av tørrstoff (TS) og varmeproduksjon i massen. På samme måte som i fase 1, vil resultatet av dette være dårligere kvalitet på surfôret. Dermed er det viktig å påse at beholderne er helt tette, gjennom hele ensilerings- og lagringsperioden.

4. Utføringsfasen

Hvis surfôret lagres i en silo, må denne åpnes ved uttak av fôr. Da vil overflaten av surfôret få tilgang på luft. Luften kan trenge én meter inn i fôrmassen, avhengig av flere faktorer som pakkegrad, kuttelengde og fuktighet, noe som fører til aerob nedbrytning av det utsatte fôret. Dette vil gi økt varmeproduksjon, innholdet av melkesyre vil reduseres, og pH-verdien vil øke tilsvarende. Noe som igjen vil gi et tap av tørrstoff og lettfordøyelige næringsstoffer. Størrelsen på tapet vil avhenge av størrelsen på lufttilgangen og temperaturen i luften. Tapet er potensielt stort siden lufttilgangen er ubegrenset ved uttak.

2.5.1 Fermenteringskvaliteten

Resultatet av omsetningen ved fermentering som foregår i surfôret vil påvirke kvaliteten. Ønsket verdier for innhold av fermenteringsprodukter vises i tabellen under.

Tabell 2.2: Normale verdier for fermenteringsprodukter i surfôr med tørrstoffinnhold < 25 % (Eurofins, ukjent årstall).

pH	g/kg N		g/kg TS					
	NH ₃ -N	Melkesyre	Eddiksyre	Smørsyre	Propionsyre	Maursyre	Etanol	Totale syrer
< 4,2	< 81	40 - 80	12 - 30	< 4	< 2 el. 6 - 12	< 2 el. > 8	< 8	< 100

Et gjæringsmønster der det produseres propionsyre og maursyre er i utgangspunktet ikke ønskelig. Men brukes syremiddel som ensileringsmetode vil man tilsette maursyre og propionsyre, uten at dette er et problem for kvaliteten. Derfor er det oppgitt to krav i tabellen.

Lav pH-verdi er viktig for å unngå uønsket fermentering av f.eks. smørsyre. Mye smørsyre vil gi lavere smakelighet på fôret, og dermed et lavere fôropptak hos kyrene (Mo, 2005).

Smørsyre gjæring vil også gi et større tap av energi enn ved melkesyre gjæring. Hvis pH ikke er lav nok vil gjærsopp danne etanol og CO₂ fra sukker. For høyt innhold av etanol i fôret kan gi smaksfeil på melka til kyrene som spiser fôret (Randby, 2011).

Flere andre faktorer kan påvirke grovfôr kvaliteten negativt, som f.eks. ugress, plantesykdommer, insekter og andre skadedyr (Cherney, ukjent årstall). Normalt er de skadelige virkningene fra disse faktorene beskjedne sammenlignet med konsekvensen av de andre faktorene som er omtalt tidligere i teksten, under avsnitt 2.4 og 2.5.

2.6 Grovfôrets påvirkning på fôropptak og ytelse

Fôret gir kyrene energi som trengs til vedlikehold, reproduksjon og melkeproduksjon. God helse og ytelse hos kyrene er viktig for å lykkes som melkeprodusent. Hovedinntekten til en melkebonde kommer fra levert melk til meieri, og prisen pr. liter melk avhenger av melkens kvalitet. For å oppnå god helse og ytelse er det viktig med grovfôr av god kvalitet, med riktig sammensetning av næringsstoffer og et høyt energiinnhold.

Fôropptaket er den faktoren som har størst betydning for responsen i melkeproduksjon (Hvelplund & Nørgaard, 2003). Fôropptaket oppgis i kg TS/ku/dag. Hvor mye energi kyrene får i seg har stor innvirkning på ytelsen, og dermed lønnsomheten. Fôropptaket har en kompleks regulering, hvor faktorer ved dyret, fôret og miljø spiller inn. Grovfôr kvaliteten vil påvirke opptaket av grovfôret gjennom faktorer som kjemisk sammensetning, fordøyelighet, tørrstoffinnhold og fermenteringsprodukter.

2.7 Økonomien i grovfôrproduksjon

2.7.1 Lønnsomhet

Bonden er selvstendig næringsdrivende, og hver gård er unik. For alle bedrifter er god lønnsomhet viktig for å overleve i næringen på lang sikt. Lønnsomhet måles ved hjelp av inntekter fra bedriftens aktivitet og utgifter fra oppbrukte ressurser (Hofstrand, 2009).

Differansen mellom inntekt og utgift utgjør driftsresultatet, og er et mål på lønnsomheten. I melkeproduksjon utgjør fôret den største enkeltposten av de variable kostnadene (Moore, 1998). For å oppnå god lønnsomhet er det viktig å ha kontroll på fôrkostnadene.

Det er stor variasjon i lønnsomheten mellom gårder i norsk landbruk, både mellom og innen driftsformer (Ystad et al., 2016). Lønnsomheten vil påvirkes av ytre og indre faktorer. Ytre faktorer kan ikke den enkelte bonde styre over selv, dette inkluderer bl.a. klima, vær, politikk, markedstrender og det generelle prisnivået. Dette er rammer i produksjonen som gårdbrukere innen et område eller en type produksjon må forholde seg til. Disse faktorene vil være avgjørende for enkelte valg, og bidra til usikkerhet rundt valgene. Indre faktorer kan bonden styre over selv og inkluderer alt som har med driftsledelse å gjøre. Slik som hvilke plantearter skal dyrkes, hvor store investeringer skal gjennomføres, hvor stor arbeidsinnsats skal legges inn, valg av høsteteknikk osv. Motivasjon, verdier og holdninger vil også være indre faktorer som kan påvirke lønnsomheten.

Å ha god grovfôr kvalitet vil være lønnsomt på flere områder (Undersander, ukjent årstall):

- Bedre grovfôr kvalitet kan gi økt melke- og/eller kjøttproduksjon, som igjen kan gi en høyere inntekt pr. dyr.
- God kvalitet kan gi økt inntekt ved salg av grovfôret. Hvis man har overskudd av fôr kan det være en mulighet å selge det beste fôret, og bruke resten til eget forbruk. Hvis man får en god pris ved salg kan dette være mer lønnsomt enn å bruke det beste fôret selv. Dette avhenger selvfølgelig av prisen man oppnår ved salg kontra den oppnåelige økningen i ytelse ved eget forbruk.

- Det kan være lønnsomt å fordele grovfôret mellom kyr med forskjellig melkeytelse, ut i fra grovfôrkvaliteten og kyrenes behov for næringsstoffer. Kyrene som har høy melkeytelse burde få det beste fôret, siden å produsere melk krever mye energi (Hvelplund & Nørgaard, 2003). Høytytende kyr bør få tidlig/normalt slått grovfôr med mye energi og moderat mengde med struktur/fiber. Kvigene og sinkyrne har et mindre energibehov siden de ikke produserer melk. De burde få fôr som er seinere slått med mer struktur, siden dette fyller opp vomma og gir metthetsfølelse. På denne måten utnyttes fôrressursene på best mulig vis, og sløsing med næringsrikt fôr unngås.

Det finnes flere andre faktorer enn grovfôrkvaliteten som påvirker lønnsomheten i melkeproduksjon. F.eks. vil bruk av kraftfôr og management også påvirke melkeytelsen. Prisen man oppnår ved salg av grovfôret vil også avhenge av tilbud og etterspørsel etter grovfôr. Hvis etterspørselen er høy kan man få en høy pris på fôret, og motsatt. Men hvis man holder alle andre faktorer konstant, så kan økt grovfôr kvalitet også gi økt lønnsomhet.

2.8 Kostnadene i grovfôrproduksjon

Å dyrke grovfôr utgjør en betydelig kostnad. Denne kostnaden påvirkes bl.a. av valg av plantemateriale, og hvordan dette er dyrket, høstet, lagret og utfôret. Hver alternativ metode har ulike investeringskostnader, driftskostnader og arbeidsforbruk. Økonomiske valg rundt grovfôrproduksjon burde ifølge Benson og Green (2007) basere seg på flere faktorer, som den totale kostnaden av det ferdigproduserte fôret, det totale arbeidsforbruket, alternativverdien av arbeidskraft, effekten av fôret på dyrenes ytelse og helse, og effekten av variasjon fra år til år i avling og kvalitet.

2.8.1 Inndeling av kostnadene

Kostnadene i grovfôrproduksjonen kan deles inn i variable kostnader, produksjonsavhengige faste kostnader og produksjonsuavhengige faste kostnader (Espeseth, 2015, personlig meddelelse). Kostnadene kan grupperes avhengig av om de varierer med produksjonen eller ikke. De faste kostnadene pr. årsku vil synke med økende antall årskyr, noe som ikke gjelder for de variable kostnadene (Huus, 2015).

Variable kostnader vil avhenge totalt av produksjonen. De vil øke eller avta med antall dyr og dekar jord. Hvis produksjonen stopper opp, vil også de variable kostnadene slutte å påløpe.

De viktigste variable kostnadene for grovfôr dyrking omfatter:

- Frø
- Ugressmiddel
- Ensileringsmiddel
- Kalk og gjødsel
- Plast
- Høsting av fôret (inkluderer transport, drivstoff og olje)
- Arbeidstimer (verdien av arbeidskraft settes lik laveste forventet avkastning på arbeidskraft, eller lik alternativkostnaden for arbeidskraften (Benson & Green, 2007))

Produksjonsavhengige faste kostnader vil være faste med et gitt produksjonsnivå, men endres produksjonsnivå betraktelig, vil også disse kostnadene endres. Sett over lang tid vil disse kostnadene være variable, mens på kort sikt er de faste. Dette kan være:

- Maskinleie
- Jordleie
- Telefon
- Forsikringer

Produksjonsuavhengige faste kostnader vil ikke avhenge av produksjonsnivå, dette er kostnader som påløper uavhengig av produksjonen og er irreversible. Dette kan være avskrivninger og renter på maskiner, driftsbygninger og inventar. Avskrivninger vil si at utgiften til et driftsmiddel som kjøpes inn, blir fordelt ut over driftsmiddelets levetid. Siden investeringen vil gi en inntekt over flere år, blir også utgiften fordelt ut over disse årene. Dette vil gi et mer korrekt bilde av resultatet for hvert år. Avskrivninger er en ikke-betalbar kostnad, men oppføres i regnskapet også for å sikre at driftsmiddelet er verdsatt til riktig verdi, siden verdien faller med forbruket og tiden (Moore, 1998).

I tillegg til dette finnes det «gjemte» kostnader i grovfôr dyrkingen. Dette inkluderer tap av avlingen gjennom kjemiske endringer, sløsing og rester. Tapet vil avhenge av flere faktorer, som høstemetode, konservering, lagring, utfôring og management (Benson & Green, 2007). Størrelsen på tapet kan ha stor betydning på kostnaden av fôret pr. fôrenhet.

2.8.2 Ulike forutsetninger mellom gårder

Alle gårder har forskjellige forutsetninger og et ulikt kostnadsbilde. For eksempel, å kjøpe brukt utstyr vil gi lavere eierkostnader enn å kjøpe nytt, men muligens høyere driftskostnader, kanskje spesielt for reparasjoner (Benson & Green, 2007). Å dyrke gras i Finnmark vil gjøre det vanskeligere å oppnå et like billig grovfôr som i Østfold. Variasjon i forutsetninger gjør at det ikke finnes et fasitsvar på spørsmål om lønnsomhet ved ulike strategier for grovfôrproduksjon. Hvert alternativ har flere aspekter som bør vurderes. En strategi for grovfôrproduksjon kan være lønnsom på en gård, og helt ugunstig på en annen gård. Imidlertid må enhver beslutning starte med en klar forståelse av kostnadene involvert og virkningen på dyrenes helse og ytelse.

2.8.3 Kostnadene ved ulike anskaffelser av grovfôret

For en melkeprodusent finnes det flere måter å skaffe seg grovfôr på, og kostnadene mellom alternativene vil variere. Man kan dyrke fôret selv basert på egne ressurser som maskiner, arbeidstimer og jord, eller man kan leie inn en eller flere av disse faktorene (Benson & Green, 2007). Man kan også sette bort hele jobben med fôr dyrking til noen andre. Dette vil frigjøre arbeidstimer som bonden kan bruke på andre arbeidsoppgaver. Samtidig vil det medføre en risiko ved å ikke ha full kontroll og oversikt over produksjonen selv. Ut i fra bondens situasjon kan det i enkelte tilfeller være mer lønnsomt med andre alternativer enn egenproduksjon av fôret. Å leie inn noen til å dyrke fôret vil gi et annerledes kostnadsbilde enn ved å produsere det selv, slik som investeringsbehovet, kontantstrøm og arbeidsmengde. Ved å leie kan man kvitte seg helt eller delvis med faste kostnader knyttet til utstyr brukt i fôrproduksjon, gitt at de som gjør jobben bruker sitt eget utstyr. Et siste alternativ er å kjøpe ferdig produsert fôr fra en annen gård, dette kan også gi økt risiko i forhold til kvaliteten på fôret.

2.8.4 Betydningen av tørrstoffinnholdet på kostnadene

Innholdet av tørrstoff (TS) i grovfôret vil være av betydning for kostnaden ved produksjon. Ved høyere tørrstoffinnhold vil volumvekten bli lavere. I følge Mo (2005) er en generell regel at når tørrstoffinnholdet i graset øker fra 20 til 35 %, vil mengden tørrstoff pr. rundballe øke med 50 %. Hvis man forutsetter en avling på 600 kg TS pr. dekar, og et volum på 1,35 m² pr. rundballe, vil antall baller pr. dekar bli 4,7 ved 20 % TS sammenlignet med 3,3 ved 35 % TS (Mo, 2005). Dette reduserer kostnadene knyttet til plastikk, transport, lagring og utfôring av

grovfôret, i tillegg vil høstekapasiteten øke. For grovfôr er volumet som høstes stort, det utgjør mange tonn. Sammenlignet med pelletert kraftfôr, har grovfôr en lav økonomisk og ernæringsmessig verdi pr. volumenhet. Hvis graset dyrkes et stykke unna gården, kan transportkostnadene være av stor betydning. Hvis man har leid inn noen til å høste fôret, og betaler dem en viss sum pr. rundballe, kan dette ha mye å si for den totale produksjonskostnaden. Hvis bonden betaler 120 kr pr. rundballe, vil kostnaden pr. dekar bli 564 kr ved 20 % TS, og 396 kr ved 35 % TS. Gjennomsnittlig grovfôrareal i datasettet som brukes senere i oppgaven er 422 dekar. Hvis en bonde med like stort grovfôrareal skulle leid vekk høstingen av hele avlingen, vil differansen i kostnad mellom 20 og 35 % TS utgjøre hele 70 896 kr.

2.9 Økonomiske prinsipper

Ifølge Foley et al. (1972) er god driftsledelse nøkkelen til en lønnsom melkeproduksjon. Å ha både en langsiktig plan som strekker seg flere år frem i tid, og en kortsiktig plan fra dag til dag kan være avgjørende for å oppnå god lønnsomhet. Optimal bruk av ressurser og arbeidstimer er viktig for å minimere kostnadene rundt grovfôrproduksjon. Utover hvilken klasse melken havner i, er det lite bonden kan gjøre med melkeprisen han får pr. liter produsert melk. For å øke overskuddet kan enten ytelsen øke eller kostnadene reduseres.

Økonomiske prinsipper som kan være til hjelp i melkeproduksjon for å oppnå bedre lønnsomhet er beskrevet under ut i fra Foley et al. (1972). For å bruke disse økonomiske prinsippene i praksis, kreves det at bonden er en god virksomhetsleder, som har full oversikt over driften.

2.9.1 Alternativkostnad

Det finnes som regel alltid et alternativ for bruken av ressurser. Verdien av den beste alternative anvendelsen er lik alternativkostnaden. Verdien av alternativkostnaden vil omfatte inntektsverdien som man går glipp av ved den nåværende produksjonen. Jorden som brukes til å dyrke grovfôr kan alternativt brukes til noe annet, f.eks. leies ut eller andre vekster kan dyrkes. Arbeidstimene som legges inn i grovfôrproduksjon kan alternativt brukes på annet arbeid. Er verdien av alternativkostnaden høyere enn verdien av den nåværende produksjonen, vil det være mer lønnsomt å bytte til den alternative anvendelsen. Alternativkostnader burde vurderes når det skal tas valg rundt grovfôrproduksjonen.

2.9.2 Komparative fortrinn

Når alternativkostnaden ved en produksjon er lavere hos en bonde i forhold til en annen, vil den første bonden ha et komparativt fortrinn i denne produksjonen. Hver enkelt gård har sitt unike ressursgrunnlag, og ulike sterke og svake sider. Den enkelte gårdbruker burde utnytte sine ressurser i den type produksjon som gir flest fordeler, færrest ulemper og størst overskudd. På denne måten vil lønnsomheten av driften bli høyest mulig. Fysiske, biologiske, økonomiske og sosiale faktorer har innflytelse på hva som er en gårds komparative fortrinn.

2.9.3 Substitutter

To ressurser er substitutter hvis de kan erstatte hverandre. Hvis en ressurs kan byttes ut med en annen som gir samme type produkt eller resultat, men lavere kostnad, vil dette være lønnsomt. For eksempel kan arbeidstimer byttes ut med en større mekaniseringsgrad. Norge har et høyt kostnadsnivå, og derfor er det ofte gunstig å bytte ut arbeidstimer med maskintimer. Et annet eksempel er at kraftfôr og grovfôr kan erstatte hverandre. Grovfôr er som nevnt innledningsvis en viktig del av rasjon til drøvtyggere. Forholdet mellom grovfôr og kraftfôr i rasjon er bestemt av flere faktorer. Ved et lavt produksjonsnivå hos kyrene kan grovfôr alene dekke behovet for energi. Men er produksjonsnivået høyt vil det være behov for kraftfôr med et høyere energiinnhold. Rasjonen til høytstående kyr kan bestå av over 50 % kraftfôr på tørrstoffbasis (Hvelplund & Nørgaard, 2003). Kraftfôr og grovfôr er både substitutter og komplementære. Det innebærer at de til en viss grad kan erstatte hverandre, men at de også kan være avhengige av hverandre. For å oppnå et godt forhold mellom fôrforbruk og avdrått er man avhengig av både høy kvalitet på grovfôret og en god fôringsstrategi med bruk av kraftfôr (Fjellhammer & Thuen, 2014). God grovfôr kvalitet kan redusere andelen kraftfôr i rasjon, og på den måten gi en billigere rasjon, siden kraftfôr generelt sett er dyrere enn grovfôr pr. fôrenhet (Huus, 2016). Høy pris på kornet vil gi en høy kraftfôrpris, som igjen vil virke i retning av en større produksjon av grovfôr med bedre kvalitet så langt det lar seg gjøre.

2.9.4 Avtagende avkastning

Loven om avtagende avkastning forteller at hvis en variabel innsatsfaktor øker, vil totalt produsert mengde øke, gitt at alle andre innsatsfaktorer holdes konstant. Produsert mengde vil øke mest med de første enhetene av innsatsfaktoren som legges til. Etter hvert vil økning bli mindre og mindre, helt til det når ett toppunkt hvor produsert mengde er maksimert. En ytterligere økning i innsatsfaktoren etter dette kan gi reduksjon i produsert mengde. F.eks. vil en økning i gjødselmengde i næringsfattig jord gi en stor økning i avling, etter hvert vil hver enhet gjødsel som tilsettes gi lavere og lavere økning i avling.

3 Materiale og metode

3.1 Datasett

Resultatene bygger på et datamateriale fra Tine SA. Alle observasjonene kommer fra norske gårder med melkeproduksjon på storfe. Noen av brukene har også oppfôring av okser til slakt. Datasettet inneholder observasjoner fra samme gård for to år, 2012 og 2013. Det er 108 observasjoner for hvert år, til sammen 216 observasjoner. Brukene som inngår i studien befinner seg spredt rundt store deler av landet. Brukene blir delt inn i soner for distriktstilskudd for melk. Vedlegg 1 viser kart over de ulike sonene. Datasettet inneholder bruk fra sone B, C, D, E og G. For de ulike sonene fordeler observasjonene seg som vist under i Tabell 3.1.

Tabell 3.1: Fordelingen av antall observasjoner i de ulike sonene som inngår i datasettet.

Sone	Antall observasjoner
B	86
C	54
D	34
E	20
G	22

Sone B og C representerer flate områder i sør-, vest- og midt-Norge. Sone D og E representerer mer kupert landskap i hovedsakelig vest- og midt-Norge. Mens sone G representerer øvre deler av Nordland og sørlige deler av Troms.

3.1.1 Økonomiske og produksjonsavhengige data

Data over innsatsfaktorer og resultater fra grovfôrproduksjon og melkeproduksjon er samlet inn fra den tidligere Tine Effektivitetskontroll (EK), som nå kalles for Tine Mjølkonomi. Det er en driftsgrensanalyse som sammenstiller produksjonsdata fra Kukontrollen med data fra regnskap, og tar for seg melkeproduksjon, grovfôrproduksjon, og kjøttproduksjon.

3.1.2 Data over grovfôrkvaliteten

Data over grovfôrkvaliteten er hentet fra FAS (feed analysis system), som er NorFor sin database over fôranalyser. Nesten alle prøvene er analysert med NIR-metoden (near infrared

spectroscopy), men noen er også kjemisk analysert. NIR-metoden går ut på at en prøve av fôret skannes med elektromagnetisk stråling ved bølgelengde mellom 1100 og 2500 nm (nær infrarødt lys) (Marten et al., 1989). Energien som reflekteres fra fôret ved ulike bølgelengder kan brukes til å identifisere ulike kjemiske bindinger, og dermed den kjemiske sammensetningen av fôret. Fordelen med NIR i forhold til kjemisk analyse er at NIR-metoden er mye mindre arbeidskrevende og billigere. Å utføre en kjemisk analyse på fôret tar ca. 16 timer, mens en NIR-analyse tar 2-3 minutter. Nøyaktigheten derimot, er lavere ved bruk av NIR-metoden. Instrumentet som brukes må kalibreres ut i fra hva slags prøve som analyseres (høy, surfôr, halm osv.), og resultatet er avhengig av hvor god kalibreringen er.

Verdiene som beskriver grovfôr kvaliteten i datasettet er:

- Tørrstoff (g/kg)
- Råprotein (g/kg TS)
- NDF (g/kg TS)
- Sukker (g/kg TS)
- OMD (organic matter digestibility) (%)
- NEL₂₀ (net energy lactation) (MJ/kg TS)

Av disse verdiene er det NEL₂₀ som brukes som mål på grovfôr kvaliteten i denne oppgaven. NEL₂₀ oppgis i MJ pr. kg TS, det angir fôrverdien ved et tørrstoffinntak på 20 kg. Fôret vil ha ulik energiverdi avhengig av tørrstoffinntaket. Høyere tørrstoffinntak vil redusere fordøyeligheten. Derfor er NEL₂₀ gitt for et fôropptak på 20 kg TS. NEL₂₀ har en kompleks utregning, for mer litteratur om NEL₂₀, se Volden (2011).

3.1.3 Revidering av data

De brukene som hadde større enn 5 % endring i kvote fra 2012 til 2013 ble fjernet fra datasettet. Dette ble gjort fordi en endring i kvote kan tyde på at bruket er i en opptapping- eller nedtrappingsfase. I en slik endringsperiode er det en viss sjanse for at de ulike verdiene i datasettet avviker fra et gjennomsnittså for bruket.

3.2 Statistisk analyse

Det er brukt lineær regresjon for å få frem resultatene i oppgaven. Dette er utført i statistikkprogrammet «R Commander». Lineær regresjon brukes for å beskrive sammenhengen mellom en avhengig variabel (Y), og en eller flere uavhengige variabler (X_1, X_2 osv.). Lineær regresjon har følgende generelle form:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n + \varepsilon$$

Hvor:

Y = Avhengig variabel

α_0 = Skjæringspunktet der hvor regresjonslinjen treffer y-aksen

α_n = Økningen i Y når X_n øker med én enhet

X_n = Uavhengig variabel

ε = Feilleddet (uforklart variasjon)

Navnet lineær regresjon kommer av at modellen er lineær i parameterne α_n . Det gir stor fleksibilitet i analysene ved at variablene kan transformeres til andre funksjonelle former. I denne oppgaven er f.eks. varianter av $\ln(X_n)$ og $\ln(Y)$ brukt en god del fordi mange biologiske produksjoner gir avtakende marginalt utbytte, og sammenhengen er dermed ikke lineær.

Feilleddet i lineær regresjon har fire forutsetninger:

1. $E(\varepsilon) = 0$ (gjennomsnittet for populasjonen av ε er lik 0)
2. $Var(\varepsilon) = \sigma^2$ (ε har lik varians for ulike mengder av hvert enkelt X_n)
3. $\varepsilon \sim N$ (normalfordelt)
4. ε er uavhengig identisk fordelt

For at modellen skal gi forventningsrette parameterestimer og tolkes, må forutsetningene for feilleddet være oppfylt. Det er brukt ulike plott over feilleddet for å vurdere om modellene kan valideres. Residualplottene for alle modellene er lagt ved som vedlegg (vedlegg 2). Alle modellene har feilledd som oppfyller forutsetningene, og modellene kan dermed tolkes.

3.2.1 Signifikansnivå

Sammenhengen mellom en avhengig variabel Y og en uavhengig variabel X_n kan enten være signifikant eller ikke signifikant. En signifikant sammenheng vil si at det er lite sannsynlig at sammenhengen har oppstått tilfeldig. Signifikans oppgis i denne oppgaven som p-verdi. Det brukes et signifikansnivå på 5 %. En eller flere stjerner (*) bak p-verdien betyr at resultatet er signifikant.

3.2.2 Valg mellom ulike modellspesifikasjoner

I kapittel 4 er flere av modellene utvidelser av en enklere modell, dvs. at det er lagt til flere forklaringsvariabler.

Når det er flere forklaringsvariabler (uavhengige variabler) i en modell, kan disse variablene føre til at modellen forklarer mer av den totale variasjonen i data. Flere forklaringsvariabler reduserer antallet frihetsgrader og dermed også de estimerte p-verdiene. Dvs. at når det er mange forklaringsvariabler i en modell, men disse variablene bidrar lite til å øke forklaringskraften til modellen, så øker sannsynligheten for ikke-signifikante parameterestimater. For datasett med mange observasjoner vil denne virkningen normalt være liten. Dette er årsakene til at AIC (Akaike's informasjonskriterium) (Akaike, 1974) og BIC (Bayesiansk informasjonskriterium) (Schwarz, 1978) ble utviklet. Begge disse tilnærmingene korrigerer for hvor bra en modell fanger opp variasjon i data i forhold til hvor mange forklaringsvariabler modellen har. Jo lavere AIC og BIC, jo bedre er modellen.

4 Resultater og diskusjon

I dette kapittelet vil resultatene fremstilles, og diskuteres fortløpende. Først presenteres de statistiske modellene, så tolkes og diskuteres resultatene fra dette. Modellene som estimeres er begrunnet ut fra forventede sammenhenger mellom den avhengige og den eller de uavhengige variablene. Til slutt diskuteres det feilkilder og utfordringer knyttet til datasettet og analysene, samt forslag til forbedring.

Ved bruk av lineær regresjon forventes det at sammenhengen mellom den avhengige og de uavhengige variablene er lineær i de estimerte parameterne i modellen, jf. avsnitt 3.2. Men for alle modellene som brukes i oppgaven, forventes det en ikke-lineær sammenheng. Derfor er det brukt naturlig logaritme (\ln) for å tilpasse data til lineær regresjon. Hvor det er bruk \ln vises der modellene presenteres for første gang.

4.1 Grovfôrkvalitet

Den første hypotesen som neves i innledningen er at grovfôrkvaliteten vil øke når kostnadene ved produksjon av grovfôret øker. Kostnadene uttrykkes som brutto grovfôrkostnad. Dette vil si de totale kostnadene knyttet til grovfôrproduksjon, delt på antall FEm (fôrenhet melk) produsert. Benevningen blir dermed kr/FEm, og verdien er ekskludert tilskudd. Bakgrunn for hypotesen er at grovfôrkvaliteten vil være påvirket av kostnadene som puttes inn i produksjon. Nyere og mer moderne utstyr gir høyere avskrivninger, men kan også gi bedre grovfôrkvalitet enn eldre utstyr. Høyere kostnader knyttet til frø, vanning, drenering og konserveringsmiddel kan også tenkes å gi økt grovfôrkvalitet. En annen årsak til hypotesen er at tidspunkt for slått vil påvirke NEL_{20} og avlingen. Jo senere slått, jo lavere NEL_{20} og høyere avling. Høy avling gir lavere brutto grovfôrkostnad, siden kostnadene deles på avlingen. Dette åpner for samvariasjon (multikollinearitet) mellom NEL_{20} og avling. Derfor brukes det relativt enkle modeller for å redusere risikoen for multikollinearitet.

Modell 1:

Hypotesen bak modell 1 er at NEL_{20} øker gradvis avtagende etter hvert som grovfôrkostnadene øker.

$$NEL_{20} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Ln}(\text{Brutto grovfôrkostnad}) + \varepsilon \quad (1)$$

Tabell 4.1: Resultater fra lineær regresjon av modell 1.

NEL_{20}	α_0	$\alpha_1 \text{Ln}(\text{Bruttogrovfôrkostnad})$
Estimat	6,151	-0,112
Standardavvik	0,037	0,044
P-verdi	<0,001***	0,013*
R^2	0,024	
AIC	178	
BIC	188	

Tabell 4.1 viser at hypotesen bak modellen ikke holder stikk, og at det er stor uforklart variasjon i modellen fordi R^2 er lav. Resultatene viser at sammenhengen mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad er signifikant negativ, og ikke positiv som var forventet. AIC og BIC rapporteres fordi denne modellen utvides med flere uavhengige variabler i neste avsnitt og da må det brukes kriterier for å velge mellom de to modellspesifikasjonene (jf. avsnitt 3.2.2). Figur V2.1 i vedlegg 2.1 viser residualplottet for modell 1, og disse tyder på at det kan være systematisk uforklart variasjon i denne modellen. Sammen med lav R^2 gir dette en indikasjon på utelatte uavhengige variabler.

Modell 2:

Denne modellen er en utvidelse av modell 1 ved at sonene er lagt til som dummyvariabler.

Det er to årsaker til denne utvidelsen av modellen. For det første, forklarer modell 1 så lite av variasjonen i data og det ble oppdaget systematiske mønstre for feilleddene, jf. Figur V2.1.

For det andre, det er variasjon i vekstforholdene mellom de ulike sonene, dvs. at det er rimelig å forvente forskjeller i NEL_{20} mellom soner. Når en dummyvariabel, her sone, er signifikant forskjellig fra null, indikerer det at det er nivåforskjell mellom sonen og den sonen som brukes som basis (sone B som ikke har en egen dummy i den estimerte ligningen).

$$NEL_{20} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Sone C} + \alpha_2 \text{Sone D} + \alpha_3 \text{Sone E} + \alpha_4 \text{Sone G} + \alpha_5 \text{Ln(Brutto grovfôrkostnad)} + \varepsilon \quad (2)$$

Tabell 4.2: Resultater fra lineær regresjon av modell 2.

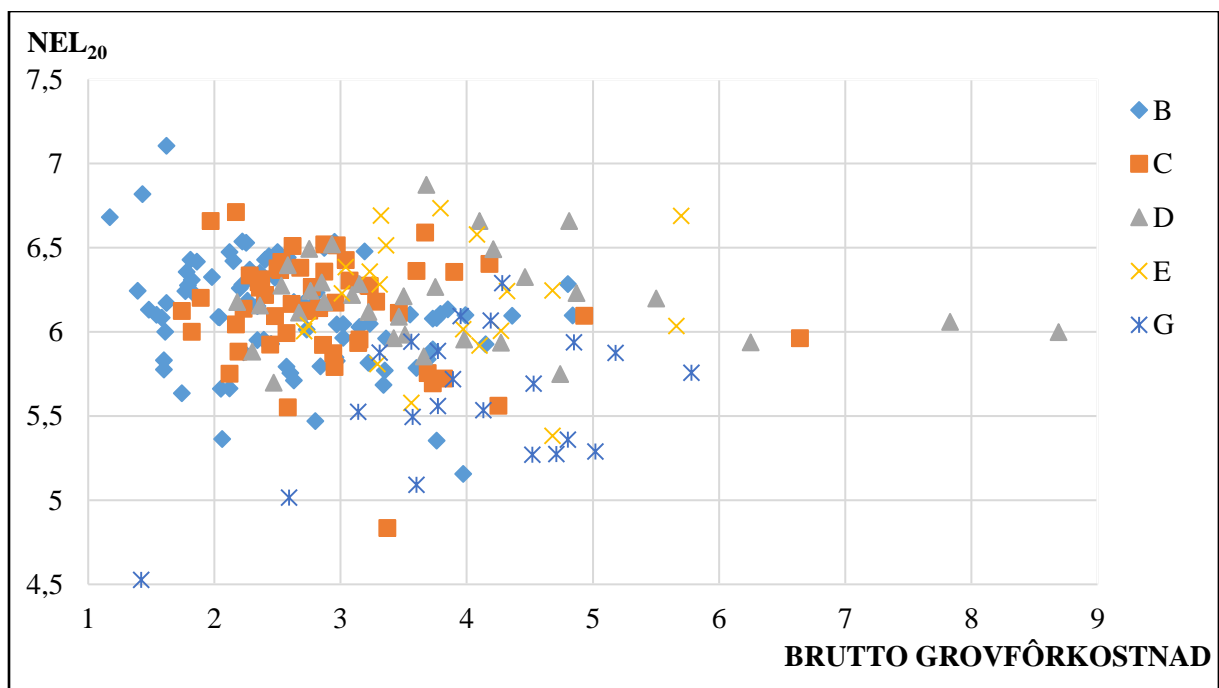
NEL_{20}	α_0	α_1 Sone C ¹	α_2 Sone D ¹	α_3 Sone E ¹	α_4 Sone G ¹	$\alpha_5 \text{Ln(Brutto grovfôrkostnad)}$
Estimat	6,134	0,051	0,137	0,140	-0,450	-0,087
Standard-avvik	0,039	0,058	0,071	0,089	0,084	0,046
P-verdi	<0,001***	0,379	0,056	0,108	<0,001***	0,061
R ²	0,20					
AIC	138					
BIC	161					

¹⁾ α_1 til α_4 er dummyvariabler som enten har verdien 0 eller 1, avhengig av hvilken sone observasjonen tilhører. For observasjoner innen sone B, vil alle dummyvariablene være 0. For observasjoner innen sone C, vil α_1 være 1 mens de andre er 0, osv. Når verdien for en dummyvariabel er null, vil den tilhørende uavhengige variabelen (sone) ikke ha noen effekt på den avhengige variabelen.

Tabell 4.2 viser at forklaringsgraden til modell 2 er vesentlig forbedret gjennom en langt høyere R^2 (0,20 mot 0,02 for modell 1). Parameterestimaten for de ulike sonene tyder på at man tjener lite på å behandle sone C som en egen sone. Samtidig synker verdien av parameterestimatet for $\text{Ln}(\text{brutto grovfôrkostnad})$ slik at det ikke kan utelukkes noe samvariasjon mellom grovfôrkostnader og sone. AIC og BIC har også blitt redusert i forhold til modell 1, noe som indikerer at modell 2 nyttiggjør seg informasjon i datasettet på en bedre måte enn modell 1. Figur V2.1 og V2.2 i vedlegg 2.1 og 2.2 viser at residualplottene også er forbedret i modell 2 i forhold til modell 1.

Resultatene fra Tabell 4.1 viser at modell 1 gir en signifikant negativ sammenheng mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad. Noe som betyr det motsatte av det hypotesen antok. Men R^2 for denne modellen er kun på 2,4 %, noe som vil si at største delen av variasjonen ikke er forklart av modellen. Med så lav R^2 er modellen for svak til å kunne påstå at resultatene stemmer.

Resultatene fra Tabell 4.2 for modell 2, som inkluderer de ulike sonene, gir en marginalt ikke signifikant negativ sammenheng mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnaden. Selv om sammenhengen ikke er signifikant, vil p-verdien på 0,061 tyde på at det er en svak negativ sammenheng. Ved første øyekast samsvarer ikke disse resultatene med det som var forventet, men det kan være at grovfôrkostnadene i enkelte soner er systematisk høyere samtidig som sonen gir lavere NEL_{20} . Figur 4.1 viser antydning til at dette kan stemme. Sone G viser tendens til både relativt høy brutto grovfôrkostnad, og lav NEL_{20} .



Figur 4.1: Sammenhengen mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad i de ulike sonene i datasettet.

Figur 4.1 viser at sammenhengen mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad varierer mellom sonene. Sone B ser ut til å ligge best an. De aller fleste observasjonene i denne sonen har både lav grovfôrkostnad og god kvalitet. Sone C, D og E ser ut til å ha ganske lik variasjon i NEL_{20} som sone B. Sone G ser ut til å ligge dårligst an med lavest grovfôrkvalitet. Dette kan bekreftes ved å se på estimatverdien i modellen. Sone B er referansesonen, slik at verdien for

α_0 viser til sone B. Estimatverdiene for sone C, D og E er ikke signifikante, noe som betyr at NEL_{20} i disse sonene ikke er signifikant forskjellig fra sone B. Sone G er derimot signifikant forskjellig fra sone B. Fortegnet for sone G er negativt, det betyr at sone G har signifikant lavere NEL_{20} enn sone B.

Sammenhengen mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad er ikke lineær, men log-lineær. Det betyr at estimatverdien for brutto grovfôrkostnad ikke kan tolkes som endringen i NEL_{20} , når brutto grovfôrkostnad øker med en enhet. Etter hvert som brutto grovfôrkostnaden øker, vil effekten på NEL_{20} endres. Dermed varierer estimatverdien ut i fra størrelsen på brutto grovfôrkostnad. I modell 2 kan sammenhengen mellom NEL_{20} og sone oppfattes som lineær. I realiteten er det imidlertid et skift, slik at når man flytter seg fra sone B til en annen sone, så skifter NEL_{20} opp (positivt parameterestimat) eller ned (negativt parameterestimat) når man flytter til sonen fra basissonen B. For eksempel, ved å flytte fra sone B til sone G vil dette gi en reduksjon i NEL_{20} på 0,45 MJ/kg TS.

Modell 2 har en R^2 på 20 %, og forklarer mer av variasjonen i NEL_{20} enn modell 1. Sone har nok dermed mer å si for variasjon i NEL_{20} enn hva brutto grovfôrkostnad har. At beliggenhet påvirker grovfôrkvaliteten er å forvente, siden ulike deler av landet har ulike forutsetninger. Jordsmonn, klima, antall meter over havet og helling på jordene er forutsetninger som varierer mellom ulike geografiske områder, og som kan påvirke grovfôrkvaliteten. Disse faktorene kan også påvirke kostnaden ved å produsere grovfôret. Dette kan være en årsak til at resultatene viser negativ sammenheng mellom grovfôrkvaliteten og brutto grovfôrkostnad. Vanskelige forhold for dyrking kan tenkes å gi høyere kostnader og samtidig lavere kvalitet på grovfôret.

En annen årsak til den negative sammenhengen mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad kan være at avlingen varierer mellom landsdeler. Det brukes enkelte andre grasarter i Nord-Norge enn i Sør-Norge. Disse artene tåler overvintring bedre, og er derfor bedre tilpasset klima i nord (Valberg, ukjent årstall). Men de kan også gi en lavere avling enn grasartene som kun brukes i sør. I tillegg vil det kanskje være forskjell på antall slåtter mellom områdene. I sør er det vanlig med to til tre slåtter i året, mens i nord er det kanskje bare mulig med en slått. Det vil gi høyere total avling med flere slåtter. Kostnaden av produksjonen vil også øke ved flere slåtter, men dette vil muligens ikke veie opp for økningen i avling med tanke på endring i brutto grovfôrkostnaden. Observasjonene fra sone B og sone G i datasettet viser at

gjennomsnittlig total avling i sone B er 193 000 FEm, mens gjennomsnittlig avling i sone G er 89 000 FEm. Dette vil mest sannsynlig bidra til at brutto grovfôrkostnad blir vesentlig høyere i sone G, siden de totale kostnadene deles på den totale avlingen. Men det må understrekes at antall observasjoner i sone B er 86, og antall observasjoner i sone G er 22. Dette er nok for få observasjoner til å kunne gjenspeile det virkelige gjennomsnittet i sonen. Samtidig gir det en indikasjon på at forskjellen i avling er stor mellom disse to sonene.

Videre viser resultatene at brutto grovfôrkostnad varierer mye, fra laveste verdi på 1,2 til høyeste verdi på 8,7 kr/FEm. Mens gjennomsnittet ligger på 3,15 kr/FEm. En rapport skrevet av Huus (2016), hvor grovfôr- og kraftfôrkostnadene sammenlignes, viser også at det er stor variasjon i grovfôrkostnadene mellom norske bruk. Rapporten til Huus viser at det er ingen sammenheng mellom grovfôrarealet eller beliggenhet korrigert for areal- og kulturlandskapstilskudd og grovfôrkostnaden. Derfor konkluderer Huus med at mye av variasjon i grovfôrkostnaden må skyldes andre faktorer, bl.a. bondes dyktighet. Siden brutto grovfôrkostnaden er de totale kostnadene delt på den totale avlingen, kan det være at avling er mer avgjørende for brutto grovfôrkostnaden enn hva kostnadene er. Stor, uforklarlig variasjon i brutto grovfôrkostnad kan være en grunn til at det ikke er en signifikant positiv sammenheng mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnaden.

4.2 Lønnsomhet

Videre i innledningen presenteres hypotese nummer to, som antar at grovfôrkvaliteten vil påvirke lønnsomheten i driften gjennom økt grovfôropptak, og dermed sparte kostnader ved et lavere kraftfôropptak. Dette på grunn av at kraftfôr generelt sett er dyrere enn grovfôr pr. fôrenhet (Huus, 2016). Lønnsomheten vil her uttrykkes som melk minus fôr. Melk minus fôr forteller både om lønnsomheten i melkeproduksjon, og om hvor effektivt fôret utnyttes til melkeproduksjon. Verdien regnes ut slik:

$$\text{Melk minus fôr (kr/liter melk)} = \frac{\text{Inntekt fra melk} - \text{Variable kostnader knyttet til alt fôr forbrukt}}{\text{Antall liter melk produsert}}$$

Driftsoverskudd kunne alternativt blitt brukt som mål på lønnsomheten. Men denne verdien er påvirket av mange faktorer som ikke har med grovfôrproduksjon eller melkeproduksjon å gjøre, f.eks. inntekt fra kornproduksjon eller skogbruk. Selv om melk minus fôr også er påvirket av flere faktorer, er den fortsatt nærmere knyttet til melke- og grovfôrproduksjon enn hva driftsoverskuddet er. Det er dermed lettere å finne en sammenheng mellom melk minus fôr og grovfôrkvaliteten. Det finnes tidligere studier som viser at melk minus fôr har god innvirkning på den totale lønnsomheten av driften (Hansen et al., 2005). Derfor velges denne variabelen som mål på lønnsomheten.

4.2.1 Grovfôropptak

Modell 3:

Hypotesen bak denne modellen er at $\ln(\text{grovfôropptak})$ (målt som FEm pr. ku pr. dag) øker med økt grovfôr kvalitet (NEL_{20}), og reduseres med økt kraftfôropptak (FEm pr. ku pr. dag).

$$\ln(\text{Grovfôropptak}) = \alpha_0 + \alpha_1 NEL_{20} + \alpha_2 \text{Kraftfôropptak} + \varepsilon \quad (3)$$

Tabell 4.3: Resultater fra lineær regresjon av modell 3.

Ln(Grovfôropptak)	α_0	$\alpha_1 NEL_{20}$	$\alpha_2 \text{Kraftfôropptak}$
Estimat	0,106	0,267	-0,138
Standardavvik	0,505	0,077	0,022
P-verdi	0,835	<0,001***	<0,001***
R ²	0,204		

Resultatene fra Tabell 4.3 viser en signifikant positiv sammenheng mellom grovfôropptaket pr. ku pr. dag og NEL_{20} . Dette betyr at økt grovfôr kvalitet vil gi et høyere grovfôropptak. Dette er også kjent fra tidligere forskning og lærebøker (Hvelplund & Nørgaard, 2003). I teoridelen er det også nevnt at det finnes flere faktorer ved grovfôr kvaliteten som påvirker fôropptaket, slik som planteart, tørrstoffinnhold og utviklingstrinn ved høsting. Dermed samsvarer resultatene med forventningene.

Videre viser resultatene fra Tabell 4.3 en signifikant negativ sammenheng mellom grovfôropptaket og kraftfôropptaket pr. ku pr. dag. Dette stemmer overens med hypotesen. Denne sammenhengens kalles substitusjonseffekten, og er også kjent fra tidligere lærebøker (Hvelplund & Nørgaard, 2003). Ved tilstrekkelig mengde grovfôr tilgjengelig eller god kvalitet på grovfôret, kan kraftfôrandelen reduseres, og en større del av behovet for energi dekkes av grovfôret. Dette er gunstig for både lønnsomheten i produksjon og for helsetilstanden i besetningen.

R² for modell 3 er 20,4 %, noe som vil si at en del av variasjonen i grovfôropptaket ikke er forklart av modellen. Grovfôropptaket har en kompleks regulering som styres av mange

faktorer utenom grovfôrkvaliteten, slik som melkeytelse, laktasjonsstadium, helse og tilgangen på grovfôr gjennom døgnet. Grovfôropptaket som er oppgitt i datasettet er en beregnet restverdi, som ikke tar hensyn til disse faktorene. Grovfôropptaket pr. ku blir beregnet som differansen mellom estimert energibehov til melke- og kjøttproduksjon, minus energiinnholdet i innkjøpt kraftfôr. Dette gjør at det sanne grovfôropptaket pr. ku for hver besetning muligens avviker noe fra det som er beregnet i datasettet.

4.2.2 Kraftfôrkostnad

Modell 4:

Hypotesen bak denne modellen er at kraftfôrkostnadene (kr pr. ku pr. dag) gradvis avtar med økende grovfôropptak (FEm pr. ku pr. dag). Det gir følgende modell, der hypotesen er at parameteren α_1 er negativ.

$$\text{Ln(Kraftfôrkostnad)} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Grovfôropptak} + \varepsilon \quad (4)$$

Tabell 4.4: Resultater fra lineær regresjon av modell 4.

Ln(Kraftfôrkostnad)	α_0	α_1 Grovfôropptak
Estimat	1,298	-0,068
Standardavvik	0,109	0,013
P-verdi	<0,001***	<0,001***
R ²	0,109	

Resultatene fra Tabell 4.4 viser en signifikant negativ sammenheng mellom grovfôropptaket og kraftfôrkostnaden pr. ku pr. dag. Det vil si at økt grovfôropptak, kan gi lavere kraftfôrkostnader. Siden kraftfôr i de fleste tilfeller er dyrere enn grovfôr pr. fôrenhet, kan det være lønnsomt å bytte ut en andel av kraftfôret med grovfôr av god kvalitet. Som resultatene fra modell 3 viser, vil bedre grovfôr kvalitet gi et høyere grovfôropptak. Dermed kan man oppnå et lavere kraftfôrforbruk, som igjen gir en lavere kraftfôrkostnad, ved å forbedre grovfôr kvaliteten på gården. Kraftfôrkostnaden utgjør en betydelig del av de variable kostnadene, så det kan være mye å spare på å redusere denne utgiften.

R² for modell 4 er 10,9 %, og det er dermed mye av variasjonen i kraftfôrkostnad som ikke er forklart av modellen. Kraftfôropptaket og pris pr. FEm på kraftfôret er faktorer som mest sannsynlig spiller en større rolle enn grovfôropptaket for kraftfôrkostnaden.

4.2.3 Melk minus fôr

Modell 5:

Hypotesen bak denne modellen er at melk minus fôr øker med økende kvalitet på grovfôret, men at denne nedgangen gradvis avtar. Det gir følgende modell der man forventer at α_1 skal være positiv.

$$\text{Ln}(\text{Melk minus fôr}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{NEL}_{20} + \varepsilon \quad (5)$$

Tabell 4.5: Resultater fra lineær regresjon av modell 5.

Ln(Melk minus fôr)	α_0	$\alpha_1 \text{NEL}_{20}$
Estimat	0,657	0,080
Standardavvik	0,116	0,019
P-verdi	<0,001***	<0,001***
R ²	0,072	
AIC	-368	
BIC	-358	

Parameterestimatet har det forventede fortegnet, men verdien er liten. Samtidig forklarer modellen lite av den totale variasjonen i data.

Residualplott for modell 5 (Figur V2.5 fra vedlegg 2.5) indikerer tilfeldig variasjon, men den lave forklaringsgraden for modellen gjør at man ikke kan utelate at viktige forklaringsvariabler mangler i modellen. Dette er grunnlaget for at modell 5 utvides med soner på lik linje med det som ble gjort for modell 2.

Modell 6:

Hypotesen bak denne modellen er at i tillegg til god fôrkvalitet, så vil sonetilhørighet påvirke lønnsomheten. Det kan bl.a. tenkes at kostnadene ved produksjon av grovfôret varierer mellom sonene som følge av ulike forutsetninger for grovfôr dyrking. Dette gir følgende utvidelse av modell 5 med soner og sone B tjener som basis.

$$\text{Ln}(\text{Melk minus fôr}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Sone C} + \alpha_2 \text{Sone D} + \alpha_3 \text{Sone E} + \alpha_4 \text{Sone G} + \alpha_5 \text{NEL}_{20} + \varepsilon \quad (6)$$

Tabell 4.6: Resultater fra lineær regresjon av modell 6.

Ln(Melk minus fôr)	α_0	α_1 Sone C ¹	α_2 Sone D ¹	α_3 Sone E ¹	α_4 Sone G ¹	$\alpha_5 \text{NEL}_{20}$
Estimat	0,963	-0,017	-0,063	-0,058	-0,158	0,036
Standardavvik	0,119	0,016	0,019	0,023	0,024	0,019
P-verdi	<0,001***	0,305	0,001**	0,012*	<0,001***	0,068
R ²	0,239					
AIC	-407					
BIC	-383					

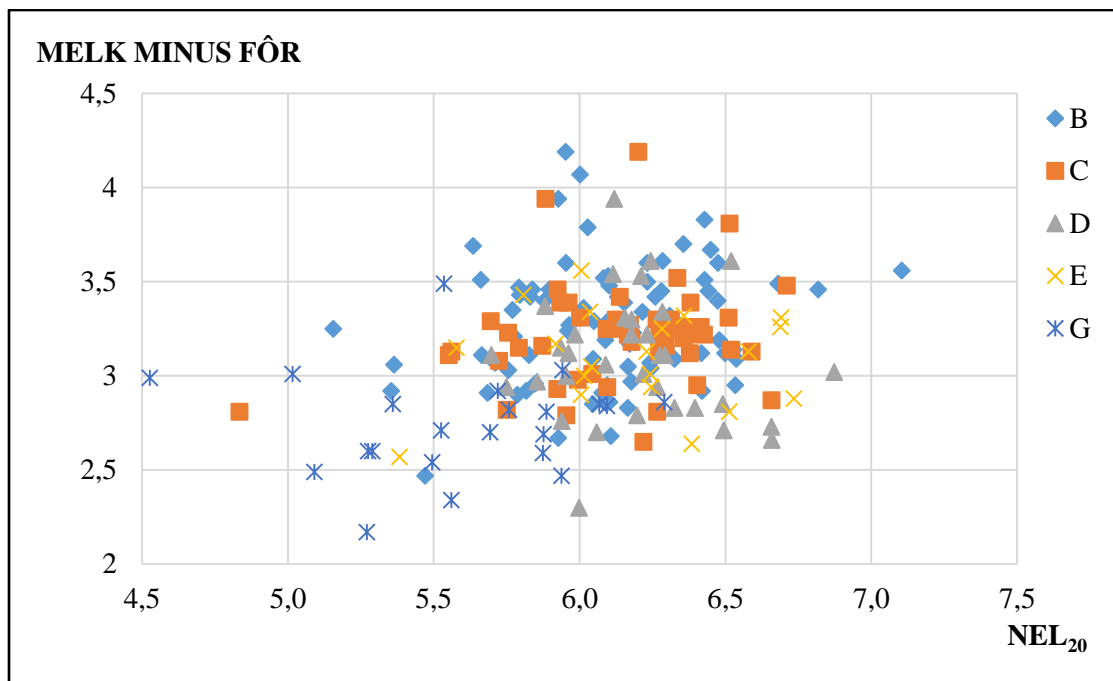
¹⁾ α_1 til α_4 er dummyvariabler som enten har verdien 0 eller 1, avhengig av hvilken sone observasjonen tilhører. For observasjoner innen sone B, vil alle dummyvariablene være 0. For observasjoner innen sone C, vil α_1 være 1 mens de andre er 0, osv. Når verdien for en dummyvariabel er null, vil den tilhørende uavhengige variabelen (sone) ikke ha noen effekt på den avhengige variabelen.

Resultatene fra modell 5 (Tabell 4.5) viser en signifikant positiv sammenheng mellom melk minus fôr og NEL_{20} . Dette stemmer overens med hypotesen, men R^2 for modell 5 er lav, noe som igjen innebærer at kun litt av variasjonen i melk minus fôr kan forklares av NEL_{20} . Dette er fornuftig, siden melk minus fôr påvirkes hovedsakelig av mengden melk produsert, oppnådd kr/liter melk og de variable fôrkostnadene. Hvor effektivt fôret utnyttes til melkeproduksjon er avhengig av en rekke faktorer, og dette vil i aller høyest grad også påvirke melk minus fôr. Alt fra helse til genetikk, trivsel og fôringsregime kan påvirke effektiviteten i fôrutnyttelsen, og dermed melk minus fôr. At mange ulike faktorer påvirker melk minus fôr, gjør det vanskelig å finne en klar sammenheng mellom denne og kun en annen variabel. Dette er en grunn til at R^2 er lav for modell 5.

I modell 6 er de ulike sonene lagt til. Resultatene fra denne modellen (Tabell 4.6) viser at melk minus fôr og NEL_{20} ikke lenger har en signifikant sammenheng. Dette kan komme av at det finnes et samspill mellom NEL_{20} og sone G og muligens basissonen B, som vist i modell 2. Et samspill mellom to forklaringsvariabler gjør at man ikke kan skille mellom effekten av de to på den avhengige variabelen (Sundell, 2010). Dermed vil effekten av NEL_{20} bli lavere når den samsvarer med andre uavhengige variabler. Samtidig scorer modell 6 bedre enn modell 5 på AIC og BIC, noe som indikerer at sonetilhørighet påvirker økonomien i melkeproduksjon. Modell 6 viser også en høyere R^2 (0,23) enn modell 5 som er uten sone (0,07).

Resultatene for modell 6 viser at det er en signifikant forskjell mellom sone B og D, B og E og B og G. For alle tilfellene er sammenhengen negativ. Det vil si at melk minus fôr er høyest i sone B, og signifikant lavere i sone D, E og G. Melk minus fôr i sone C er ikke signifikant forskjellig fra sone B. At melk minus fôr varierer mellom ulike soner kan skyldes flere årsaker. F.eks. kan grovfôrarealet være en begrensende ressurs for melkeproduksjon. Sone B er områder med store jorder, og gode forutsetninger for grovfôr dyrking. Dette kan bidra til at brukene i denne sonen har en høy melkeproduksjon pr. bruk. Noe som igjen kan gi en høyere melk minus fôr, da kostnadene deles på totalt antall liter produsert melk.

En annen årsak til at melk minus fôr varierer mellom sonene kan være som nevnt tidligere, at kostnadene ved grovfôrproduksjonen kan variere mellom geografiske områder. F.eks. vil mye helling, dårlig jordsmonn og lang kjørevei til jordet kunne bidra til å redusere melk minus fôr.



Figur 4.2: Sammenhengen mellom melk minus fôr og NEL_{20} i de ulike sonene.

Figur 4.2 viser en positiv sammenheng mellom NEL_{20} og melk minus fôr, men med stor variasjon. Det er variasjon både innen samme sone, og mellom de ulike sonene. Som nevnt er forskjellen mellom sone B og sone G størst, noe som også kommer frem av Figur 4.2.

Melk minus fôr varierer i datasettet fra minste verdi på 2,17 til høyeste verdi på 4,19, mens gjennomsnittet er 3,16 kr/liter. Det kan virke som at variasjon i melk minus fôr er relativt liten, siden tallene er så små. Men det er nesten 100 % forskjell mellom største og minste verdi. En liten endring i melk minus fôr vil ha mye å si for resultatet av produksjon.

Gjennomsnittlig mengde produsert melk i datasettet er 287 600 kg EKM. Det betyr at en økning i melk minus fôr på kun 0,2 kr/liter melk hos et bruk med gjennomsnittlig produsert mengde melk, vil gi et økt overskudd fra melkeproduksjon på 57 520 kr.

For å oppnå en økt lønnsomhet i melkeproduksjon, her målt som melk minus fôr, vil det være effektivt å både bremse ned kostnadene, og samtidig øke grovfôravlning og melkeproduksjon. Fokus på kostnadene ved produksjon av grovfôret og god grovfôr kvalitet er nok viktige faktorer for å oppnå god lønnsomhet i driften. Dette er noe som resultatene fra modell 5 og Figur 4.2 underbygger.

4.3 Feilkilder og forslag til forbedring

4.3.1 Ulike soner og forutsetninger

De ulike brukene som sammenlignes i oppgaven er lokalisert rundt store deler av landet. I datasettet finnes det kun informasjon om hvilken tilskuddssone for melkeproduksjon som brukene ligger i. Disse sonene er store, og henger ikke geografisk sammen. F.eks. er sone B hovedsakelig Østlandet, men også en liten del av Trøndelag (se vedlegg 1). I modell 2 og 6 er sone inkludert, og disse modellene viser at sone forklarer noe av variasjonen i den avhengige variabelen. Men det er stor variasjon innen samme sone, noe som betyr at det finnes andre faktorer som har stor betydning for grovfôrkvaliteten innen samme sone.

Grovfôrkvaliteten vil, som kjent fra teoridelen, avhenge av flere faktorer. De viktigste faktorene er nok plantesammensetning, høstetidspunkt og værforhold. Dette er opplysninger som ikke finnes i datasettet brukt i oppgaven. De ulike sonene er ikke nok til å kunne forklare gårdenes ulike forutsetninger for grovfôrdyrking. For modell 1 betyr dette at største delen av variasjon i NEL_{20} avhenger av faktorer som ikke er inkludert i modellen. Hvis været er dårlig kan dette utsette høstetidspunktet, og kvaliteten på fôret vil dermed gå ned. Dette vil skje uavhengig av kostnadene som er lagt inn i produksjon, og i verste fall kan det ikke utelukkes at vanskelig værforhold f.eks. under innhøstingen også fører til økte kostnader. For modell 1 finnes det dermed andre faktorer som påvirker grovfôrkvaliteten mer, og som kan overstyre effekten av brutto grovfôrkostnad. Dette kan være en årsak til at resultatene fra modell 1 og 2 ikke viser en positiv sammenheng mellom NEL_{20} og kostnadene ved produksjon av grovfôret.

For å kunne gjøre undersøkelser som avdekker sammenhengen mellom grovfôrkvaliteten og kostnadene ved produksjon av grovfôret trengs det mer informasjon rundt grovfôrproduksjonen enn hva datasettet brukt i oppgaven inneholder. De viktigste faktorene som påvirker grovfôrkvaliteten burde inkluderes i modellene, slik at den uforklarte variasjonen i grovfôrkvaliteten blir redusert.

4.3.2 NEL₂₀ som mål på grovfôrkvaliteten

I denne oppgaven blir grovfôrkvaliteten uttrykt som NEL₂₀. Ut i fra tilgjengelig informasjon i datasettet var dette den mest korrekte verdien for grovfôrkvaliteten. NEL₂₀ er en presis beregning av energiverdien i fôret, men gjæringskvaliteten er en del av den totale grovfôrkvaliteten, og dette er ikke inkludert i NEL₂₀. Dårlig gjæringskvalitet gir lavere grovfôropptak, og dermed kan det gi redusert lønnsomhet. Siden grovfôropptaket i datasettet er en beregnet verdi, vil denne ikke være påvirket av noen sider ved grovfôret. Denne måten å gjøre det på vil ikke bli helt korrekt. Hvis en av observasjonene fra datasettet har høy NEL₂₀, og i virkeligheten har dårlig gjæringskvalitet, kan dette gi et lavere grovfôropptak enn det som er beregnet. Dette kan påvirke melk minus fôr negativt. Dette resulterer i høy NEL₂₀ (og dermed god grovfôrkvalitet, selv om dette i virkeligheten ikke stemmer), men muligens lav melk minus fôr.

Det finnes andre mål på grovfôrkvaliteten som inkluderer gjæringskvalitet. For å forbedre målet på grovfôrkvaliteten kunne det alternativt blitt brukt opptaksindeks (SDMI-indeks). Dette er en verdi som beregner forventet fôropptak av surfôret. For å kunne regne ut SDMI-indeksen må man ha innhold av gjæringsprodukter i det ferdige surfôret. Ved å bruke SDMI-indeksen i stedet for NEL₂₀ som mål på grovfôrkvaliteten, kan det muligens gi en sterkere positiv sammenheng med melk minus fôr.

4.3.3 Grovfôret stammer fra ulike kilder

Grovfôret som det fôres med gjennom et kalenderår stammer fra to høstinger. I første halvdel av året fôres det med graset som ble høstet forrige år, mens siste halvdel av året fôres det med årets avling. For mange vil også beitegras være en del av rasjon midt på sommeren.

Observasjonene i datasettet gjelder for et kalenderår, slik at grovfôrkvaliteten for et år vil gjelde for grovfôret høsta i dette året. Det stemmer derfor ikke at kyrne kun har spist grovfôr med den gitte kvaliteten det gjeldene året. Dette fører dessuten til at regnskapstallene som fôres for hvert kalenderår kun delvis samsvarer med kostnadene som hører til grovfôrproduksjon.

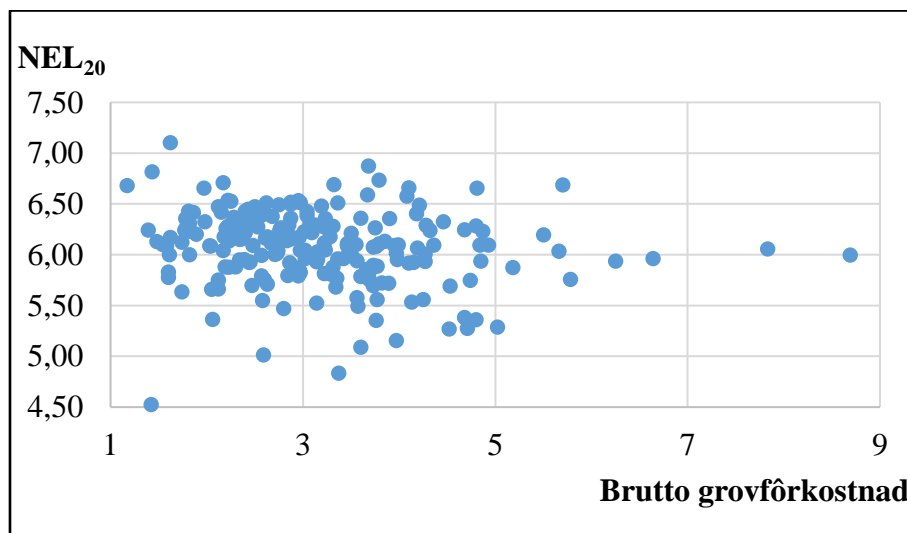
I tillegg er det mange av brukene har som innkjøpt grovfôr. Dette kan ha en annen kvalitet, noe det ikke finnes tilgjengelig data på. I modell 3 blir grovfôropptaket sammenlignet med NEL₂₀. Her stemmer det ikke at hele grovfôropptaket har den gitte verdien for NEL₂₀. Det er

kanskje under halvparten av fôropptaket som har denne kvaliteten. Dette er en feilkilde som kan ha betydning for resultatet. Men siden resultatene viser det som forventes, så antas det i dette tilfellet at denne feilkilden ikke er for stor.

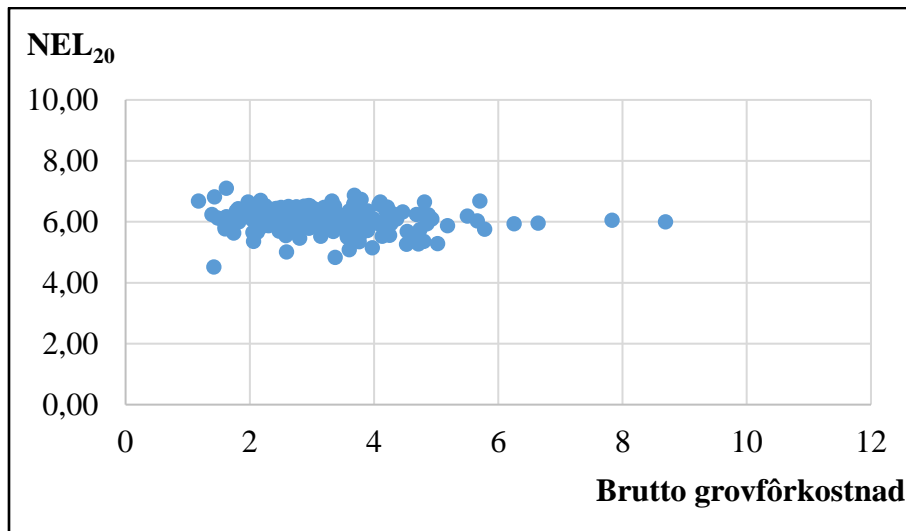
En måte å unngå denne feilkilden på kan være å dele inn i perioder hvor det fôres med samme grovfôr kvalitet, for så å sammenligne grovfôr kvaliteten med grovfôropptaket i samme periode. Dette krever et mer detaljert datasett enn hva som brukes i denne oppgaven. For å få til dette må det registreres hva slags grovfôr kvalitet som brukes når. Dernest må grovfôropptaket deles opp i periodene, og ikke beregnes samla for hele året.

4.3.4 Bøndernes tilpasning

Bøndene vil i all hovedsak prøve å tilpasse seg den økonomisk optimale løsningen i produksjon. Det betyr at bøndene vil ha relativt lik grovfôr kvalitet, sett i forhold til hele det mulige spekteret av NEL_{20} . I datasettet brukt i oppgaven ligger de aller fleste rundt 5,5 – 6,5 i NEL_{20} . For brutto grovfôrkostnad ligger de fleste rundt 2 – 4 kr/FEm. Dette gjør at det ikke finnes observasjoner for de mer «ekstreme» verdiene. Figur 4.3 viser plottet hvor aksene er tilpasset data, her er det vanskelig å se et mønster. Figur 4.4 viser plottet hvor aksene ikke er tilpasset data, og her er det lettere å se et mønster.



Figur 4.3: Plott med tilpasning av aksene.



Figur 4.4: Plott uten tilpasning av aksene.

Det finnes ingen observasjoner for NEL_{20} på under 4 eller over 7,5, og dermed kan man ikke vite hvordan sammenhengen mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnad ser ut for disse verdiene. Hvis man hadde data for dette, hadde det muligens vært et mer tydelig mønster i plottet, og dermed lettere å få statistisk signifikante sammenhenger. Men siden bøndene tilpasser seg det optimale området så godt det lar seg gjøre, vil variasjonen bli relativt lav. Dette gjør det vanskeligere å få statistisk signifikante sammenhenger, enn hvis bøndene ikke hadde tilpasset seg.

5 Avsluttende merknader

5.1 Konklusjon

Innledningsvis ble det presentert en hovedproblemstilling for oppgaven som lyder:

Finnes det en sammenheng mellom grovfôrkvalitet og kostnadene ved produksjon av grovfôret, og hvordan påvirker grovfôrkvaliteten lønnsomheten av driften?

Denne studien konkluderer med at god grovfôrkvalitet kan påvirke lønnsomheten på bruket i positiv retning, men i svak grad. Resultatene viser at god grovfôrkvalitet bidrar til et økt grovfôropptak, noe som igjen gir et lavere behov for kraftfôr i rasjon. Det er denne effekten som primært kan bidra til økt lønnsomhet, siden kraftfôret har en høyere pris pr. fôrenhet enn grovfôret. Det ble også undersøkt om grovfôrkvaliteten økte når kostnadene fra produksjon av grovfôret økte. Resultatene kan ikke underbygge at dette stemmer. Forklaringsgraden for resultatene var svært lav, noe som betyr at brutto grovfôrkostnaden forklarer minimalt av variasjon i NEL_{20} . Det konkluderes derfor med at effekten av brutto grovfôrkostnad på NEL_{20} er liten, og at andre faktorer vil overstyre denne effekten, slik som valg av grasarter og høstetidspunkt.

Resultatene tyder på at de ulike sonene som observasjonene i datasettet er delt inn i, har betydning for både NEL_{20} og melk minus fôr. Når sonene inkluderes som dummyvariabler i modell 2 og 6, øker forklaringsgraden betraktelig. Det antas at årsaken til dette er ulike forutsetninger for grovfôrdyrking mellom soner. Vanskelige dyrkingsforhold kan ha negativ innvirkning på både grovfôrkvaliteten og kostnadene ved produksjon av grovfôret. Derfor konkluderes det med at de ulike sonene forklarer noe av variasjon i NEL_{20} og melk minus fôr.

Både grovfôrproduksjon, drøvtyggerernæring og økonomi er områder hvor «alt henger sammen med alt». Dette kan være en årsak for at samtlige av modellene i oppgaven har lav forklaringsgrad. Når en avhengig variabel påvirkes av alle aspekter ved produksjon, er det vanskelig å begrunne variasjon i denne ved hjelp av kun en uavhengig variabel. I tillegg vil stor variasjon også forekomme som resultat av at bondens dyktighet og arbeidsvilje påvirker alle områder ved produksjon.

5.2 Merknader for videre studier

Alle modellene i denne oppgaven har relativt lav forklaringsgrad. Dette skyldes bl.a. faktorer som er beskrevet under avsnitt 4.3. For å kunne forklare mer av variasjon i sammenhengen mellom grovfôrkvaliteten og lønnsomheten av driften trengs det et mer detaljert datasett enn det som ligger til grunn for denne masteroppgaven. Dette gjelder spesielt for grovfôrkvaliteten og produksjonsforholdene på det enkelte bruk. Siden grovfôrproduksjon er en biologisk prosess, vil forutsetningene for å oppnå god grovfôr kvalitet variere med flere faktorer. Datasettet bak denne oppgaven innehar lite informasjon om hvert bruks forutsetninger for grovfôrproduksjon. Hvis det hadde vært tilgjengelig opplysninger om bl.a. plantesammensetningen, høstetidspunkt og værforhold under høsting, samt gjæringskvalitet kunne muligens mer av variasjon vært forklart.

Å analysere sammenhengen mellom grovfôr kvalitet og lønnsomhet på melkeproduksjonsbruk kan by på utfordringer knyttet til flere områder. Når det skal utformes modeller til statistisk analyse er det flere faktorer det må tas hensyn til. De uavhengige variablene skal ikke ha for stort samspill med hverandre, da dette fører til modeller med multikollinearitet. Modeller der viktige forklaringsvariabler er utelatt vil gi lav R^2 . Dette er en utfordring når man ønsker å sammenligne en avhengig variabel med kun en eller noen få uavhengige variabler som har relativt lav påvirkningskraft på den avhengige variabelen. Da vil utfallet ofte være en modell med få uavhengige variabler og svært lav forklaringsgrad. For modeller med flere forklaringsvariabler, hvor det finnes et samspill mellom disse, gjør at man ikke kan skille mellom effekten av de uavhengige variablene på den avhengige variabelen. Dette har vært en utfordring i denne oppgaven.

Skal man lykkes med å få bedre forståelse av sammenhengen mellom grovfôr kvalitet og økonomien i melkeproduksjon, er det derfor viktig med et større utvalg av bruk, bedre og flere målinger for fôr kvalitet, og mer informasjon om det enkelte bruks naturgitte produksjonsforhold og produksjonsutstyr.

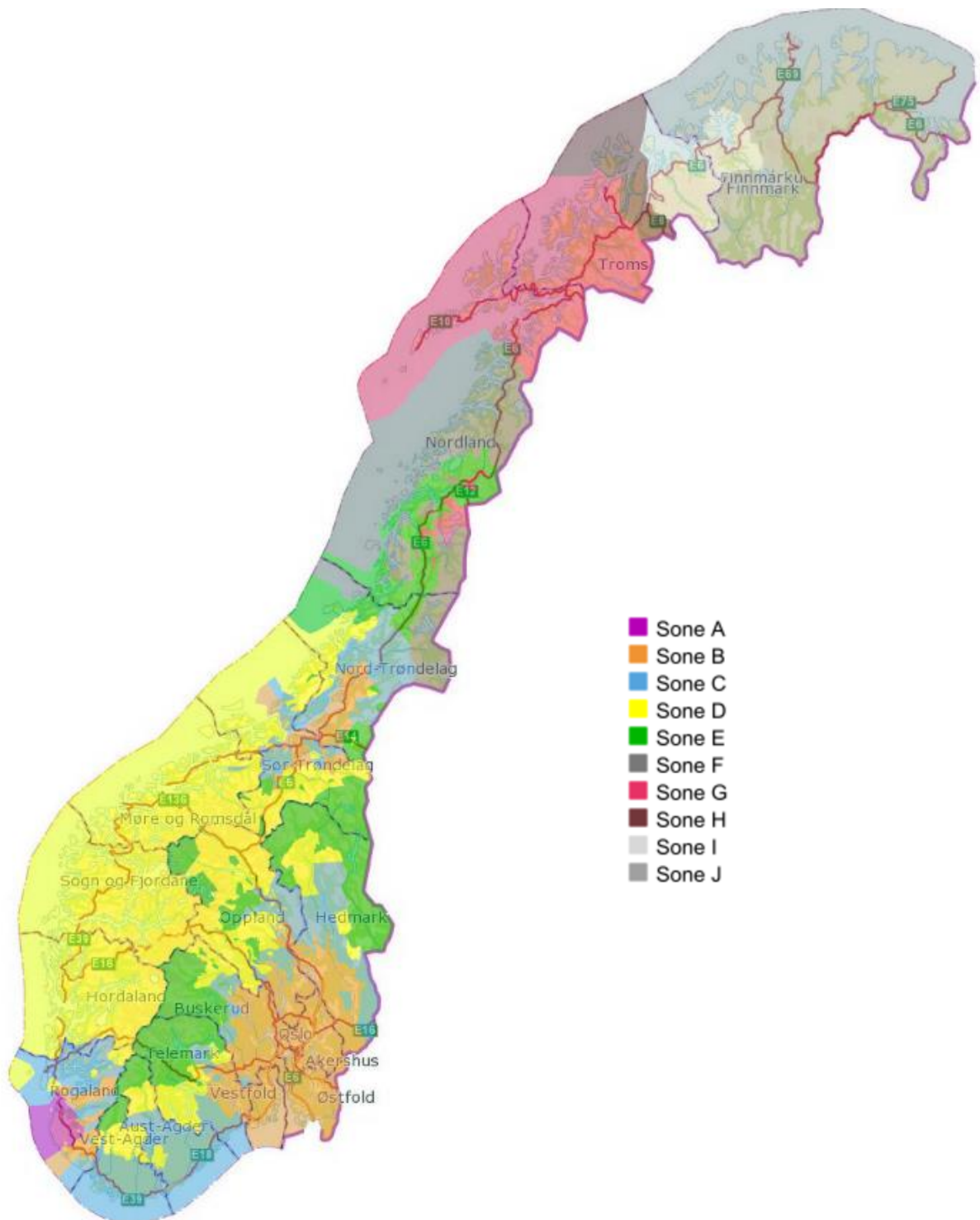
Referanser

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control*, 19 (6): 716-723.
- Ball, D., Collins, M., Lancefield, G., Martin, N., Mertens, D., Olson, K., Putnam, D., Undersander, D. & Wolf, M. (2001). Understanding forage quality. *American Farm Bureau Federation Publication*, 1 (01).
- Barnes, R. F., Miller, D. A. & Nelson, C. J. (1995a). *FORAGES Volume I: An Introduction to Grassland Agriculture*. 5. utg. USA.
- Barnes, R. F., Miller, D. A. & Nelson, C. J. (1995b). *FORAGES Volum II: The Science of Grassland Agriculture*. 5 utg. USA.
- Benson, G. A. & Green, J. T. (2007). *Forage Economics*: North Carolina Cooperative Extension Service
- Cherney, J. H. (ukjent årstall). *Forage Quality in Perspective*: PennState Extension. Tilgjengelig fra: <http://extension.psu.edu/plants/crops/forages/forage-quality-and-testing/forage-quality-in-perspective> (lest 20.1.2017).
- Eide, S. (2016). *Selvforsyningsgraden stiger*: Bondebladet. Tilgjengelig fra: <http://www.bondebladet.no/nyhet/selvforsyningsgraden-stiger/> (lest 10.1.2017).
- Eldby, H. & Fjellhammer, E. (2014). Norsk jordbruk – Redusert arealbruk og fallende produksjon. Oslo: AgriAnalyse AS.
- Eurofins. (ukjent årstall). *Veiledning til analysebeviset grovfôr*: Eurofins Agro Testing Norway AS. Tilgjengelig fra: <http://www.eurofins.no/media/356785/veiledning-grovf%C3%B4r.pdf> (lest 20.1.2017).
- Fjellhammer, E. & Thuen, A. E. (2014). Vekst uten økt volum - Fremtiden for norsk melkeproduksjon. Oslo: AgriAnalyse AS. 95 s.
- Foley, R. C., Bath, D. L., Dickinson, F. N. & Tucker, H. A. (1972). *Dairy Cattle - Principles, Practices, Problems, Profits*. USA: Lea & Febiger.
- Hansen, B. G., Stokstad, G., Hegrenes, A., Sehested, E. & Larsen, S. (2005). Key performance indicators on dairy farms. *Journal of international farm management*, 3 (1): 1-15.
- Hansen, S. & McKinnon, K. (1999). Økologisk jordkultur. *Landbruksforlaget, Oslo, Norway*.
- Helsedirektoratet. (2016). Utviklingen i norsk kosthold 2016. Oslo.
- Hofstrand, D. (2009). *Understanding Profitability*: Iowa State University. Tilgjengelig fra: <https://www.extension.iastate.edu/AGDM/wholefarm/html/c3-24.html> (lest 15.2.17).
- Huus, A. (2015). Lønnsomhet ved investering i mindre melkefjøs. I: *Lederkonferansen i Norges Bondelag*: Norges Bondelag.

- Huus, A. (2016). Hva er dyrest? Grovfôr eller kraftfôr? En studie av driftsgranskingene 2014: Norges Bondelag. 11 s.
- Huus, A. & Stabbetorp, E. M. (2015). Kanaliseringspolitikk, arealbruk og produksjonsfordeling. I: *Lederkonferansen i Norges Bondelag* Norges Bondelag
- Hvelplund, T. & Nørgaard, P. (2003). Kvægets ernæring og fysiologi - Bind 1 - Næringsstofsomsætning og fodervurdering. *Danmarks JordbrugsForskning*. 653 s.
- Jensen, I. B. (2012). *Hygienisk kvalitet i høyensilage*. Masteroppgave. Ås: Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet, Institutt for Husdyr- og Akvakultur
- Marten, G. C., Shenk, J. & Barton, F. (1989). Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): Analysis of forage quality. *Agriculture handbook (USA)*.
- Mo, M. (2005). *Surfôrboka*. Oslo: Landbruksforlaget, Tun Forlag AS. 215 s.
- Moore, K. C. (1998). Economics of Grass for Dairy Cattle. I: Cherney, J. H. & Cherney, D. J. R. (red.) *Gras for Dairy Cattle*, s. 383 - 391. USA: CABI publishing
- NIBIO. (ukjent årstall). *Sonegrenser*: Norsk institutt for bioøkonomi. Tilgjengelig fra: <http://kart7.skogoglandskap.no/map/sonegrenser/> (lest 7.2.2017).
- Norsk Landbruksrådgivning. (2015a). *Grasarter*. Tilgjengelig fra: <https://nordnorge.nlr.no/grovforskolen/9-arter-og-sorter-av-gras-og-engbelgvekster/grasarter/> (lest 30.1.2017).
- Norsk Landbruksrådgivning. (2015b). *Engbelgvekster*. Tilgjengelig fra: <https://nordnorge.nlr.no/grovforskolen/9-arter-og-sorter-av-gras-og-engbelgvekster/engbelgvekster/> (lest 30.1.2017).
- Norsk Landbruksrådgivning. (2016). *Grovfôr 2020 – samarbeid for mer, bedre og billigere grovfôr* Tilgjengelig fra: <https://www.nlr.no/nyhetsarkiv/2016/grovfôr-2020/> (lest 05.01.2017).
- Prasad, L. & Gulsham, S. S. (2011). *Management Principles and Practices*. New Delhi: Excel books.
- Randby, Å. T. (2010). Kan vi få mer ut av enga? . *Gjødselaktuelt*, 1: 26 - 29.
- Randby, Å. T. (2011). Etanolgjæring i surfôr. *Buskap*, 63 (1): 21-26.
- Randby, Å. T., Bakken, A. k., Heggset, S. & Steinshamn, H. (2015). Tap av tørrstoff ved grashøsting, lagring og fôring. *Buskap*, 3: 17 - 21.
- Regjeringen.no. (2016). *Jordvern*. Regjeringen.no. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/jordbruk/innsikt/jordvern/jordvern/id2009556/> (lest 10.1.2017).
- Rognstad, O., Løvberget, A. I. & Steinset, T. A. (2016). Landbruket i Norge 2015 - Jordbruk - Skogbruk - Jakt. Statistisk sentralbyrå. 232 s.

- Salomonsen, R. (2006). *Surfôrkvalitet - et flertydig begrep*: Norsk Landbruksrådgivning. Tilgjengelig fra: <https://grovfornett.nlr.no/fagartikler/6949/> (lest 19.1.2017).
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 6 (2): 461-464.
- Simonsen, H. (2016). Samler alle til grovfôrløft. Gjødseleaktuelt vår 2016.
- Sundell, A. (2010). *Guide: Regressionsdiagnostik – multikollinearitet*. SPSS-akuten. Tilgjengelig fra: <https://spssakuten.wordpress.com/2010/10/16/guide-regressionsdiagnostik-%E2%80%93-multikollinearitet/> (lest 21.4.2017).
- Sørli, T. J. (2014). *Rekordhøy avdrått hos norske kyr*: Bondebladet. Tilgjengelig fra: <http://www.bondebladet.no/gardsdrift/rekordhoy-avdratt-hos-norske-kyr/> (lest 23.2.17).
- Undersander, D. (ukjent årstall). *Economic Impact of Forage Quality*. University of Wisconsin.
- Valberg, G.-A. (ukjent årstall). *Arter og sorter av gras og engbelgvekster* Norsk Landbruksrådgiving. Tilgjengelig fra: <https://nordland.nlr.no/media/ring/3358/Grovforskolen/9%20arter%20og%20sorter.pdf> (lest 31.3.2017).
- Volden, H. (2011). *NorFor-The Nordic feed evaluation system*: Wageningen Academic Publishers. 180 s.
- Wiik, S. H. (2013). *Plantekunnskap – plantenes ABC*: Hageniboks. Tilgjengelig fra: <http://www.hageniboks.no/plantekunnskap-plantenes-abc/> (lest 30.1.2017).
- Ystad, E., Haukås, T., Hovland, I. & Staven, K. (2016). Økonomisk variasjon i norsk landbruk - En analyse av datamaterialet i driftsgranskingene i jordbruket 2010 – 2014, 2 (50) 2016. 67 s.

Vedlegg 1 – Sonekart



Figur VI.1: Sonekart for distriktstilskudd for melkeprodusenter (NIBIO, ukjent årstall)

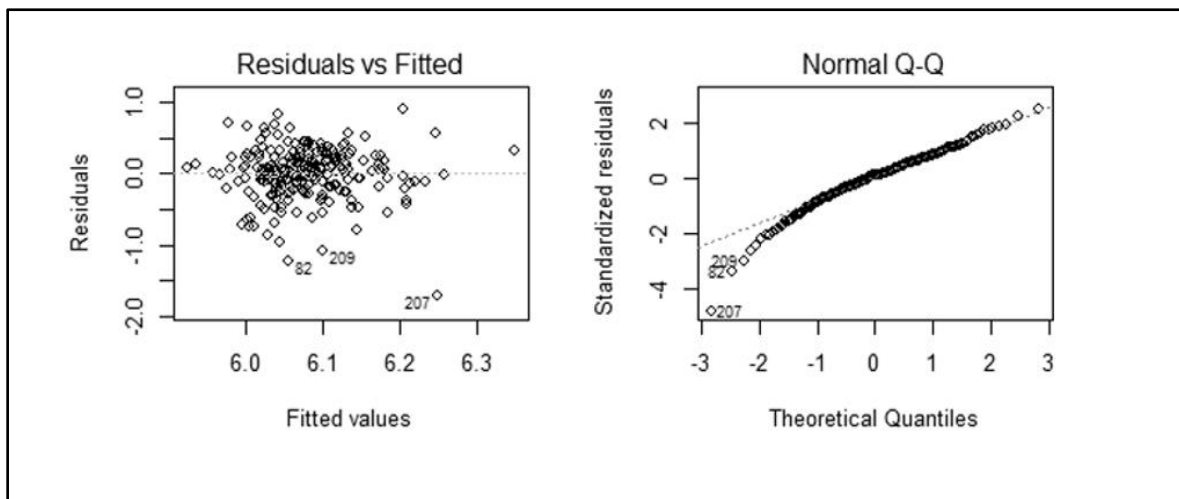
Vedlegg 2 – Residualplott for modellene

Vedlegg 2.1

Modell 1:

$$NEL_{20} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Ln}(\text{Brutto grovfôrkostnad}) + \varepsilon \quad (1)$$

Resultatene fra lineær regresjon av modell 1 viser en negativ signifikant sammenheng mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnaden. Det er stor uforklart variasjon i modellen fordi R^2 er lav (0,02). Nedenfor vises residualplottet for modell 1. Disse plottene brukes til å vurdere om forutsetningene for feilleddene er oppfylt, og om modellen er god nok til å kunne tolkes. Plottet «residuals vs fitted» viser variasjon i feilleddet. Det er viktig at punktene ikke danner noe mønster. Hvis det er et mønster i dette plottet betyr det at det finnes informasjon i feilleddet som modellen ikke fanger opp. Plottet «normal Q-Q» forteller om feilleddene er normalfordelt eller ikke. Ideelt sett skal punktene ligge oppå den rette linjen.



Figur V2.1: Residualplott fra lineær regresjon av modell 1.

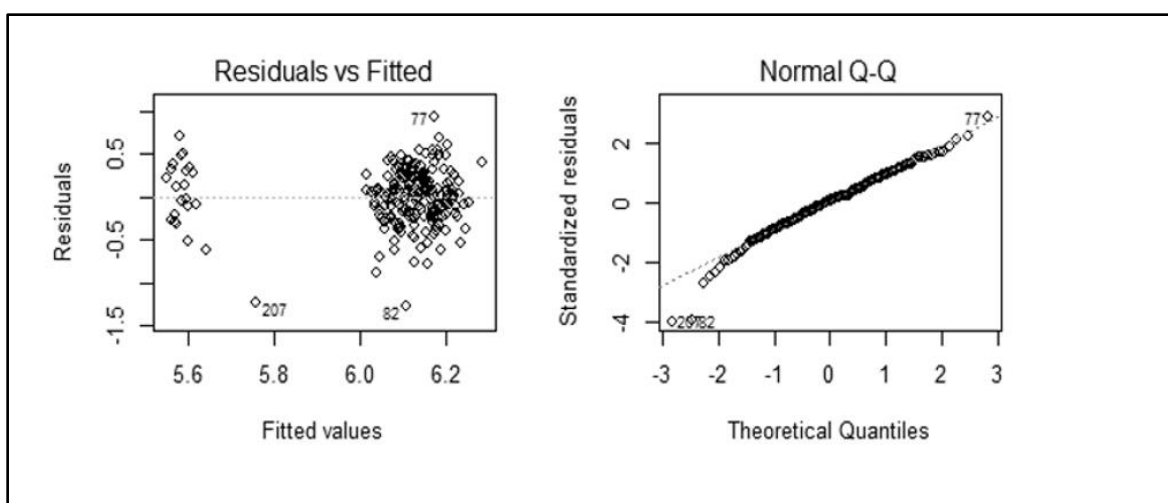
«Residual vs fitted» for modell 1 ser relativt bra ut, men det er en svak tendens til at variasjon synker når NEL_{20} («fitted values») øker. Dette tyder på at det kan være systematisk uforklart variasjon i denne modellen. Sammen med lav R^2 gir dette en indikasjon på utelatte uavhengige variabler. Plottet «normal Q-Q» for modell 1 viser at de fleste punktene ligger på linjen, noe som betyr at feilleddene er normalfordelt.

Vedlegg 2.2

Modell 2:

$$\begin{aligned} \text{NEL}_{20} = & \alpha_0 + \alpha_1 \text{Sone C} + \alpha_2 \text{Sone D} + \alpha_3 \text{Sone E} + \alpha_4 \text{Sone G} \\ & + \alpha_5 \text{Ln}(\text{Brutto grovfôrkostnad}) + \varepsilon \end{aligned} \quad (2)$$

Resultatene fra lineær regresjon for modell 2 gir en marginalt ikke signifikant negativ sammenheng mellom NEL_{20} og brutto grovfôrkostnaden. Modell 2 har en R^2 på 0,20, og forklarer mer av variasjonen i NEL_{20} enn modell 1.



Figur V2.2: Residualplott fra lineær regresjon av modell 2.

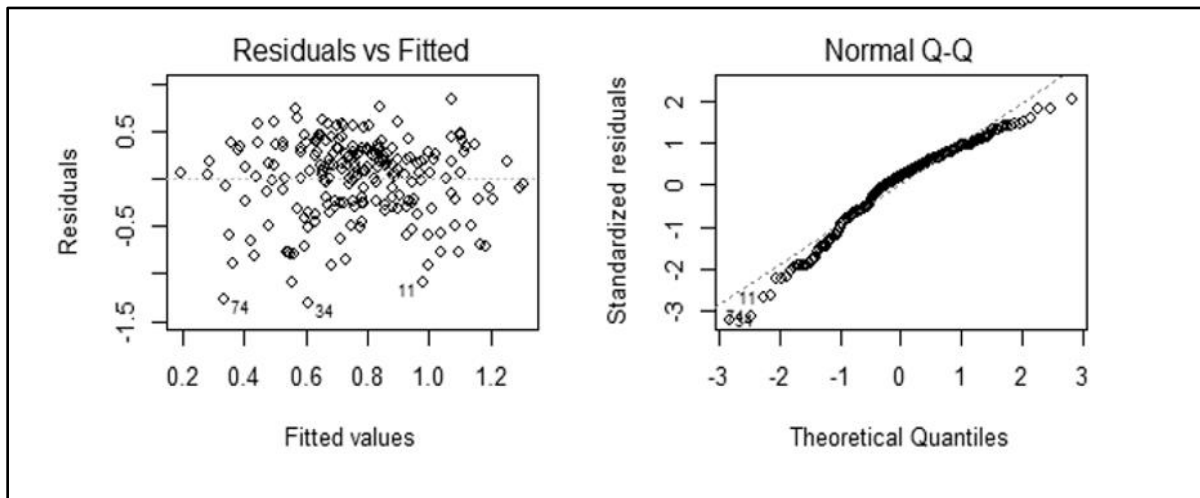
Plottet «residuals vs fitted» viser at punktene er skilt fra hverandre i to felt. Dette er ikke avgjørende for om forutsetningene for feilleddene er oppfylt eller ikke. Så lenge variasjon i feilleddene er konstant kan modellen valideres. For modell 2 viser Figur V2.1 at forutsetningen om konstant varians er oppfylt. For plottet «normal Q-Q» ligger flere av punktene på linjen for modell 2 enn for modell 1. Residualplottene for modell 2 ser bedre ut enn for modell 1. Dette tilsier at å inkludere sone i modellen gir en modell som er bedre tilpasset datasettet.

Vedlegg 2.3

Modell 3:

$$\text{Ln}(\text{Grovfôropptak}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{NEL}_{20} + \alpha_2 \text{Kraftfôropptak} + \varepsilon \quad (3)$$

Resultatene fra lineær regresjon for modell 3 viser en signifikant positiv sammenheng mellom grovfôropptaket pr. ku pr. dag og NEL_{20} , og en signifikant negativ sammenheng mellom grovfôropptaket og kraftfôropptaket pr. ku pr. dag.



Figur V2.3: Residualplott fra lineær regresjon av modell 3.

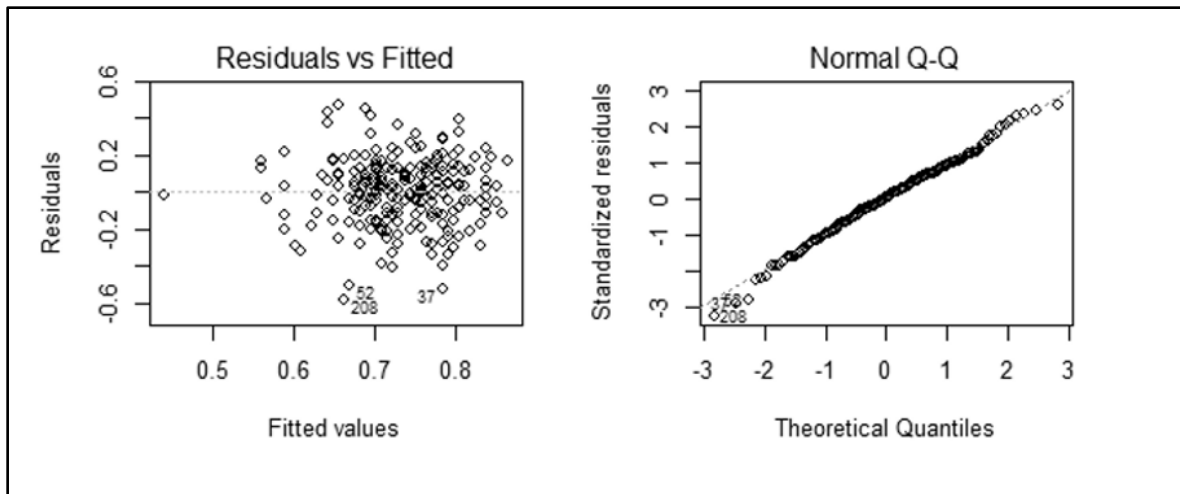
Residualplott for modell 3 viser at feilleddene har konstant varians, og er tilnærmet normalfordelt. Modellen kan dermed valideres.

Vedlegg 2.4

Modell 4:

$$\text{Ln}(\text{Kraftforkostnad}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Grovforopptak} + \varepsilon \quad (4)$$

Resultatene fra liner regresjon av modell 4 viser at det er en signifikant negativ sammenheng mellom grovforopptaket og kraftforkostnaden pr. ku pr. dag.



Figur V2.4: Residualplott fra liner regresjon av modell 4.

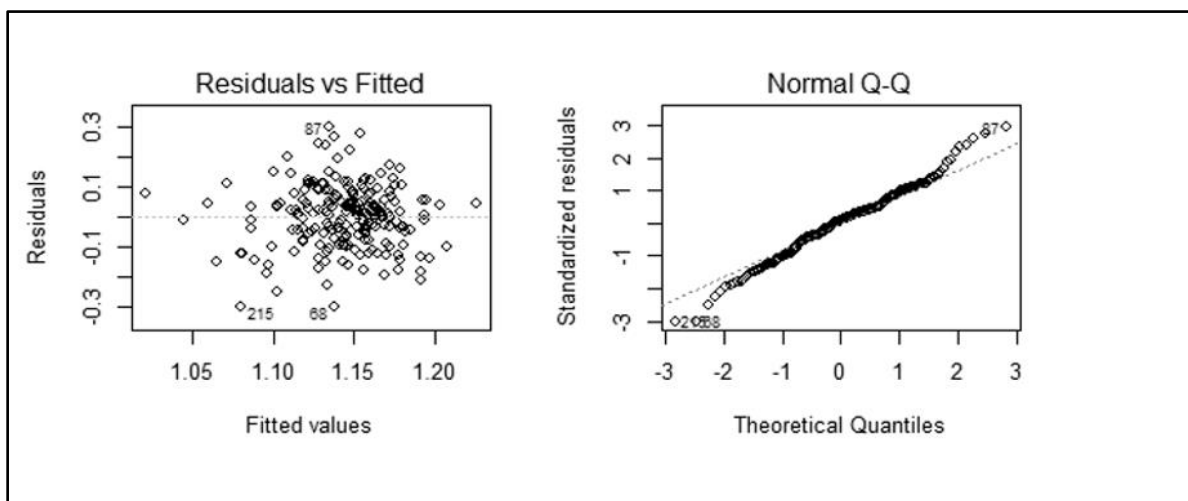
Plottet over feilledd for modell 4 ser bra ut. Det viser at modellen oppfyller forutsetningene som feilleddene har, og modellen kan dermed tolkes.

Vedlegg 2.5

Modell 5:

$$\text{Ln}(\text{Melk minus fôr}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{NEL}_{20} + \varepsilon \quad (5)$$

Resultatene fra lineær regresjon av modell 5 viser en signifikant positiv sammenheng mellom melk minus fôr og NEL_{20} . Men R^2 for modell 5 er lav, noe som innebærer at kun litt av variasjonen i melk minus fôr kan forklares av NEL_{20} . Den lave forklaringsverdien for modellen gjør at man ikke kan utelate at viktige forklaringsvariabler mangler i modellen.



Figur V2.5: Residualplott fra lineær regresjon av modell 5.

Residualplottet for modell 5 viser konstant varians, og tilnærmet normalfordelt. For modell 5 ligger de fleste punktene i plottet «Normal Q-Q» på linjen, men plottene har haler som viker litt fra linjen. At feilleddene er normalfordelt er ikke det viktigste kriteriet, slik at dette er godt nok til å kunne validere modellen.

Vedlegg 2.6

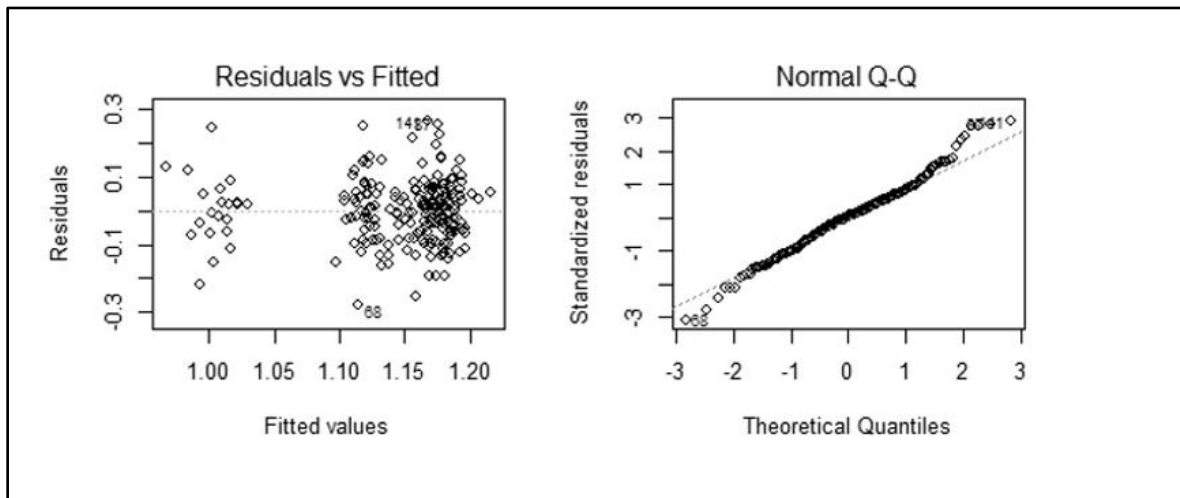
Modell 6:

$\ln(\text{Melk minus f\hat{o}r}) =$

$$\alpha_0 + \alpha_1 \text{Sone C} + \alpha_2 \text{Sone D} + \alpha_3 \text{Sone E} + \alpha_4 \text{Sone G} + \alpha_5 \text{NEL}_{20} + \varepsilon$$

(6)

I modell 6 er de ulike sonene lagt til. Resultatene fra lineær regresjon for modell 6 viser at melk minus fôr og NEL_{20} ikke lenger har en signifikant sammenheng.



Figur V2.6: Residualplott fra lineær regresjon av modell 6.

Residualplottet for modell 6 viser at variansen er konstant, mens plottet «normal Q-Q» har haler som viker fra linjen. Dermed er feilledet kun tilnærmet normalfordelt.



Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway