



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2021 30 stp**

Fakultet for biovitenskap: Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap

## **Melkeprøveuttak i AMS: variasjon av melkekomponenter, korrigerings og praktiske anbefalinger**

Milk sampling in AMS: variation of milk components, correction and recommendations for practical use

Arild Dyrendahl

Husdyrvitenskap

## Forord

Denne masteroppgaven ble skrevet våren 2021 ved Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Oppgaven markerer slutten på fem års høyere utdanning. Tre år med bachelor i husdyrfag ved Nord universitet og to år husdyrvitenskap innen husdyrernæring ved NMBU.

Jeg ble for alvor interessert i landbruk 14-15 års alderen. Dette resulterte i tittelen agronom på videregående og nå sivilagronom. Jeg har aller størst interesse for melkeku og ernæring, og det er årsaken til valget av nettopp denne oppgaven. Med datasettet jeg fikk, ga dette meg en unik mulighet til å ta et dypdykk inn i melkeproduksjon for kua og melkeprøveuttak i AMS. Jeg ønsker å rette en stor takk til min hovedveileder Sabine Anne-Lie Ferneborg for god veiledning og tips. Jeg ønsker også å takke Clementina Alvarez for deling av datasettet brukt i denne oppgaven. Jeg ønsker også å takke Egil Prestløyken for tips om oppgaven.

Jeg ønsker også dele hvor takknemlig jeg er for hva studietiden har gitt meg, og de nye vennene jeg har fått. Til slutt ønsker jeg å takke min bror Tore og hans samboer Mathias for korrekturlesing av oppgaven.

Fakultet for biovitenskap, NMBU

Ås, august 2021

.....

Arild Dyrendahl

## Sammendrag

Melkeprøver i besetninger med automatisk melkesystem (AMS) er et viktig styringsverktøy for bonden, og brukes i kukontrollen til Tine SA. Tidligere kunnskap har vist at det er utfordrende å få en god representativ prøve for melkeproduksjon hos kua med melkeprøveuttak. Formålet med denne studien var å se på variasjon av melkekomponentene laktose, protein og fett i melkeprøver tatt fra AMS. Videre var formålet å se på om flere melkeprøveuttak samme dag var hensiktsmessig for å få mere representative melkeprøver for kuas melkeproduksjon. Til slutt var formålet å se på andre mulige måter å få en representativ melkeprøve for kuas melkeproduksjon ved hjelp av korrigeringsfaktor. Datagrunnlaget er hentet fra et fôringsforsøk på melkekyr i AMS. Datagrunnlaget var fra et omfattende melkeprøveuttak gjort over flere dager og flere perioder, som resulterte i 1000 melkeprøver fra 60 kyr. Melkeprøveuttak gjort på flere melkinger på rad for mange kyr er en unik mulighet for å se på variasjon og for å få gode representative melkeprøver. For å få en god indikasjon på melkesammensetning fra få melkeprøver, er det funnet en korrigeringsfaktor. Korrigeringsfaktoren er lagd på grunnlag av melkeinformasjon fra AMS-en og et utvalg melkeprøver.

I denne studien ble det funnet at melkekomponentene laktose, protein og fett hadde ulik grad av variasjon. Laktose hadde minst variasjon og fett størst variasjon. Sett opp mot praktiske hensyn var to melkeprøver mest hensiktsmessig for å sikre en god representativ prøve sett opp mot arbeidstid og kostand ved melkeprøveuttak. Korrigeringsfaktor av melkeprøven for fettinnhold ga noe bedre representativ melkeprøve. Nye metoder som melkeanalyser direkte i melkeroboten ble sett på gode muligheter for melkeprøveuttak, enten som supplement til de vanlige melkeprøvene sendt til laboratorium eller som erstatning.

## **Abstract**

Milk samples in herds with automatic milking systems (AMS) is an important management tool for the farmer and is used in the diary record “kukontrollen” for Tine SA. Previous knowledge has shown that milk samplings are challenging to get a good representative milk sampling for the cow’s milk production. The purpose of this thesis was to study the variation of the milk components lactose, protein and fat in milk samples from AMS. Further the purpose was to look at multiple milk samples in one day, gave a better representative milk samples for the cow’s milk production. The final purpose of this thesis was to investigate other options to get a good and representative milk sample for the cow’s milk production, with the help of correction. The data used in this thesis was from a feed experiment carried out on cows in AMS. The data used where from an extensive milk sampling over a few days and three periods. This resulted in 1000 milk samples from 60 cows. Milk samples taken from consecutive milkings are a unique opportunity to study milk components variability and to get good representative milk sample. To get a good representation of the milk composition for the cows with few milk samples, it is made a correction factor. The correction factor is made based on milk information from the AMS, and a selection of milk samples.

In this thesis it was found that the milk components lactose, protein, and fat had different degree of variation. Lactose had the least variation and fat the highest. It was found that two milk samples where best in a practical situation, considering having a good representative milk sample and the labor and costs. Correction of milk samples for fat gave some better representative milk sample for the cow’s milk production. New methods like milk analysis in the milking robot were seen as a good method for milk sampling, as a supplement to milk samples sent to laboratories or as a replacer.

# Innholdsfortegnelse

<b>1.0 INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>2.0 TEORI</b> .....	<b>2</b>
2.1 DRØVTYGGEREN .....	2
2.1.1 Omsetning av fôr til melk .....	2
2.2 JURET .....	3
2.2.1 Alveoler og lobuli .....	4
2.3 MELKENEDGIVNING .....	5
2.4 MELKESYNTESE .....	6
2.4.1 Laktose .....	7
2.4.2 Protein .....	7
2.4.3 Fett .....	8
2.5 VARIASJON AV MELKEMENGDE OG MELKENS KOMPONENTER .....	9
2.5.1 Laktose .....	10
2.5.2 Protein .....	10
2.5.3 Fett .....	11
2.6 KORRIGERING OG BEDRING AV KVALITET PÅ MELKEPRØVER .....	12
<b>3.0 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>15</b>
3.1 INNSAMLING AV MELKEPRØVER .....	15
3.2 FORSØKSDYRA .....	16
3.3 GENERELT OM DATAENE .....	16
3.4 PUNKTDIAGRAM .....	16
3.5 KVADRATERTE AVVIK .....	17
3.6 REGRESJON .....	18
<b>4.0 RESULTATER</b> .....	<b>20</b>
4.1 BESKRIVELSE OG FREMSTILLING AV DATAENE BRUKT I BEREGNINGENE .....	20
4.2 VARIASJON LAKTOSE, PROTEIN OG FETT MOT MELKEMENGDE .....	21
4.3 VARIASJON LAKTOSE, PROTEIN OG FETT MOT MELKESYNTESE GRAM/MINUTTER .....	24
4.4 SUM KVADRATERTE AVVIK .....	27
4.5 KORRIGERING AV FETT VED BRUK AV REGRESJON .....	30
<b>5.0 DISKUSJON</b> .....	<b>33</b>
5.1 VARIASJON I MELKESAMMENSETNING .....	33
5.1.1 Laktose .....	34
5.1.2 Protein .....	35
5.1.3 Fett .....	36

5.2 SUM KVADRATERTE AVVIK.....	37
5.3 KORREKSJON AV FETT.....	40
<b>6.0 KONKLUSJON.....</b>	<b>43</b>
<b>7.0 LITTERATURLISTE .....</b>	<b>44</b>

# 1.0 Innledning

## Bakgrunn

Meierisamvirket Tine Sa har i lange tider hatt kukontrollen. Kukontrollens formål er å gi grunnlag for forbedring av drifta på gården, gi stabil og god melke kvalitet, sikre god dyrevelferd og storfe helse. Gjennom kukontrollen stilles det blant annet krav til melkeprøver fra enkeltkyr. Hver enkelt ku skal ha minst seks melkeprøver i løpet av kontrollåret. Melkeprøven analyseres for fett, protein, laktose, urea, celletall og frie fettsyrer. For besetninger med AMS (automatisk melkesystem) skal det tas ut melkeprøver med prøvetakingsutstyr. Prøvetakingsutstyret skal være koblet mot AMS i minst 16 timer eller til at alle kyrne har melket en gang (Tine SA 2018). Dette innebærer at en enkelt melking gir grunnlaget for melkeprøven i AMS.

Tidligere studier viser at en enkelt melking ikke gir et representativt bilde av melkeinnholdet for AMS. Særlig vil innholdet av melkefett og celletall være dårlig representert i melkeprøven (Friggens & Rasmussen, 2001). En studie fra Canada påpeker også et melkeprøveuttak ikke er tilstrekkelig. Studien anbefalte å ta prøver fra alle melkingene i en minimumsperiode på 16 timer. Dette ga det beste estimatet av melkeinnholdet for en 24 timers periode (Hand et al., 2006).

## Formål

Hensikten med denne oppgaven er å se på melkeprøveuttak i AMS. Nærmere bestemt å se på variasjon av laktose, protein og fett i disse melkeprøvene, og bedre estimeringen av fett. Denne oppgaven består av en teoridel og dataanalyse. I teoridelen blir relevant kunnskap omtalt. Dette er hovedsakelig syntese av melkekomponentene laktose, protein og fett, men også variasjon av melkekomponentene i melka. Datagrunnlaget for dataanalysen var melkeprøveuttak tatt i en besetning med AMS. Melkeprøveuttaket ble tatt over et tidsrom over 48 eller 73 timer og i 3 perioder. Dataanalysen ble brukt til å teste flere hypoteser:

- De ulike melkekomponentene har ulik variasjon i innhold i melka.
- Flere melkeprøveuttak gir en bedre estimering av riktig innhold av melkekomponentene.
- Fettinnholdet i melkeprøvene kan estimeres bedre ved hjelp av statistikk

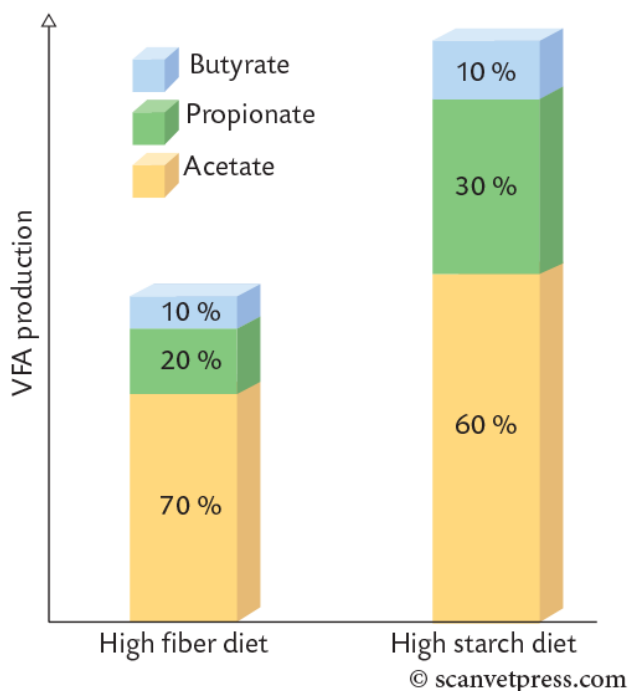
## 2.0 Teori

### 2.1 Drøvtyggeren

Kua kan bryte ned tungtfordøyelige karbohydrater. Produktene fra nedbrytningen kan kua bruke til melkeproduksjon, vekst og vedlikehold. Fôrrasjonen til ei ku består av grovfôr og kraftfôr. Karbohydratene i fôrrasjonen til ei ku består av cellulose, hemicellulose, stivelse og vannløselige karbohydrater. Fôrrasjonen inneholder også protein og fett (McDonald et al., 2011).

#### 2.1.1 Omsetning av fôr til melk

Fermenteringen i formagene til kua foregår med at vommikrobene bryter ned fôret. Vommikrober er bakterier, sopp og protozoa. Fermenteringen i formagene skjer hovedsakelig uten oksygen til stede. Vommikrobene produserer biprodukter som flyktige fettsyrer, mikrobeprotein, urea og metan. For de flyktige fettsyrene er det tre som er kvantitativt viktigst. Disse tre er propionsyre, eddiksyre og smørsyre. Flyktige fettsyrer blir også produsert i tykktarmen på samme måte som i vomma (McDonald et al., 2011). Forholdet mellom produksjon av de tre viktigste flyktige fettsyrene avhenger av rasjonssammensetning (Sjaastad et al., 2016). Rasjonssammensetning avhenger ofte av mengden kraftfôr. Kraftfôr er en stor kilde til stivelse i en rasjon (McDonald et al., 2011). Som figur 1 viser ser et ulikt forhold og størrelsesorden av produksjon av flyktige fettsyrer.



Figur 1: Forholdet og størrelsesordenen av de kvantitativt viktigste flyktige fettsyrene (Sjaastad et al., 2016).



Produktene fra vomma blir brukt til ulike prosesser i dyret. Smørsyre og eddiksyre produsert av vommikrobene blir brukt til syntese av melkefett i juret. Smørsyre og eddiksyre blir også brukt som energi til dyret. Propionsyre blir brukt til å lage glukose. Dannelsen av glukose fra propionsyre foregår i levra. Glukosen brukes som energikilde til blant annet melkeproduksjonen og som grunnlag for produksjon av laktose. Vommikrobene passerer fra vomma til tynntarmen der mikrobene blir fordøyd. Vommikrober er en proteinkilde til dyret og proteinet i melka (McDonald et al., 2011).

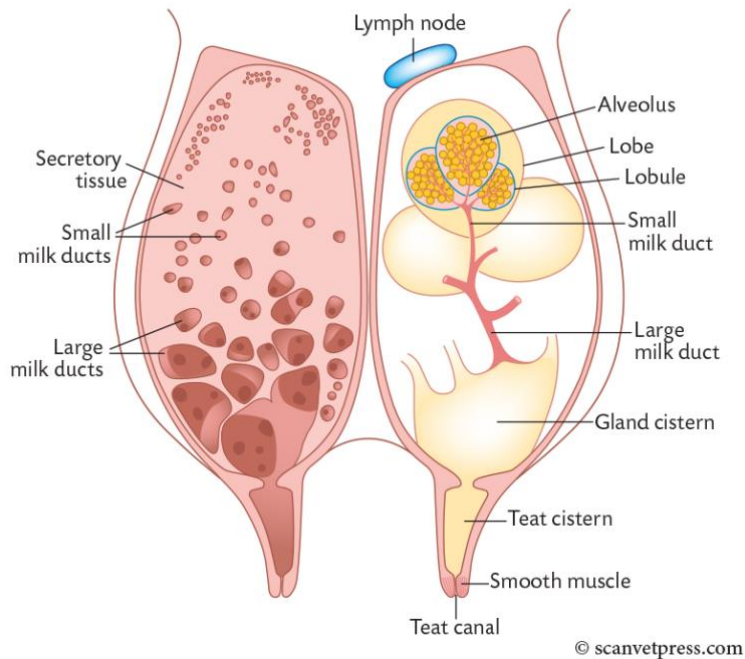
## **2.2 Juret**

Juret til ei ku er delt i fire kjertler med hver sin spenekanal. De fire kjertlene er delt opp med ligamenter. Ligamenter er vev med høyt innhold av proteiner som gir god styrke.

Ligamentene er med å holde juret på plass. Hver av kjertlene til kua har sine egne alveoler, melkeganger, spenecisterner og jurcisterner. Jurcisterna er åpen ned til spenecisterna som figur 2 viser. Fra spenecisterna kan melken tømmes ut fra spenekanalen (Sjaastad et al., 2016).

Forsøk har vist at forholdet mellom melk lagret i jur- og spenecisterna og melk i alveolene varierer ved ulike melkeintervall. I det aktuelle forsøket ble melkeintervall på 4, 8, 12, 16, 20 og 24 timer brukt. Forholdet mellom melk lagret i jur- og spenecisterna og melk i alveolene i forsøket var på 30 prosent melk lagret i jur- og spenecisterna. Dette var et gjennomsnitt for alle melkeintervallene. Forholdet var også ulikt for de bakre og fremre kjertlene (Ayadi et al., 2004).

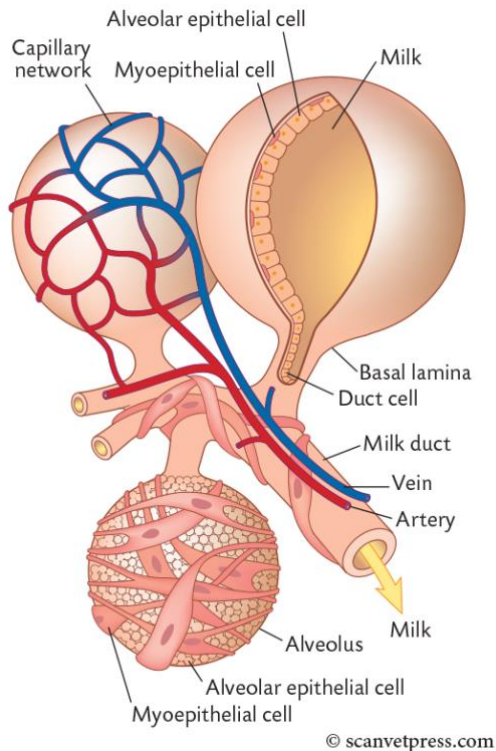
Spenekanalen ytterst på spenen har som funksjon å holde melken inne. Ved stimuli av spenen vil hormonet oksytocin gjøre at musklene nederst på spenekanalen slapper av. Dette gjør at kanalen åpnes og melken kan passere (Sjaastad et al., 2016). I en melkerobot vil en slik stimuli skje ved hjelp av en vaskekopp eller lignende som vasker spenen samtidig som at den stimulerer. Rengjøringa av spenen vil derfor sørge for at musklene i spenekanalen slapper av og melken kan passere.



Figur 2: Prinsipp tegning av oppbygningen av et jur (Sjaastad et al., 2016).

### 2.2.1 Alveoler og lobuli

Fra cisterna forgreiner det seg melkekanaler opp i juret. Melkekanalens funksjon er å transportere melken fra lobuliene til cisterna. Lobuli er en ansamling av 150-200 alveoler. Disse lobuliene har en egen mindre melkekanal som forgreiner seg sterkt ut til hver enkelt alveole. Lobuliens egen melkekanal kobler seg til en større melkekanal (Sjaastad et al., 2016).



Figur 3: Alveolene i juret (Sjaastad et al., 2016).

Figur 3 over viser alveolene. Alveolene ser ut som ei blære. Veggen til alveolene består av jurceller som produserer melk. Veggen til alveolene er også dekket med muskelceller. Hulrommet i blæra kalt lumen, gir rom for melken å samle seg før at melken skal ut av juret. (Sjaastad et al., 2016).

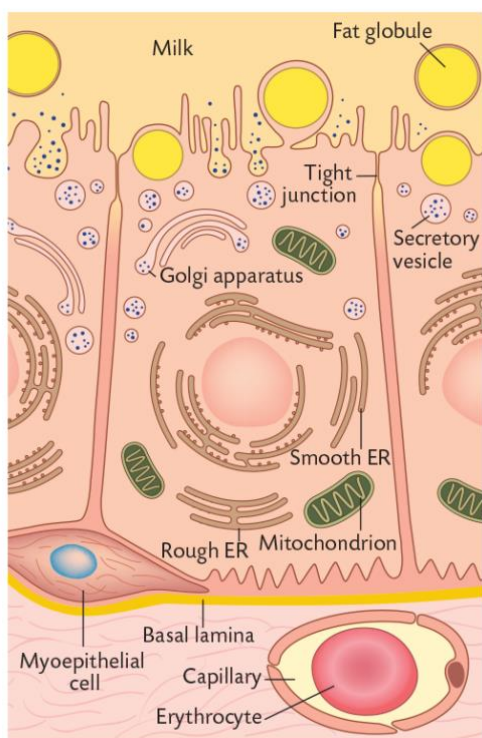
### 2.3 Melkenedgiving

Melkenedgivingen er tømning av juret. Det er viktig at juret tømmes mest mulig. Mesteparten av melken sitter i alveolene. Det er derfor viktig at melkenedgivingen sørger for at alveolene tømmes (Svennersten-Sjaunja & Olsson, 2005). Ved melkenedgiving vil en rekke faktorer bidra. Spenene er følsom for stimulering. Slik stimulering kan være en kalv som patter eller vasking av spenene før melking. Nerver i spenene sender signal til hypothalamus. I tillegg til stimulering av spenene vil lyd, lukt og syn trigge melkenedgivingen. Dette kan for eksempel være lyden av melkmaskina eller en kalv som rauter. Hypothalamus produserer oksytocin og sender dette til hypofysen, hvor oksytocinet blir skilt ut. Oksytocinet fra hypofysen vil via blodbanene komme til juret. Oksytocinet starter melkenedgivingen. Spenekanalene åpnes. Melkekanalene vil åpne seg mer å gjøre det lettere for melken å renne igjennom. Myoepitelet (muskelceller) som omgir alveolene vil kontrahere

og øke trykket inni. Trykket presser melken ut og videre ned og tilslutt ut av juret (Sjaastad et al., 2016).

## 2.4 Melkesyntese

Melkesyntesen består i å lage melken. Denne syntesen skjer i spesialiserte melkeproduserende cellene i alveolene som bygger opp alveolene (se figur 4). De melkeproduserende cellene vises i midten av figuren. Øverst i figur 4 vises lumen, hulrommet hvor melken lagres. I de melkeproduserende cellene blir laktose, protein og fett produsert og skilt ut i lumen. Nederst til høyre ses en kapillær blodåre. Blodåren forsyner cellene med de nødvendige næringsstoffene for å kunne syntetisere melk. Melkesyntesen krever mye energi og næringsstoffer. Derfor har alveolene godt med blodforsyning. Næringsstoffene kommer direkte fra fôret eller er mobilisert fra dyrekroppen (Sjaastad et al., 2016).



© scanvetpress.com

Figur 4: Figur av cellene i veggene til alveolene (Sjaastad et al., 2016).

Kumelk består stort sett av vann, laktose, fett og protein. Av disse utgjør vann den største andelen med omtrent 87 prosent. Laktoseinnholdet er omtrent 5 prosent, protein 3,3 prosent og fett på 3,8 prosent (Sjaastad et al., 2016). Innholdet av laktose, protein og fett vil variere mellom kyr, dager i melk og melkekjertlene (Ayadi et al., 2004; Quist et al., 2008). Denne variasjonen vil bli omtalt lengre ned.

### 2.4.1 Laktose

Laktose er et disakkarid. Det vil si at det består av to suktermolekyler. For laktose er disse to suktermolekylene glukose og galaktose. Disse to er bundet sammen i en  $\beta$ -1-4 binding.

Laktose blir syntetisert i golgiapparatet i de melkeproduserende cellene (Council et al., 1988).

Utgangspunktet for laktose er glukose. Glukose står for både glukosedelen og galaktosedelen i laktose. Glukose blir hentet fra kapillære blodårer ved hjelp av et transportprotein kalt for GLUT1. Dannelsen av galaktose fra glukose skjer ved hjelp av nukleotidene adenosin-trifosfat (ATP) og uridin-trifosfat (UTP). Galaktosen som blir brukt i laktose er UDP-galaktose. UDP står for uridin-difosfat. Det vil si at UDP har en fosfatgruppe mindre enn UTP. For at laktose skal dannes brukes UDP-galaktose og glukose. Disse to bindes sammen i en  $\beta$ -1-4 binding. Dette skjer ved hjelp av enzymet laktose syntase. Sluttproduktet blir da laktose og UDP. Transport av laktose ut i lumen, der melken mellomlagres skjer ved hjelp av transportvesikler. Vesikler er blærer som transporterer ting innad og ut av cellene. Disse vesiklene tømmer innholdet sitt ut i lumen ved hjelp av eksocytose (Sjaastad et al., 2016).

Glukose for syntese av laktose kommer fra flere kilder hos en drøvtygger. En av de viktigste kildene til glukose er propionsyre, som omdannes til glukose i levra ved hjelp av glukoneogenesen (McDonald et al., 2011).

### 2.4.2 Protein

Protein i melk blir syntetisert i de melkeproduserende cellene. Nærmere bestemt ved røff endoplasmatisk retikulum i ribosomer. Figur 4 viser en røff endoplasmatisk retikulum (ER). Ribosomene ligger utenpå røff ER som små kuler. På samme måte som proteinsyntese i andre celler skjer syntesen ved hjelp av mRNA. Proteinet produsert i ribosomene blir transportert av vesikler fra endoplasmatisk retikulum til golgiapparatet. I golgiapparatet blir laktosen tatt opp i vesiklene. Vesiklene tømmer så laktosen og proteinet ut i lumen (Council et al., 1988).

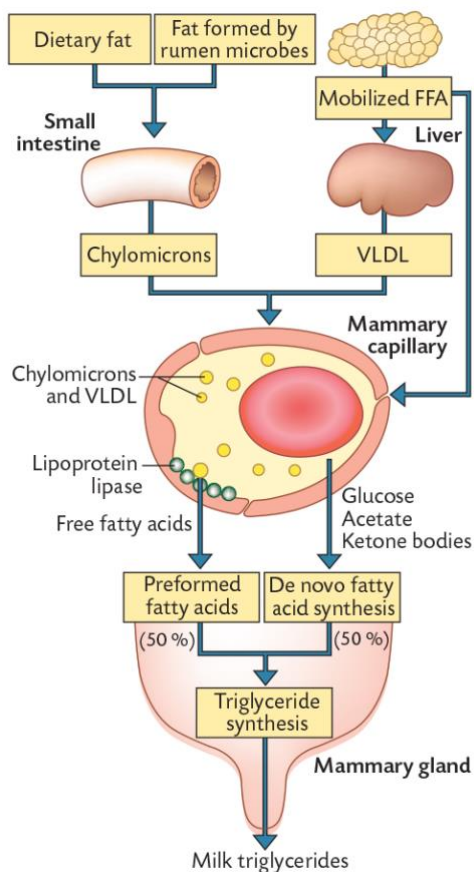
Melk har ulike typer protein i seg. Disse kan grupperes slik: kasein, laktalbumin, laktoglobulin, immunoglobulin, enzymer og andre proteiner som har spesifikke funksjoner (Sjaastad et al., 2016). Kasein utgjør største delen av proteinet i kumelk. Det er 5 ulike typer kasein:  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$  og  $\gamma$  (McDonald et al., 2011).

### 2.4.3 Fett

Melkefett blir dannet fra ulike kilder. Figur 5 viser at melkefett kan bli dannet direkte fra fôrfett, fra fett i vommikrober, lagret fett i dyret og næringsstoffer fra fordøyd fôr. Fett fra fôr og fett fra vommikrober vil bli tatt opp i tynntarmen som chylomikroner. Ved hjelp av lymfesystemet og blodårene kan chylomikronene transporteres til juret. Chylomikronene sammen med VLDL (very-low density lipoproteins) blir i veggen av ei kapillæråre brutt ned til frie fettsyrer og glyserol. VLDL er lipoproteiner som blir syntetisert i levra fra triglyserider, fosfolipider, aminosyrer og kolesterol (Sjaastad et al., 2016).

I juret kan fett dannes fra det som kalles *de novo syntese*. *De novo syntese* er at fettsyrer blir dannet fra eddiksyre og  $\beta$ -hydroksysmørsyre hos kua. Denne syntesen foregår i de melkeproduserende cellene (McDonald et al., 2011; Sjaastad et al., 2016).

Fettsyrer fra *de novo syntese* og fettsyrer fra vommikrober/fôr og fettsyrer fra fettvev utgjør omtrent halvparten hver (Sjaastad et al., 2016). Fettsyrene blir brukt til å lage triglyserider sammen med glyserol. Melkefettet kan deles inn i tre grupper: kort C4-C10, mellom C12-C16 og langkjedede fettsyrer C18. Kortkjedede fettsyrer kommer fra *de novo syntese*. Langkjedede fettsyrer kommer fra vommikrober/fôr og mobilisert fettvev. Mellomkjedede fettsyrer kommer fra begge kilder. Triglyserider utgjør mesteparten av melkefettet og resten er lipider i cellemembranen av fettdråpene som skilles ut i lumen (Council et al., 1988; McDonald et al., 2011). Melkefettet blir dannet i glatt endoplasmatiske retikulum, se Figur 4. Ved syntese av melkefett vil disse danne seg som dråper. Disse dråpene vil bli dekket med en cellemembran før den blir sendt ut i lumen (Sjaastad et al., 2016).



© scanvetpress.com

Figur 5: Oversikt over ulike kilder og veier til dannelsen av melkefett (Sjaastad et al., 2016).

## 2.5 Variasjon av melkemengde og melkens komponenter

Melkemengde ved melking vil variere av en rekke årsaker. Først og fremst vil melkemengden være styrt av melkeintervall som er tid siden sist melking (Everett & Wadell, 1970).

Melkemengden styres mye av melkeintervall på grunn av at melkesyntesen foregår hele tiden og melka samles opp i juret. Grad av tømning av juret vil også være med å styre melkemengden ved melking. Under melking er det viktig at kua får riktig og nok stimuli slik at juret tømmes for melk. Tømmes ikke juret helt vil det kunne stå igjen melk i alveolene og melkekanalene (Millogo et al., 2009; Shinde et al., 2016). Andre forhold som påvirker melkemengde mellom kyr, er laktasjonsnummer og laktasjonsstadium. Kyr i første laktasjon vil melke mindre enn kyr med to eller flere laktasjoner. Kyrne vil også melke mer tidlig i laktasjon og gradvis synke utover laktasjonen (Quist et al., 2008).

### **2.5.1 Laktose**

Melk har et stabilt prosentinnhold av laktose. Dette kan ses i sammenheng med at laktose har en viktig rolle i melkens osmolaritet. Det vil si at laktosen trekker til seg vann. I tillegg til at laktose har en viktig rolle i melkes osmolaritet har også løselige ioner dette. Tiltrekkingen av vann skjer i vesiklene som transporterer laktosen ut av den melkeproduserende cella. Det at laktosen trekker til seg vannet gjør at forholdet mellom mengden laktose og mengde vann er nokså likt. Melk inneholder for det meste vann. Små dagsvariasjoner i melkemengden vil derfor i liten grad påvirke forholdet mellom vann og laktose (Sjaastad et al., 2016).

En endring i innholdet av laktose i melk kan ses i sammenheng med at mastitt vil forstyrre og skade de melkeproduserende cellene og tight junctions (Bruckmaier et al., 2004). Tight junction er en smal åpning mellom de melkeproduserende cellene. Tight junction kan ses i figur 4. En skade på tight junction vil føre til en lekkasje mellom melk og blod. Laktose vil da lekke til blod, og natrium og klor vil lekke til melk. Natrium og klor har i likhet med laktose viktig rolle for osmolaritet og disse ionene vil erstatte osmolariteten fra laktose (Bruckmaier et al., 2004; Stelwagen et al., 1999).

### **2.5.2 Protein**

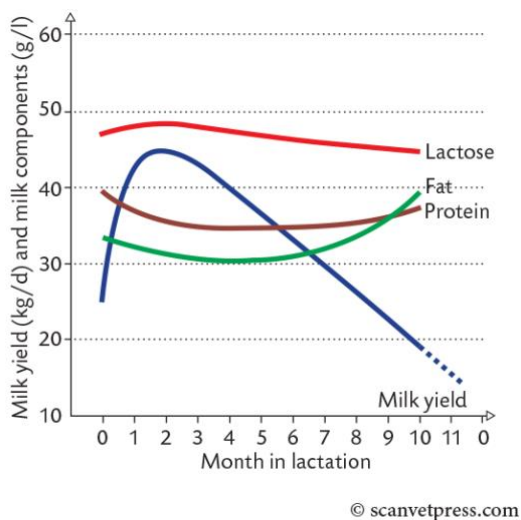
Proteinet i melken vil variere gjennom dagen. I Quist et al. (2008) ble melkeprøver tatt for hver melking over en periode på fem dager. Melkeprøvene ble tatt fra kyr melket to ganger daglig eller tre ganger daglig i melkestall. Resultatene viste at proteinprosenten var høyest for melkinger om kvelden og lavest på morgenen/dagtid.

Tidligere studier har vist at proteinprosenten endres lite, men noe i løpet av utmelkingen. I Rico et al. (2014) ble flere melkeprøver tatt ut underveis i melkingen. Resultatene viste en liten endring i proteinprosent i melka. Endringen som ble observert kunne trolig forklares av en uttynnningseffekt fra en økning i fettinnholdet lengre ut i melkingen (Rico et al., 2014). Det er fra før kjent at fettinnholdet øker ved bedre tømning av juret. Dette er grunn av at fettinnholdet er større i melk oppbevart i alveolene (Ayadi et al., 2004). Det er også kjent at god stimulering av juret vil tømme juret bedre (Millogo et al., 2009). Det kan derfor tenkes at stimulering og grad av tømning av juret vil være med å påvirke proteininnholdet i melka fra den melkingen.



Fôring vil kunne påvirke protein i melka noe, men er mindre viktig i variasjon mellom melkinger. Økt innhold av protein i fôret øker den totale produksjonen av protein, men det vil også øke melkeytelsen (Council et al., 1988). Derfor vil endring av fôrrasjon ha liten innvirkning på proteinprosent i melka.

Mastitt en betennelse har også vist å kunne påvirke proteinsammensetningen (Urech et al., 1999). Skader på blod-melk barrieren vil kunne la proteiner som blant annet laktalbumin passere fra blod og inn i melken. På en annen side vil skader på de melkeproduserende cellene redusere produksjonen av blant annet kasein (Bruckmaier et al., 2004; Sjaastad et al., 2016; Urech et al., 1999). Av den grunn vil den totale proteinprosenten i melka endres lite på grunn av mastitt.



Figur 6: Endring av melkeinnholdet og ytelsen i løpet av en laktasjon (Sjaastad et al., 2016).

I figur 6 kan man se at proteininnholdet i melka endres med laktasjonsstadium. Proteininnholdet varierer i løpet av laktasjonen (Council et al., 1988). At proteininnholdet endres i løpet av laktasjonen, har betydning for variasjon der flere kyr brukes som datagrunnlag.

### 2.5.3 Fett

En av årsakene til at fettprosenten varierer er melkeintervall. I Dutreuil et al. (2016) ble effekten av melkeintervall undersøkt opp mot fettprosent. I forsøket ble kyrne melket ved ulike melkeintervall: 4, 11, 13, 20, 24 og 36 timer. Melkeintervall ved 4 og 36 timer viste høyest fettinnhold. Det ble beskrevet at årsaken til høyere fettinnhold i melka fra 4 timers intervall var som følge av rest-melk fra forrige melking. For 36 timers intervall ble fett

akkumulert som følge av at melkemengden per time ble avtagende fra siste melking. Dette er også gjeldende for ulike melkeintervall. Nedgangen i melkesyntese (melkemengde) og fettsyntese vil endres ulikt ved økende tid etter sist melking. Nedgangen skjer som følge av trykket i juret økes. Forskjellen i graden av syntese mellom disse to vil derfor øke fettprosenten ved økende tid etter melking (Dutreuil et al., 2016).

Tømming av juret vil også påvirke fettprosenten i melka. Alveolene har høyere innhold av fett enn melk i cisternen (Ayadi et al., 2004). Melka i alveolene er den melka som kommer ut sist ved melking. Derfor øker også fettinnholdet i melka mens melkingen forløper. Rico et al. (2014) utførte flere melkeprøveuttak under samme melking. Melkeprøvene ble så analysert. Resultatene viste at fettinnholdet i melka økte utover melkinga. Av den grunn vil stimuli før og under melkinga være avgjørende for fettinnholdet i melka for den aktuelle melkingen (Millogo et al., 2009; Shinde et al., 2016).

I Quist et al. (2008) ble det funnet at fettinnholdet i melka varierte gjennom dagen. I forsøket ble det brukt melkeprøver fra besetninger med to og tre melkinger om dagen, melket i melkestall. Der ble det funnet at fettinnholdet i melka var høyest om kvelden og lavest om morgenen.

På samme måte som at protein varierer med laktasjonsstadium er det også gjeldene for fett (Council et al., 1988). Som vist i Figur 6 varierer fettinnholdet i melka i løpet av laktasjonen.

## **2.6 Korrigering og bedring av kvalitet på melkeprøver**

Uttak av melkeprøver har blitt korrigert tidligere. Korrigeringen har blitt gjort på forskjellige måter. Friggens og Rasmussen (2001) har brukt data fra sammenhengende melkeprøveuttak over en kort periode. Melkeprøvene ble tatt ut fra to AMS-besetninger med ulike typer melkerobot. Dataene fra den ene besetningen ble brukt for å finne en korreksjonsfaktor for den andre besetningen (Friggens & Rasmussen, 2001). En svakhet ved at det ble brukt to ulike besetninger med ulik type melkerobot er at melkeprøveuttaket kan være ulikt utført. Dette kan ha ført til uforutsigbare forskjeller i melkeprøvene, og videre korrigeringen passet dårligere mellom besetningene. De to besetningene hadde også ulik type kutrafikk, styrt og fri. Dette kan gi kunstige forskjeller i melkeintervall for de to besetningene og ulike forutsetninger for melkeprøvene. På en annen side bør en korrigering fungere mellom alle

typer besetninger med AMS, og på den måten er det bra at en korrigering brukes med data fra forskjellige besetninger.

Melkeprøvene og melkingene ble brukt til å få et gjennomsnitt av kjemisk innhold i melka og melkemengde i Friggens og Rasmussen (2001). Ved å sammenligne gjennomsnitt mot en enkelt melkeprøve fikk de så en differanse. Denne differansen ble gjort for fett, protein, laktose, tid mellom melking, melkemengde, urea og celletall. Ved å bruke regresjonsanalyse mellom blant annet fett og melkemengde ble en korrigeringsfaktor laget. Denne korreksjonsfaktoren ble så brukt for å korrigere fettinnholdet i melka der kun en prøve ble tatt ut. I studien ble det konkludert med at korrigering var mest hensiktsmessig for fett og celletall. Imidlertid viste melkeprøvene med korrigering for fett og celletall fremdeles betydelig usikkerhet (Friggens & Rasmussen, 2001).

Andre måter å korrigere melkeprøvene for fettinnhold på, har vært ved å bruke data fra kua. Ideen her var at melkeprøver mellom morgenen og kvelden var ulik. En korrigering ble derfor nødvendig. Korrigeringen har blitt utført ved hjelp av regresjonsanalyse. Laktasjonsdata og opplysninger om kua fra AMS ble brukt. Korrigeringen har da blitt utført ved hjelp av proteinprosent i melkeprøven, melkeintervall, melkemengde, melkemengde ved forrige melking, melkeintervall for forrige melking, tidspunkt for melking, dager i melk, drektighetsstatus og måned melkeprøven ble tatt. I denne studien ble to datasett brukt, et for utregning og det andre for validering av utregningen. Datasettene var fra mange besetninger. Korrigeringen bedret estimeringen av fettinnholdet noe (Roelofs, 2006). Fordelen med denne studien var at korrigeringen var basert på mange ulike besetninger med AMS. Datasett 1 ble brukt for korrigering og datasett 2 ble brukt for å teste ut korrigeringen. I og med at korrigeringen er ment for mange og ulike besetninger er det en fordel at korrigeringen er basert nettopp på mange og ulike besetninger.

Andre tilnærminger for å bedre kvaliteten på melkeprøvene har vært å sette kriterier for melkeprøven i besetninger med AMS. Hand et al. (2006) så på ulike måter å ta melkeprøver. Protokoll 1 var å ta en melkeprøve og sette krav til intervall på åtte timer for melkingen. Protokoll 2 var å bruke en melkeprøve med minimums melkeintervall på fire timer. Fettinnholdet ble så korrigert ved hjelp av proteininnhold, fettinnhold, melkeintervall for den aktuelle melkeprøven og forrige melking, men også melkemengde for aktuell og forrige melking. I protokoll 3 ble alle melkeprøver innen en tidsperiode på enten 10, 12, 14, 16 eller

18 timer brukt. Prøvene ble så korrigert på samme måte som i protokoll 2, men i tillegg laktasjonsnummer, dager i melk, sesong, melkeytelse for prøvedag, logaritme fettprosent, logaritme proteinprosent og tilfeldige effekter for dyreflokken. I protokoll 4 ble alle prøver brukt innen en tidsperiode på enten 10, 12, 14, 16 eller 18 timer. Her ble det ikke foretatt noen korrigerende av melkeprøvene. Forsøket viste at å samle alle melkeprøvene over en periode på 16 timer og uten korrigerende var best (Hand et al., 2006). Dette forsøket tar utgangspunkt i å sammenligne ulike metoder brukt i forskjellige land. Deretter ta metodene i bruk på noen få besetninger og se hvilken som gjøre det best. Fremgangsmåten er god for å teste allerede prøvde testprotokoller og kunne sammenligne de. Konklusjonen gir en mindre arbeidskrevende måte å samle inn melkeprøvene enn de andre protokollene.

Andre metoder for å ta ut melkeprøver er å ta melkeprøven og analysere den rett etter melking. Som omtalt i Kaniyamattam og De Vries (2014) kan melken analyseres ved hjelp av nær infrarødt spektroskopi. Ved bruk av melkeanalyse rett etter melkingen kan det tas ut flere melkeprøver og det er mindre arbeidskrevende. Flere melkeanalyser kan gi muligheten til å ta flere melkeprøver oftere. Melkeprøvene kan da brukes mer aktivt til besetningsstyring. Melkeanalysen kan også brukes som grunnlag i kukontrollen. I Kaniyamattam og De Vries (2014) ble det sammenlignet melkeanalyse. Studien sammenlignet melkeanalyse på gården og analyse sendt til laboratorium. Analysen gjort i laboratorium ble gjort med infrarødt spektroskopi. Studien viste at melkeanalysen gjort på gården stemte nokså bra med melkeanalysen i laboratorium. Melkeanalysen på gården viste seg generelt å overestimere og underestimere melkeprøvene sammenlignet med melkeanalysen i laboratorium. Melkeanalysen gjort på gården hadde den fordel at dette kunne gjøres på flere melkinger. Studien viste at å slå sammen flere melkeanalyser på gården bedret analyseresultatet (Kaniyamattam & De Vries, 2014).

## 3.0 Materiale og metode

### 3.1 Innsamling av melkeprøver

Innsamlingen av melkeprøver var en del av et større fôringsforsøk. Forsøket ble utført i storfe fjøset ved Senter for husdyrforsøk ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

Forsøket gikk ut på å fôre melkekyr med to ulike kvaliteter surfôr og ulik mengde kraftfôr. Surfôret hadde høy eller lav kvalitet, og hver av surfôrgruppene ble inndelt i tre undergrupper. En undergruppe hadde optimal mengde kraftfôr, en gruppe to kg kraftfôr over optimal mengde, og en gruppe to kg under optimal mengde. Optimal mengde kraftfôr ble funnet ved hjelp av Tine Optifôr. Kraftfôret var fra Norgesfôr og typen Drøv Energirik. Kyrne hadde hele tiden fri tilgang til surfôr.

Innsamlingen av melkeprøver ble gjort over tre perioder. Datoene for periodene vises i tabell 2. Innsamlingen av melkeprøver ble gjort i ulike stadier av forsøket. Under første periode fikk kyrne normalt surfôr, en blanding 50/50 av høy og lav kvalitet. For andre periode var kyrne delt i to grupper med surfôr av høy og lav kvalitet, samt optimal mengde kraftfôr. Under tredje periode var kyrne delt i seks grupper, altså to typer surfôr og tre ulike mengder kraftfôr. Hver innsamlingsperiode ble gjort over 48 eller 78 timer. Tabell 1 viser gjennomsnittlig antall prøver per ku for hver av periodene. Tabell 1 viser også laveste og høyeste antall prøver som ble samlet inn knyttet til ei ku for perioden.

Tabell 1: Gjennomsnittlig antall prøver per ku, samt laveste og høyeste antall prøver knyttet til ei ku.

	Periode 1	Periode 2	Periode 3
Gjennomsnittlig antall prøver per ku	4,57	7,48	4,76
Laveste antall prøver til ei ku	1	4	1
Høyeste antall prøver til ei ku	8	13	9
Antall prøver for perioden	266	453	281
Første prøveuttak	16.03.20 09:55	01.04.20 09:38	23.04.20 10:02
Siste prøveuttak	18.03.20 09:49	04.04.20 15:43	25.04.20 10:58
Tidsspenn prøveuttak	47 timer og 54 minutter	78 timer og 5 minutter	48 timer og 56 minutter

Innsamlingen av melkeprøvene ble gjort av melkeroboten med en Delaval VMS melkeprøveuttak (Delaval International AB, Tumba, Sverige). Ved melkeprøveuttaket ble melkeprøvene tilsatt Bronopol. Melkeprøvene ble så sendt til Tine SA for analyse. Melkeprøvene ble analysert for fett, protein, laktose, celletall, urea og frie fettsyrer ved bruk av FTIR i et instrument kalt Bentley FTS/FCM. I videre utregninger ble hovedfokuset i denne oppgaven på fett, protein og laktose. Celletall, urea og frie fettsyrer ble valgt bort for å redusere omfanget av denne oppgaven.

### 3.2 Forsøksdyra

Forsøksdyra var av rasen Norsk rødt fe (NRF). Informasjon om forsøksdyra vises i tabell 2. Tabell 2 gir informasjon om antall dyr, laktasjonsnummer og dager i melk. Forsøksdyra ble melket med en Delaval melkerobot i et feed first kuttraffikssystem.

Tabell 2: Informasjon om kyrne brukt til melkeprøvene. SD står for standardavvik.

Periode	Tidsperiode	Antall kyr	Gjennomsnitt laktasjon (SD)	Gjennomsnitt dager i melk (SD)
1	16-18.03.2020	60	1,86 (0,97)	132 (31,8)
2	01-04.04.2020	60	1,86 (0,97)	151 (30,5)
3	23-25.04.2020	59	1,86 (0,97)	173 (30,7)

I tabell 2 vises antall kyr brukt i forsøket. For periode 1 var det 60 kyr, men to kyr ble fjernet grunnet usikkerhet knyttet til analysen av melkeprøvene. Dataene for 58 kyr ble derfor brukt. I periode 3 ble ei ku fjernet fra forsøket fordi kua stjal fôr fra andre kyr, og tuklet med dataene for fôropptak i forsøket.

### 3.3 Generelt om dataene

Excel-verktøyet deskriptiv statistikk er brukt for datanalyse. Dette ble gjort for å beskrive dataene brukt i resultatene, samt fortelle noe om spredningen av dataene. Verktøyet ga informasjon om gjennomsnitt, standardavvik, høyeste verdi og laveste verdi. Den deskriptive statistikken ble brukt på melkeintervall, melkesyntese (beskrevet i kapittel 3.4), melkemengde, laktoseprosent, proteinprosent og fettprosent.

### 3.4 Punktdiagram

Hensikten med punktdiagrammene er å se på hva melkeanalysene forteller oss. Punktdiagrammene viser variasjon av kjemisk innhold i melka. Variasjonen som kom frem

gjør det mulig å sammenligne blant annet laktose, protein og fett, med hverandre, og sammenligne eksisterende litteratur og tidligere studier. I Excel ble funksjonene enkel punktdiagram brukt for å lage punktdiagrammene. Punktdiagrammene er en samling av dataene for de tre periodene. Trendlinje ble lagt inn for punktdiagrammene og informasjon tilknyttet trendlinja som stigningstall og  $R^2$ .

For punktdiagrammene med melkemengde ble det laget et punktdiagram mellom melkemengde (kg) og tilhørende analyseresultat for laktose, protein og fett i prosent.

I punktdiagrammene med melkesyntese ble tidsinformasjonen tilhørende melkingen brukt. Formelen under viser hvordan melkesyntese ble beregnet. Melkesyntese ble så satt sammen i et punktdiagram mot analyseresultatene for laktose, protein og fett oppgitt i prosent. I dette datasettet var ikke informasjon om melketidspunkt før første analyseresultat og tilhørende melkeinformasjon tilgjengelig. Derfor var det ikke mulig å regne ut tidsforskjell for første melking og tilhørende analyse. Av den grunn ble første melkingen og tilhørende analyse ikke tatt med i punktdiagrammet for melkesyntese.

**Melkesyntese (gram/minutt) = (Melkemengde for melkingen kg /Tidsforskjell mellom aktuell og forrige melking i minutter) x 1000**

### **3.5 Kvadrater avvik**

Sum kvadrater avvik ble brukt for å forsøke å se om flere prøver kunne estimere det faktiske innhold av laktose, protein og fett. Første prøve registrert for ei ku ble brukt som utgangspunkt for én prøve. For å slå sammen flere prøver ble det tatt utgangspunkt i å slå sammen første prøve med påfølgende prøver fra forrige melking. Flere og flere prøver blir så slått sammen ved økende antall prøver.

Prosentverdiene av laktose, protein og fett ble vektet ut ifra melkemengde. De to formlene under viser hvordan disse ble vektet. Ved én prøve hadde vektning ingen betydning. Der flere prøver er slått sammen har det betydning.

**Laktose, protein eller fett i kg = laktose-, protein- eller fettprosent x melkemengde**

**Laktose-, protein- eller fettprosent vektet =  $\sum$  laktose, protein eller fett i kg /  $\sum$  melkemengde.**

Utgangspunktet for kvadraterte avvik var at det vektete gjennomsnittet for laktose, protein og fett samlet for alle prøvene kua hadde for perioden var det mest riktige. Videre ble differansen mellom vektete gjennomsnitt for alle prøvene og for én prøve og to prøver osv. beregnet. Differansen ble så kvadrateret for å få alle verdiene positive. Summen av kvadraterte differanse for alle kyrne ble så lagt sammen. Hver av disse summene representerer så antall prøver slått sammen.

I tabell 3 kan en se en oversikt over hvor mange kyr som hadde et bestemt antall prøver. I kvadraterte avvik ligger det til grunn at ved første prøve er alle kyrne med i utregningen. Videre nedover vil antall kyr som ligger til grunn bli færre ettersom de ikke hadde flere prøver.

*Tabell 3: Antallet kyr knyttet til hvor mange prøver de hadde.*

Antall prøver	Periode 1	Periode 2	Periode 3
1	1	0	0
2	1	0	4
3	6	0	7
4	20	3	10
5	19	6	25
6	9	7	8
7	1	12	2
8	1	17	2
9		9	1
10		4	
11		1	
12		0	
13		1	

### **3.6 Regresjon**

Regresjon ble brukt for å finne en korrigeringsfaktor. Korrigeringsfaktoren ble brukt for å forsøke å korrigere fettinnholdet i analysen, og gi et estimat av gjennomsnittlig fettprosent for et døgn. Korrigeringen ble brukt på fett, men ikke protein eller laktose. Dette da foreløpige resultater og tidligere litteratur ga en indikasjon at hovedproblemet i variasjon til melkeprøver ligger i tilknytting til fettinnhold. Det ble derfor lagt større vekt på fett i denne oppgaven.



Regresjonsmetoden er en tilnærming til metoden i en artikkel av Friggens og Rasmussen (2001). To korrigeringsfaktorer ble brukt. En korrigeringsfaktor fra Friggens og Rasmussen (2001), og en korrigeringsfaktor basert på melkeanalyser og melkeinformasjon fra periode 2.

For å finne korrigeringsfaktoren ble først vektet gjennomsnittlig fettprosent brukt. Så ble vektet gjennomsnittlig fettprosent for alle prøvene til kua funnet. Deretter fettprosenten for hver enkelt prøve tilgjengelig for kua. Fettprosenten fra en enkelt prøve ble så sammenlignet med den gjennomsnittlige vektete fettprosent for alle prøvene. Differansen mellom enkeltprøvene og gjennomsnittlig vektet fettprosent for kua ble da kalt for fettdifferanse.

**Fettdifferanse = vektet gjennomsnittlig fettprosent - Fettprosent for enkeltprøve**

**Melkedifferanse = Arimetrisk gjennomsnitt melkemengde – melkemengde tilhørende enkeltprøve**

Fettdifferansen ble så satt opp i et punktdiagram mot melkedifferanse. Melkedifferanse ble funnet ved å ta et arimetrisk gjennomsnitt for melkemengdene for kua i den perioden. For å se på differansen mellom arimetrisk gjennomsnitt og melkemengde tilhørende enkeltprøvene. Regresjonsanalyse under dataanalyse i Excel ble så brukt på fettdifferanse med tilhørende melkedifferanse.

Korrigeringsfaktor fra Friggens og Rasmussen:

**Gjennomsnittlig fettprosent for et døgn = observert fettprosent + 0,120 x (melkedifferanse)**

Korrigeringsfaktor basert på periode 2:

**Gjennomsnittlig fettprosent for et døgn = observert fettprosent + 0,085 x (melkedifferanse)**

## 4.0 Resultater

### 4.1 Beskrivelse og fremstilling av dataene brukt i beregningene

Tabell 4: Deskriptiv statistikk over melkingene og melkeanalyser.

	n	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minste verdi	Største verdi
Melkemengde kg per melking	1000	10,6	2,8	2,8	20,7
Laktoseprosent	1000	4,7	0,1	4,3	5,2
Proteinprosent	1000	3,6	0,3	2,9	4,4
Fettprosent	1000	4,3	0,6	1,9	7,2

Tabell 4 viser deskriptiv statistikk for alle melkingene med melkeanalyser. Det er verdt å merke seg de minste og største verdiene for laktose, protein og fett. Standardavviket er også forskjellig for de tre ulike målene. Laktoseprosenten er nokså stabil med et standardavvik på 0,1. Største og minste verdi var henholdsvis 5,2 og 4,3. Proteinprosenten var noe mer ustabil med et standardavvik på 0,3. Her var største og minste verdi henholdsvis 4,4 og 2,9. Fettprosenten viste en større variasjon. Der var standardavviket på 0,6. Største og minste verdi var henholdsvis 7,2 og 1,9.

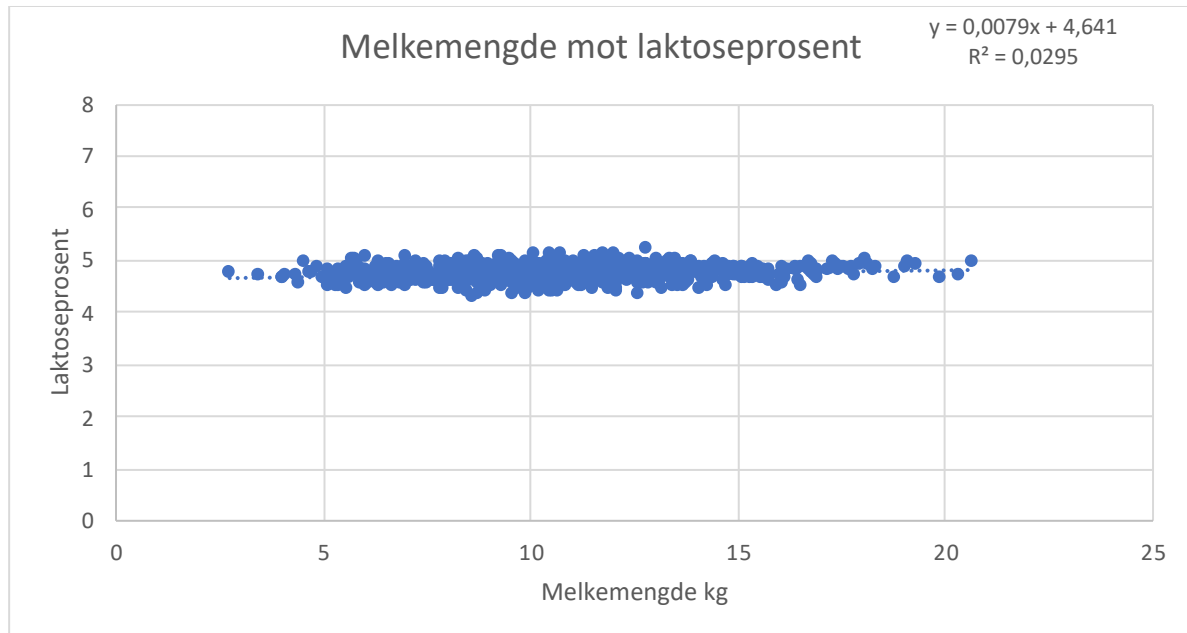
Tabell 5: Deskriptiv statistikk over melkingene og melkeanalyser der tidsinformasjon, som for eksempel melkeintervall for melkingen var tilgjengelig. Det vil si at en del melkeanalyser ble tatt bort sammenlignet med tabell 4.

	n	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minste verdi	Største verdi
Melkeintervall minutt	840	580,5	217,1	206,9	2364,1
Melkesyntese g/min	840	19,4	6,0	4,1	39,7
Melkemengde kg per melking	840	10,5	2,8	2,8	20,7
Laktoseprosent	840	4,7	0,1	4,3	5,2
Proteinprosent	840	3,6	0,3	2,9	4,4
Fettprosent	840	4,3	0,6	2,5	7,2

Tabell 5 viser en enkel deskriptiv statistikk for dataene der melkeintervall og melkesyntese var mulig å regne ut. Tallene fra tabellen er en samling av dataene fra alle tre innsamlingsperiodene. Forskjellen mellom Tabell 4 og Tabell 5 er at Tabell 5 ikke hadde data for første melking sitt melkeintervall. For melkeintervall kan det være verdt å merke seg den største verdien med hele 2364 minutter. Dette tilsvarer over 39 timer. Sett opp mot metoden

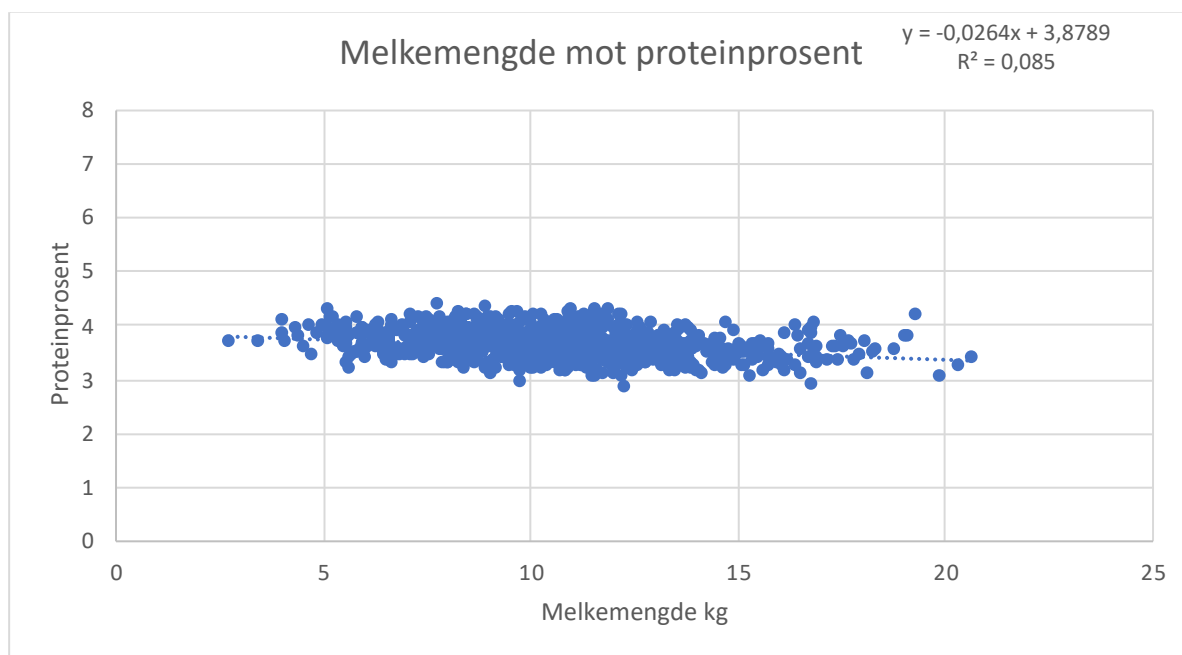
der at melkeintervall var tid mellom aktuell melking og forrige melking, kan det tyde på mangel av data for en melking. Det kan også være ei ku i lav produksjon, seint i laktasjon.

#### 4.2 Variasjon laktose, protein og fett mot melkemengde



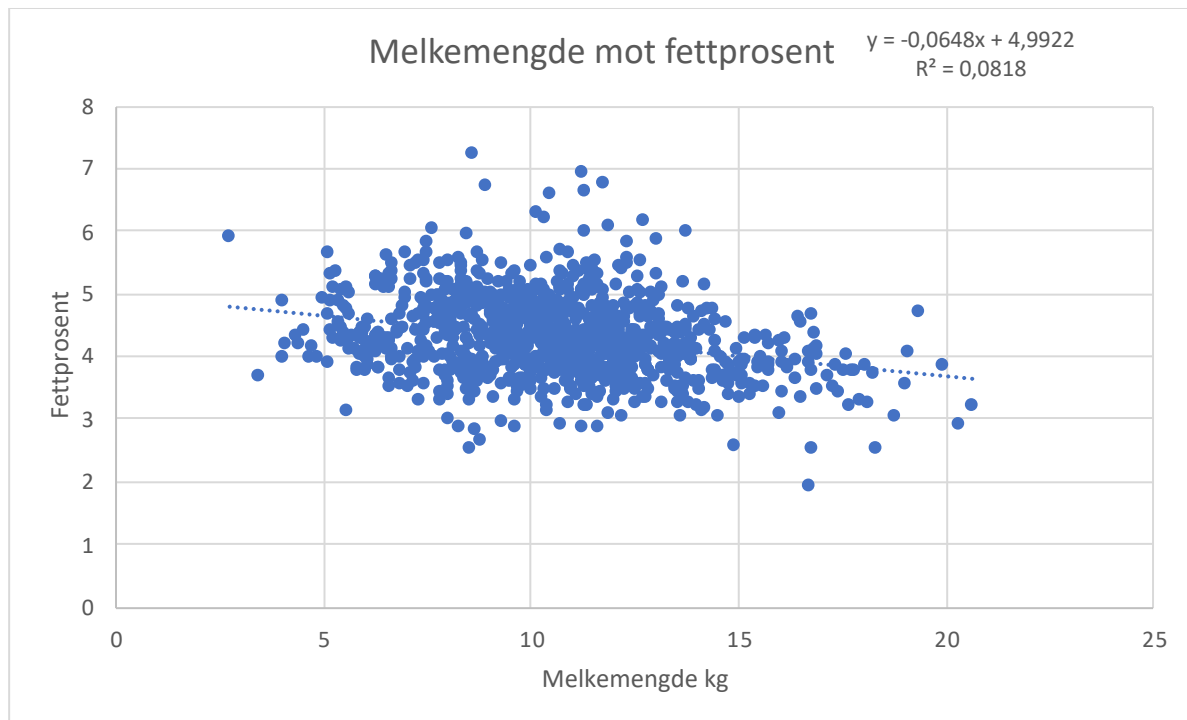
Figur 7: Punktdiagram melkemengde mot laktoseprosent

Figur 7 viser punktdiagram mellom melkemengde og laktoseprosent. Punktene er nokså samlet i y-aksen, selv ved ulike melkemengde. Dette kan ses opp mot største og minste verdi for laktoseprosent i Tabell 5 på henholdsvis 5,2 og 4,3 prosent. Regresjonslinja viser en svak økning ( $0,0079x$ ) i laktoseprosent ved økende melkemengde.  $R^2$  er imidlertid ganske lav med 0,0295. Derfor ses det som svært usikkert at laktoseprosenten går opp ved økende melkemengde.



Figur 8: Punktdiagram melkemengde mot proteinprosent

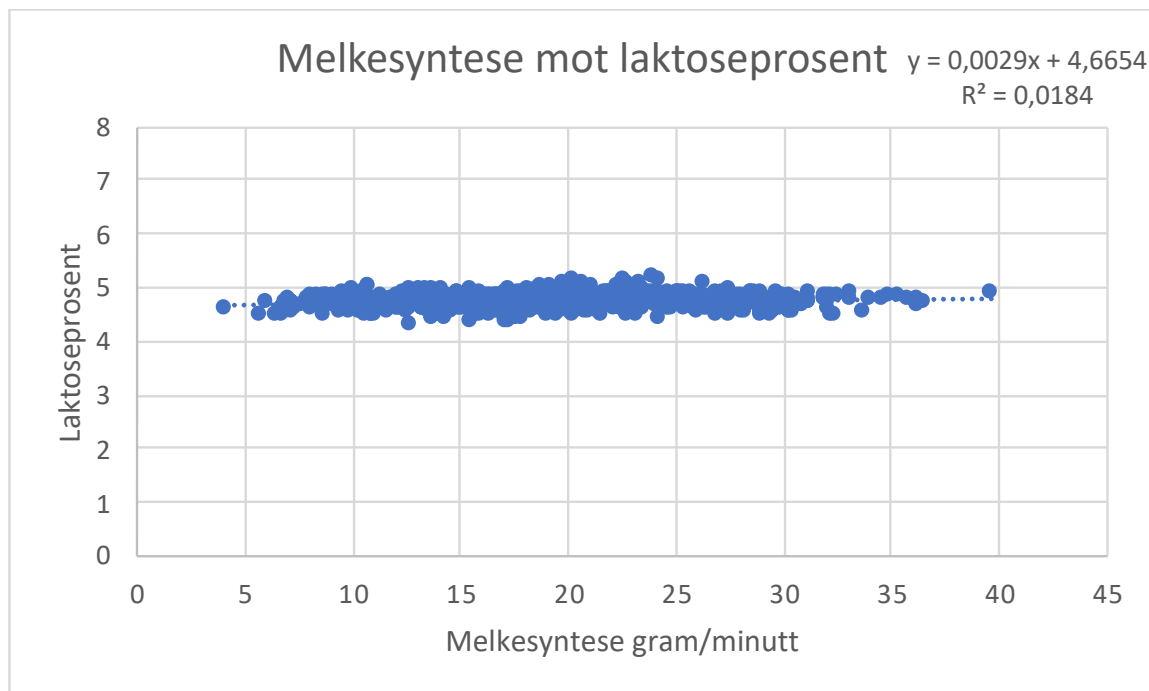
Figur 8 viser punktdiagram mellom melkemengde og proteinprosent. Punktene viser noe spredning i y-aksen også ved ulike melkemengde. Også her kan spredningen av proteinprosent ses opp mot største og minste verdi i Tabell 5, på henholdsvis 4,4 og 2,9 prosent. Regresjonslinja viser en noe svak nedgang ( $-0,0264x$ ) i proteinprosent ved økende melkemengde.  $R^2$  er imidlertid lav med 0,085. Det er derfor vanskelig å si noe sikkert om at proteinprosent går ned ved økende melkemengde.



Figur 9: Punktdiagram melkemengde mot fettprosent

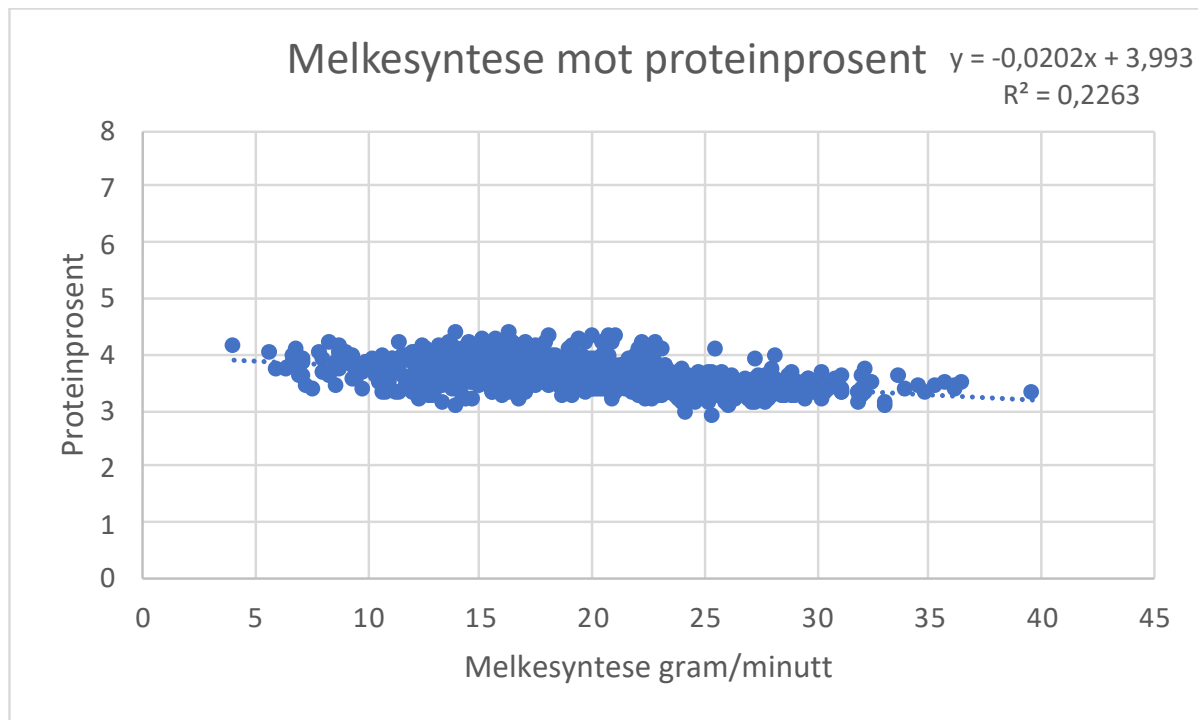
Figur 9 viser punktdiagram mellom melkemengde og fettprosent. Punktene er nokså spredt over y-aksen. Største og minste verdi i Tabell 5 viser henholdsvis 7,2 og 1,9 prosent. Regresjonslinja viser en nedgang av fettprosent ( $-0,0648x$ ) ved økende melkemengde.  $R^2$  viser en verdi kun på 0,0818. Derfor er det usikkerhet knyttet til regresjonslinja.

### 4.3 Variasjon laktose, protein og fett mot Melkesyntese gram/minutter



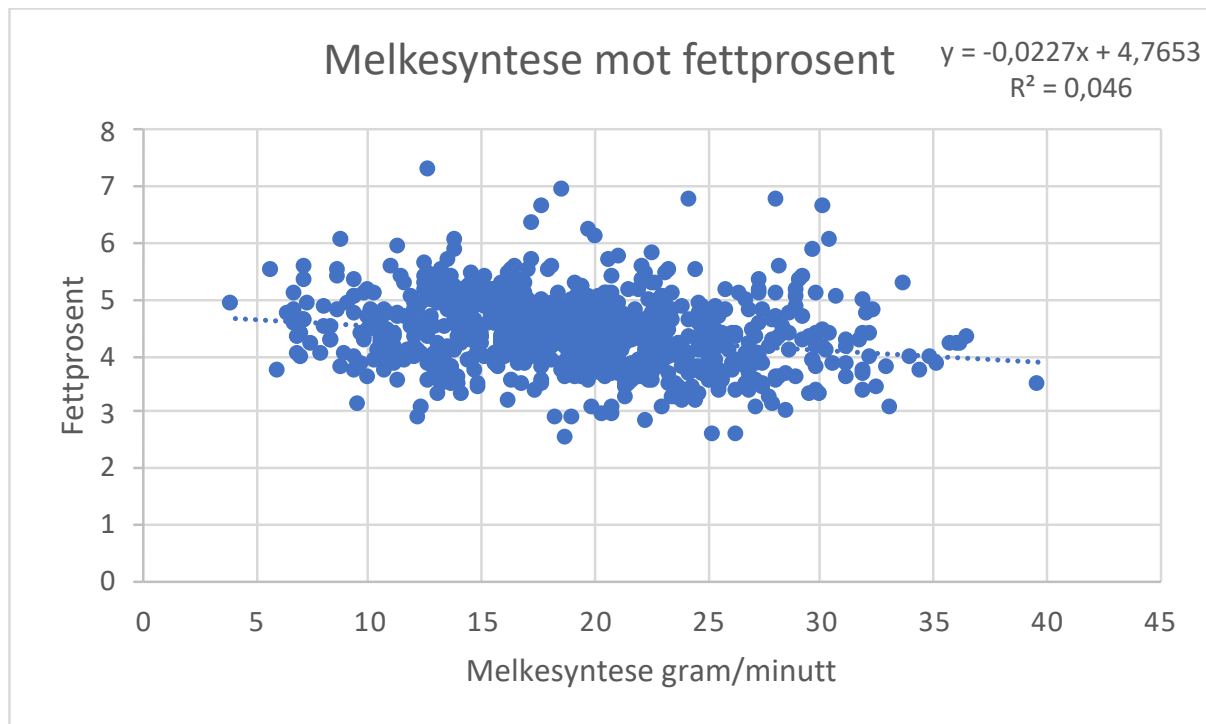
Figur 10: Punktdiagram melkesyntese mot laktoseprosent

Figur 10 viser punktdiagram mellom melkesyntese og laktoseprosent. Punktene er nokså samlet i y-aksen, selv ved ulike melkemengde. Spredningen av punktene kan ses opp mot høyeste og minste verdi i Tabell 5. Der var høyeste og minste verdi for laktoseprosent på henholdsvis 5,2 og 4,3 prosent. Figuren over viser regresjonslinja en svak økning ( $0,0029x$ ) ved økende melkemengde.  $R^2$  viser imidlertid at den er usikker med en verdi på 0,0184.



Figur 11: Punktdiagram melkesyntese mot proteinprosent

Figur 11 viser punktdiagram mellom melkesyntese og proteinprosent. Punktene i y-aksen viser en liten spredning ved ulike melkemengde. Spredningen av punktene kan ses i sammenheng med høyeste og laveste verdi i Tabell 5 med henholdsvis 4,4 og 2,9 prosent. Regresjonslinja i figuren over viser en svak nedgang ( $-0,0202x$ ) i proteinprosent ved økende melkesyntese.  $R^2$  viser en verdi på 0,2263. Sånn at sikkerheten på regresjonslinja ikke er veldig høy.

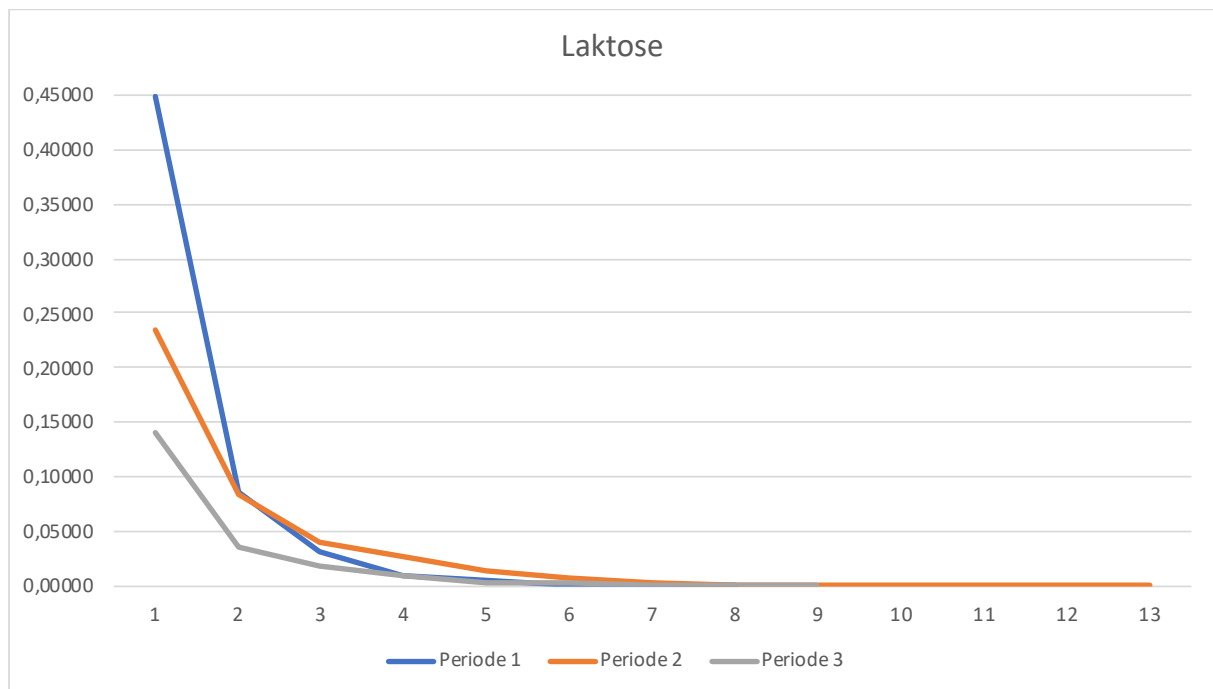


Figur 12: Punktdiagram melkesyntese mot fettprosent

Figur 12 viser punktdiagram mellom melkesyntese og fettprosent. Punktene viser en nokså spredt fettprosent. Fra Tabell 5 kan en se at høyeste og laveste verdi for fettprosent er på henholdsvis 7,2 og 2,5 prosent. Regresjonslinja viser en nedgang ( $-0,0227x$ ) i fettprosent ved økende melkesyntese. Sikkerheten på regresjonslinja er nokså lav med en  $R^2$  på 0,046.

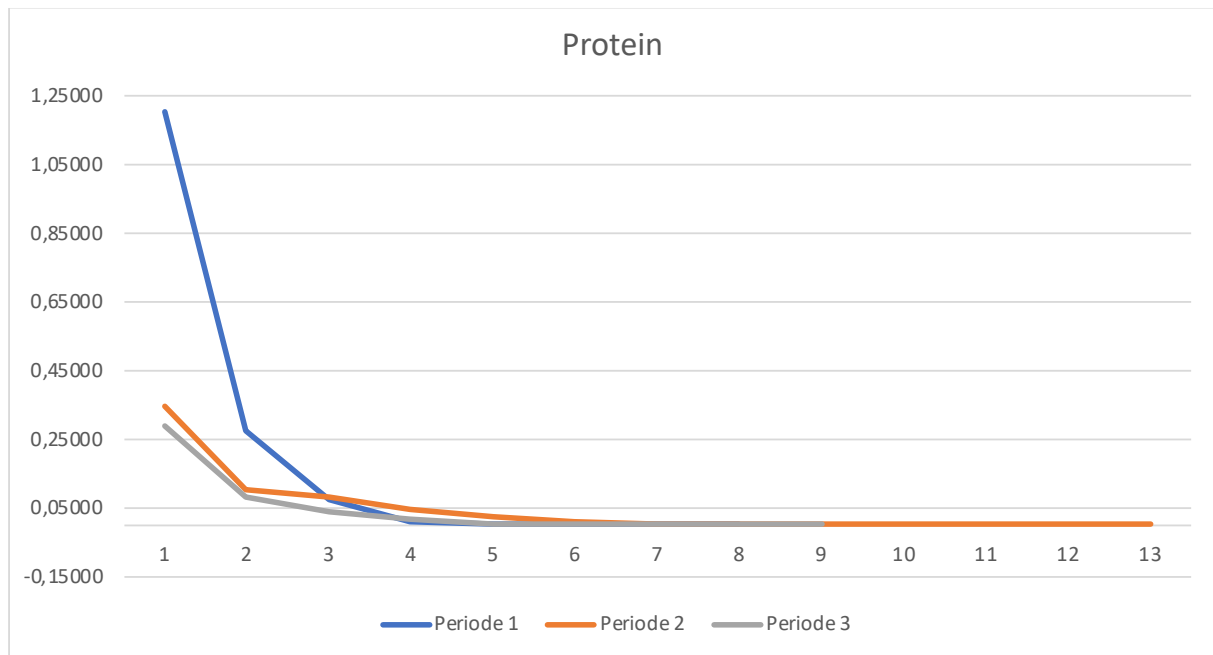


#### 4.4 Sum kvadraterterte avvik



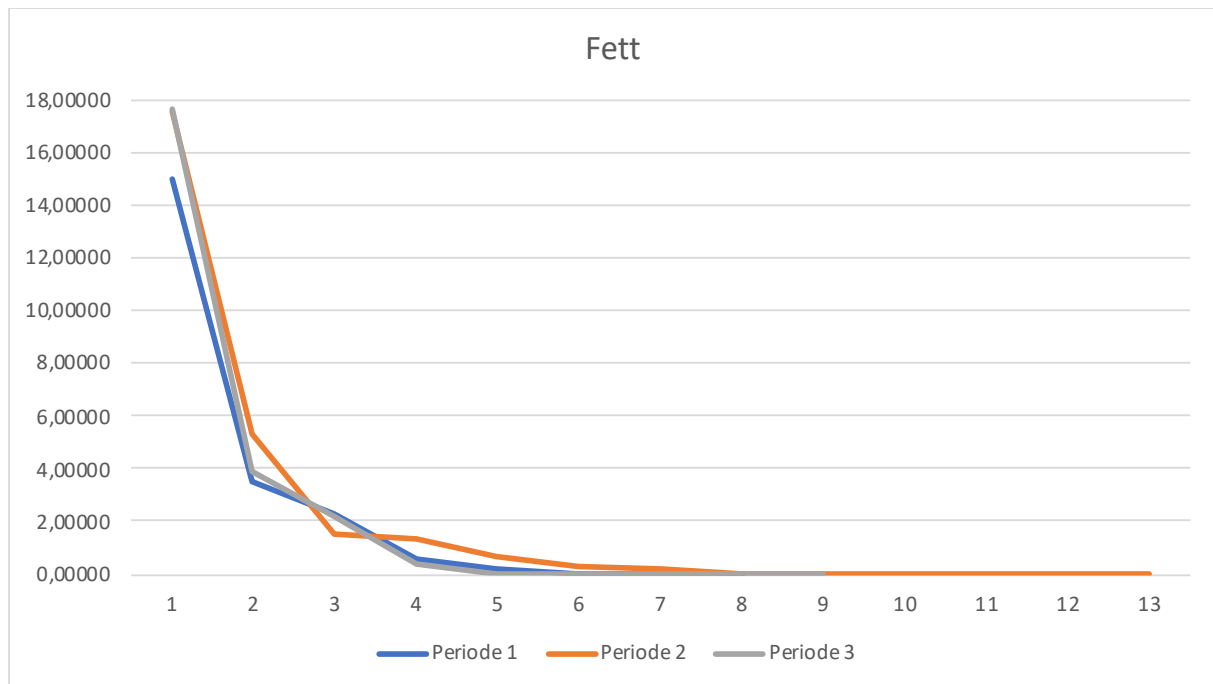
Figur 13: Summen av kvadraterterte avvik laktose

Figur 13 viser sum kvadraterterte avvik for laktose. Figuren viser at summen av kvadraterterte avvik gikk ned betydelig fra 1 til 2 prøver. Noe mindre nedgang fra 2 til 3 prøver og 3 til 4 prøver. Kurven flater ut mye etter 2 eller 3 prøver og summen av kvadraterterte avvik endres ikke veldig voldsomt etter dette. Det kan bemerkes at sum kvadraterterte avvik fra periode 1 var betraktelig høyere enn for periode 2 og 3. Etter to prøver virker trenden å være samme som for periode 2 og 3.



Figur 14: Summen av kvadraterede avvik protein

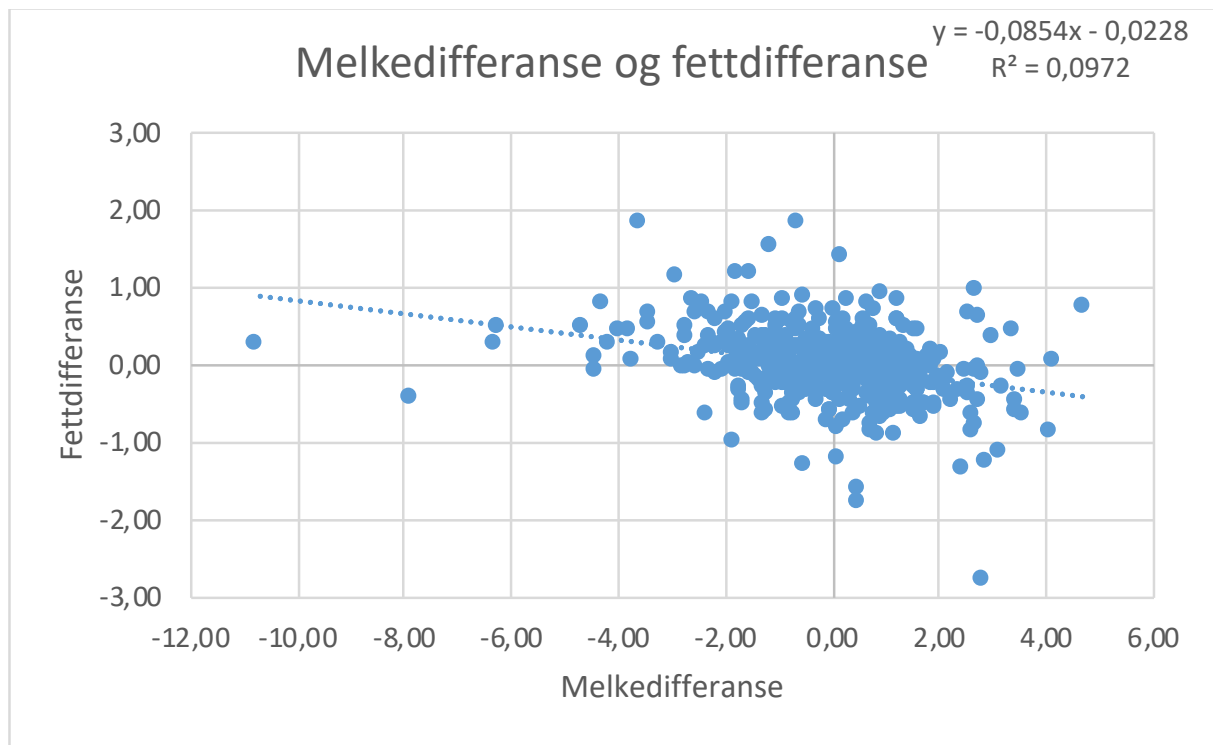
Figur 14 viser sum kvadraterede avvik for protein. Også her viste sum kvadraterede avvik en betydelig endring fra én til to prøver. Etter to prøver flater kurven ut og endringene fra økende antall prøver ble mindre. Som i for laktose i figur 14 skilte periode 1 seg ut. Her ligger også protein for periode 1 betydelig høyere, ikke bare etter én prøve, men også etter to prøver. De ulike periodene hadde forskjellig maksimum antall prøver. Periode 1 hadde åtte prøver som maksimum. Periode 2 hadde maksimum 13 prøver og periode 3 hadde ni prøver. Dette gjelder for alle figurene. Altså laktose, protein og fett.



Figur 15: Summen av kvadrater avvik fett

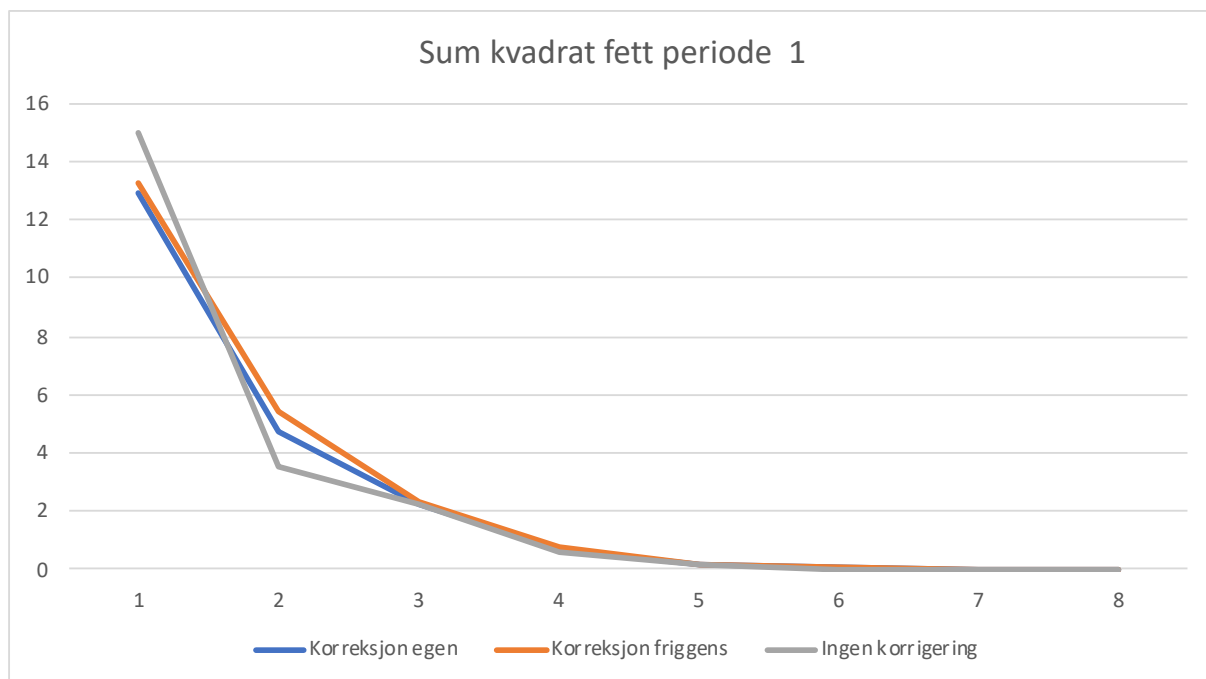
Figur 15 viser sum kvadrater avvik for fett. Endringen fra én til to prøver er også her stor. Før det videre gradvis flater ut som hos laktose og protein. I motsetning til figurene 14 og 15 viser periode 1 her i figur 16 nokså likt mellom periodene. Formen på linjene og sum kvadrat fett utvikler seg nokså likt for periodene.

## 4.5 Korrigering av fett ved bruk av regresjon

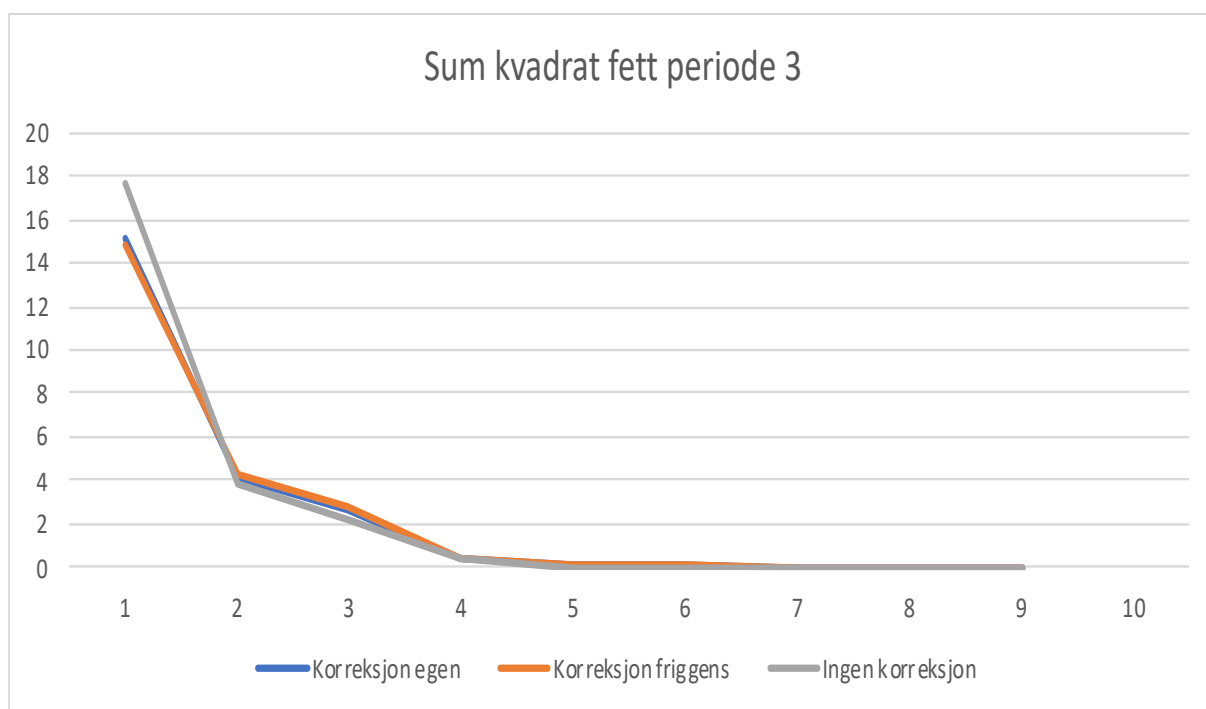


Figur 16: Plott mellom melkedifferanse og fettdifferanse

Figur 16 viser punktdiagram for melkedifferanse og fettdifferanse. Regresjonsanalyse av disse dataene ga grunnlaget for korreksjonsfaktoren 0,0854 som er omtalt i metodekapitlet. Figuren forteller at større melkeproduksjon ga et redusert innhold av fett i melka.



Figur 17: Sum kvadrat for fett med to typer korrigering og ingen korrigering



Figur 18: Sum kvadrat for fett med to typer korrigering og ingen korrigering

Figur 17 og figur 19 viser sum kvadraterte avvik for fett i henholdsvis periode 1 og 3. Sum kvadraterte avvik vises for prøver korrigert ut ifra egen korreksjon, korreksjon fra Friggens og ingen korreksjon. Sum kvadraterte avvik fra ingen korreksjon var de samme tallene som i

Figur 15. Da fra periode 1 og 3. Med utgangspunkt i korreksjon fra Friggens og egen fra periode 2 viste disse en noe bedring av sikkerheten på melkeprøveuttaket for periode 1 og 3. Dette sammenlignet med ingen korreksjon. Korreksjon av fettinnholdet viste kun en bedring for én prøve. Korreksjon for to prøver i periode 1 ga en høyere sum kvadrat enn ingen korreksjon. For periode 3 viste en korreksjon nokså likt sum kvadrat for to prøver, som ingen korreksjon. Ved tre prøver eller flere viste sum kvadrat å være nokså lik med og uten korreksjon. Dette gjaldt både periode 1 og 3.

## 5.0 Diskusjon

Tabell 1 viste at innsamlingen av melkeprøver varierte mellom periodene. Periode 2 skiller seg her ut med 455 prøver. Til sammenligning hadde periode 1 og 3 henholdsvis 266 og 281 prøver. Årsaken til at periode 2 har flere prøver er at prøvetakingsperioden var lengre enn de to andre. Periode 3 hadde ei ku mindre og periode 1 hadde to færre, men dette er av mindre betydning i denne sammenhengen. Ved å sette antall prøver og tidsspenn mot hverandre og sammenligner periodene viste antall prøver per time en beskjeden forskjell, og en kan anta at melkingsfrekvens har mindre betydning for forskjellene mellom de tre periodene.

I resultatene ble variasjon i melkesammensetningen beskrevet med melkemengde og melkesyntese gram per minutt. Årsaken til at melkesyntese ble valgt var at denne tar for seg melkemengde og melkeintervall. Hensikten med å bruke melkesyntese var å prøve å forklare variasjonen eller se effekten av variasjonen av melkesammensetningen. I Dutreuil et al. (2016) ble det diskutert akkumulering av fett i melka som følge av avtagende melkesyntese på grunn av trykket i juret, og fettsyntesen ikke endres likt med melkesyntesen. Av den grunn kunne kanskje melkesyntese være hensiktsmessig for å se på variasjonen i melkesammensetningen.

$R^2$ -verdiene for melkemengde laktose, protein og fett var henholdsvis 0,0295, 0,085 og 0,0818. For melkesyntese var  $R^2$  disse 0,0184, 0,2263 og 0,046. For både melkemengde og melkesyntese var  $R^2$ -verdiene lave og variasjonen kunne ikke forklare noe bedre ved hjelp av melkesyntese. Selv om melkesyntese og dermed melkeintervall er forventet å kunne forklare noe av årsaken til fettinnhold i melka (Dutreuil et al., 2016; Weiss et al., 2002).

### 5.1 Variasjon i melkesammensetning

Fra hypotesen ble det antatt at melkekomponentene har ulik variasjon i melka. Resultatene indikerer at laktose, protein og fett varierer ulikt i melka. Punktdiagrammene for både melkemengde og melkesyntese viste ulikheter hvordan laktose, protein og fett oppførte seg. Punktdiagrammene viste at spredningen av punktene varierte både ved ulik og samme melkemengde og melkesyntese.

### 5.1.1 Laktose

Laktoseinnholdet i melken var som ventet veldig stabilt. Dette i samsvar med tidligere forskning som har vist at laktose varierer lite mellom melkinger og kyr (Bondan et al., 2019; Forsbäck et al., 2010). Gjennomsnittlig laktoseprosent for melkemengde og melkesyntese var begge 4,7 prosent. Melkemengde hadde flere prøver på grunn av at disse ikke trengte tidsinformasjon for melkingen, men viste uansett tilnærmet samme gjennomsnitt. For melkemengde og melkesyntese var høyeste og laveste laktoseprosent henholdsvis 5,2 og 4,3 prosent. Den beskjedene variasjonen av laktose kan ses i sammenheng med den viktige rollen for melkens osmolaritet (Sjaastad et al., 2016). Dette vil sørge for at laktoseinnholdet er stabilt selv ved ulike melkemengder ved hver melking, men også ved forskjellige nivåer av melkesyntese. Melkesyntesen gjenspeiler videre den totale daglige melkeproduksjonen. Dette kommer også frem i resultatene hvor regresjonslinja viste en beskjedent endring i laktoseprosent ved økende melkemengde ( $0,0079x$ ) og melkesyntese ( $0,0029x$ ). Regresjonslinja for laktose var usikker med  $R^2$  på 0,0295 og 0,0184. Dette betyr at melkemengde og melkesyntese kan i mindre grad forklare en variasjon av laktoseinnhold noe som var forventet.

Det er viktig å huske på at punktdiagrammene er samlede resultater fra alle kyrne, og at dette har større innvirkning på variasjonen observert i resultatene enn melkemengde og melkesyntese. Kyrne vil ha ulike forutsetninger for syntese. Studier har vist at blant annet dager i melk, laktasjonsnummer og genetisk status vil ha innvirkning på laktoseinnhold (Alessio et al., 2016; Costa et al., 2019; Henao-Velásquez et al., 2014). Kyrne brukt i dette forsøket hadde ulik genetisk status, ulikt antall dager i melk og laktasjonsnummer. Dette vil derfor være med å gi små variasjoner i laktoseprosent.

En annen årsak til variasjon av laktose i melka kan være mastitt. Det er allikevel viktig å huske at variasjonen er liten i resultatene og effekten av mastitt kan ha mindre betydning. Mastitt vil være med å forstyrre syntesen av laktose, men også lekkasje mellom blod-melk barrieren (Bruckmaier et al., 2004). Studier har vist at selv en mild mastitt kan påvirke syntesen av laktose (Berglund et al., 2007). Laktosen vil da som kjent erstattes av ioner som natrium og klor i melka, og laktose vil lekke til blod (Stelwagen et al., 1999). Alt i alt kan det tenkes at mastitt kan ha sørget for lavere verdier av laktose.



### 5.1.2 Protein

Proteininnholdet i melka var som ventet stabil med noe variasjon. Gjennomsnittlig proteinprosent for melkemengde og melkesyntese var begge 3,6 prosent. Proteinprosenten for melkesyntese og melkemengde hadde største og minste verdi på 2,9 og 4,4 prosent. Spredningen var høyere enn for laktose og lavere enn for fett. Dette var i samsvar med tidligere studier (Bondan et al., 2019; Forsbäck et al., 2010). En lav variasjon i proteininnhold i melka kan settes opp mot at proteinsyntesen er genetisk styrt og vil derfor være stabil (Morris et al., 2005; Sitkowska et al., 2013). På en annen side kan også dette bidra til variasjon. I og med at resultatene er fra 60 forskjellig kyr vil disse ha ulikt genetisk potensiale for proteinsyntese. Hadde man for eksempel sett på ei ku og proteininnholdet over en liten periode hadde variasjonen sannsynligvis vært mindre.

Resultatene fra melkemengde og melkesyntese er for 60 kyr over tre perioder. I og med at resultatene er fra tre perioder vil kyrne i resultatene ha forskjellig dager i melk. Dette kommer frem i gjennomsnittlig dager i melk i tabell 2. Tidligere studier har vist at dager i melk påvirker proteininnholdet i melk (Ng-Kwai-Hang et al., 1982). Bakgrunnen for studien til Ng-Kwai-Hang et al. (1982) var flere melkeprøver fra 2800 melkekyr i 63 forskjellige besetninger over en periode på 17 måneder. Melkeprøvene ble sammenlignet mot laktasjonsnummer og dager i melk. I og med at kyrne hadde melkeprøver over tre perioder og hadde forskjellig dager i melk kan derfor bidra til spredningen i proteininnhold i melka.

Kyrne som dannet grunnlaget for melkeprøvene, var også av ulik alder. Kyrne hadde ulikt laktasjonsnummer med et gjennomsnitt på 1,86. Tidligere studier har også vist at proteininnholdet i melka kan variere med laktasjonsnummer (Ng-Kwai-Hang et al., 1982). Dette kan også ha bidratt til variasjon observert i resultatene for protein.

Effekten av en naturlig variasjon av proteininnhold i løpet av dagen har tidligere blitt dokumentert. I Quist et al. (2008) ble det tatt melkeprøver for hver melking over 5 dager. Melkeprøvene ble tatt ut i besetninger med melkestall der det ble melket både to og tre melkinger om dagen. Det ble funnet at proteinprosenten var høyest i melkinger om kvelden og lavere på dagtid og morgenen. Dette var imidlertid undersøkt i besetninger med melkestall og faste melketidspunkt. En naturlig variasjon av proteininnhold i løpet av dagen kan være annerledes i besetninger med AMS, men kan uansett være med å påvirke variasjonen funnet i resultatene for melkemengde og melkesyntese.

En annen årsak til at proteininnholdet viste en variasjon kan være fôring. Melkeprøvene var basert på et større prosjekt der kyrne fikk ulike fôrrasjoner. Fôrrasjonene hadde ulike kvaliteter grovfôr og ulike mengder kraftfôr. Tidligere studier har vist at mer råtrevler i rasjonen kan redusere proteininnholdet i melka (Council et al., 1988; Emery, 1978). Dette kan ses i sammenheng med at kyrne som dannet resultatet fikk ulik kvalitet med grovfôr. Grovfôret med dårlig kvalitet kan da ha mer råtrevler som vil kunne påvirke proteininnholdet i melka. Kyrne i denne oppgaven fikk også ulike mengder kraftfôr. Disse mengdene var optimal etter Optifôr, to kg over og under optimal mengde. Council et al. (1988) og Emery (1978) viste at høyere energiinntak i rasjonen ga en høyere proteinprosent i melka. De ulike kraftfôrmengdene kan derfor ha bidratt til variasjon i proteinprosent i resultatene. Denne variasjonen vil også kunne ses ute i populasjonen av melkekyr i Norge. Ulike fôringsregimer i hver enkelt besetning vil gi ulikt innhold av protein i melka.

### **5.1.3 Fett**

Fettinnholdet i melka var som ventet variabel. For melkemengde og melkesyntese var gjennomsnittlig fettprosent 4,3 prosent. Største og minste verdi for punktdiagrammet melkemengde var henholdsvis 1,9 og 7,2 prosent. For melkesyntese var disse henholdsvis 2,5 og 7,2 prosent. Årsaken til at melkesyntese hadde en annen største og minste verdi enn melkemengde var at melkesyntese hadde færre observasjoner. Stor variasjon i fettinnholdet i melka er i samsvar med tidligere studier (Bondan et al., 2019; Forsbäck et al., 2010). En del av årsakene til denne variasjonen blir diskutert under.

Resultatene for melkemengde og melkesyntese er tatt fra kyr med AMS. Dette betyr at hver enkelt ku har forskjellige melkeintervaller og at melkeintervallene varierer for den enkelte kua. Korte melkeintervall har vist at melkerester med høyt fettinnhold fra forrige melking gir høyt fettinnhold fra melkinga (Dutreuil et al., 2016). Disse melkerestene er da melk i alveolene som det er kjent at har høyere fettinnhold (Ayadi et al., 2004). I Dutreuil et al. (2016) ble det vist at melkesyntesen og fettsyntesen er ulik og endres ulikt etter tid siden siste melking. Det kan derfor tenkes at fettinnholdet vil variere med melkeintervallet av denne ulikheten, både for den enkelte kua, men også mellom kyrne.

Innen én melking vil fettinnholdet i melka endres. I Rico et al. (2014) ble flere melkeprøver tatt ut underveis i melkinga. Resultatene viste at fettinnholdet økte utover i melkinga. Årsaken til at fettinnholdet øker mens melkingen foregår er at alveolene har høyere innhold av fett enn

melka lagret i cisterna (Ayadi et al., 2004). Derfor vil en melkeprøve og dens fettinnhold være avhengig hvor mye juret tømmes. Korrekt og lik stimuli og utmelking vil derfor være viktig faktorer for at juret skal tømmes likt (Millogo et al., 2009; Shinde et al., 2016). Stimuli og utmelking i en AMS vil i utgangspunktet være likt og vil derfor ikke påvirke utmelkinga. Imidlertid kan forhold ved kyrne ha innvirkning. Urolige dyr, nye melkekyr som ikke er vant til melkeroboten og andre ukjente forhold.

Andre forhold som påvirker fettinnholdet i melka, kan være mastitt. En studie fra Nielsen et al. (2005) viste at mastitt hadde en negativ innvirkning på fettinnholdet. Som omtalt i studien kan skader på jurcellene forstyrre fettsyntesen i de melkeproduserende cellene. Det kan tenkes at fettinnholdet i resultatene har blitt forstyrret av mastitt hos ei eller flere kyr, og dermed gitt lavere verdier. På samme måte som diskutert for protein er det kjent at fettinnholdet i melka varierer gjennom dagen (Quist et al., 2008). Dette er en effekt som kan komme til syne i resultatene og kan forklare variasjonen av fettinnhold. For ei ku vil fettinnholdet variere med både laktasjonsstadium (Karijord et al., 1982) og laktasjonsnummer (Council et al., 1988). Resultatene for fettinnhold i figur 10 og figur 13 er basert på kyr i ulike laktasjonsstadium og laktasjonsnummer. Derfor vil disse kyrne produsere ulikt fettinnhold i melka og bidra til variasjon.

Kyrne fikk ulik fôrrasjon i løpet av innsamlingsperioden. Det var både en endring i grovfôr kvalitet og mengde kraftfôr tildelt. Det er kjent at en endring i kvalitet på grovfôret påvirker fettinnholdet i melka. Et tidligere høsta grovfôr med mindre fiber vil kunne gi mindre fett i melka enn seinere høsta grovfôr (Council et al., 1988). Forholdet mellom grovfôr og kraftfôr vil endre tilgangen på stivelse og NDF (Sutton, 1989). Dette vil derfor også være med å endre fett i melka. Til slutt fikk noen av kyrne mindre kraftfôr enn optimalt. Disse kyrne ville kanskje ha hatt en negativ energibalanse. En negativ energibalanse har vist at den kan gi et høyere fettinnhold i melk (Stoop et al., 2009). Summen av endringene i fôrrasjonen til kyrne i løpet av de tre innsamlingsperiodene vil derfor ha påvirket fettinnholdet i melka.

## **5.2 Sum kvadrater avvik**

Figur 13, 15 og 16 viste alle den samme trenden. Endringen sum kvadrater avvik var størst fra én til to prøver. Videre flatet kurven ut og sum kvadrater avvik endres mindre fra to til tre prøver og så videre. Det som er viktig å legge merke til er verdiene på y-aksen for de tre

figurene. Verdiene sum kvadraterte avvik er lavest for laktose, noe større for protein og størst for fett. Forskjellen i verdiene mellom disse tre kan gjenspeiles i punktdiagrammene for laktose, protein og fett. Laktose med minst variasjon har også laveste verdier sum kvadraterte avvik. Verdiene for laktose var i området 0,15 til 0,45 sum kvadraterte avvik ved en prøve. Protein sin sum kvadraterte avvik var i området 0,25 til 1,25 ved én prøve. Dette var litt større enn laktose. Fett hadde derimot størst variasjon og høyeste verdier for sum kvadraterte avvik. Sum kvadrat var i området 15 til 18 ved én prøve. Fett skiller seg tydelig ut med sum kvadraterte avvik. Det kan derfor tenkes at fettinnholdet i en enkelt melkeprøve fra AMS vil kunne være et usikkert estimat ut ifra det vi tror er korrekt fettinnhold. Tidligere kunnskap har også påpekt at en enkelt fettprøve i AMS vil være svært usikker (Friggens & Rasmussen, 2001). Laktose og protein med lavere verdier av sum kvadraterte avvik vil derimot være sikrere estimat ved en prøve i besetninger med AMS. Dette er også underbygget av tidligere studier (Friggens & Rasmussen, 2001).

Sum kvadraterte avvik er en metode for å prøve å beskrive hvordan en enkelt melkeprøve eller flere melkeprøver representerer det vi tror er den sanne melkesammensetningen. Med denne metoden går vi ut ifra at den sanne melkesammensetningen er gjennomsnittet av mange etterfølgende melkeprøver. Ved å ta mange melkeprøver vil vi da kunne ta høyde for ulikheter i melkeinnholdet som følge av melkeintervall og uttømming av juret. Det er spesielt fettinnholdet i melka som har mest relevans. Dette er med utgangspunkt i hva studiene (Ayadi et al., 2004; Dutreuil et al., 2016; Rico et al., 2014) har vist. Metoden sum kvadraterte avvik har imidlertid sine svakheter. Metoden bruker datagrunnlag for mange kyr og det vil være variasjoner mellom kyrne. Vi ønsker nettopp å kunne forklare eller håndtere slike variasjoner mellom kyrne. Da vi ønsker å komme med en metode for melkeprøveuttak som fungerer for alle kyr uansett forutsetning. Uforklarlige variasjoner for enkelte kyr er spesielt uheldig for metoden og kan påvirke resultatet i sum kvadraterte avvik. Vi ønsker å kunne forklare eller korrigere slike uforklarlige variasjoner ved å bruke flere prøver, men denne metoden identifiserer dette på en dårlig måte eller ikke i det hele tatt. Uforklarlige variasjoner vil ha størst effekt ved en enkelt prøve eller noen få melkeprøver.

Alternativt for å kunne håndtere uforklarlige variasjoner er å forutse dette. I sum kvadraterte avvik ønsker vi å få ned summen for særlig førsteprøvene. Ved hjelp av melkeroboten kan man bruke melkeinformasjon og annen data for på en eller annen måte predikere en unormal

melkeprøve. Denne unormale melkeprøven blir da ikke brukt og en ny og bedre melkeprøve blir brukt i stedet.

I den aktuelle metoden ble første prøve tatt i innsamlingsperioden brukt for å finne sum kvadrater av avvik. Innsamling av melkeprøvene startet for alle kyrne tidlig på dagen, dette var likt for alle tre innsamlingsperiodene. Dette betyr at mange av melkeprøvene er fra tidlig på dagen. Dette kan gi et kunstig resultat. Vi vet fra før at protein og fett i melka varierer gjennom dagen (Quist et al., 2008). På en annen side er et vanlig melkeprøveuttak også startet på en gitt tid på dagen og vil derfor være en naturlig del av melkeprøveuttak generelt. Med dette som bakgrunn vil valg av hvilken prøve som brukes først i sum kvadrater av avvik ha mindre betydning.

Figur 13, 15 og 16 viste alle en nedgang i sum kvadrater av avvik ved økende antall prøver. Årsaken til at sum kvadrater av avvik gir en nedgang og til slutt blir null er måten den er regnet ut på. Det som imidlertid er interessant er hvordan endringen fordeler seg. Med utgangspunkt i at en prøve er nok for laktose og protein er det nødvendig å se på hvor mange fettprøver som trengs for å gi et godt estimat av fettinnhold i melka over 24 timer til kua. I figur 16 kan man se en tydelig nedgang i sum kvadrater av avvik fra én til to prøver. Estimert av fettinnholdet i melka vil derfor bli betydelig bedre. Ved å bruke tre prøver går sum kvadrater av avvik noe ned og vil kunne estimere faktisk fettinnhold enda bedre.

Fra et praktisk ståsted må det ta hensyn til arbeidsmengden og kostnaden ved å ta ut flere prøver i AMS. Uttak av flere prøver må ses opp mot tekniske løsninger med AMS-en. Vil AMS-en selv ta ut flere prøver uten mer arbeid eller må røkteren slå sammen prøveglass. Ved å ikke slå sammen melkeprøvene betyr det flere melkeprøver sendt til laboratorium. Dette medfører en ekstra kostnad og økt bruk av kapasiteten ved et laboratorium. Ved flere prøveuttak vil også dette foregå over en lengre periode og det kan utfordre kvaliteten på de første prøvene tatt ut. Dette med tanke på nedkjøling av melkeprøvene. Det kan alternativt kun være nødvendig å ta ut prøver over en periode i løpet av dagen. Forsøk har vist at innsamling av prøver i løpet av 16 timer gir det beste estimatet av fettinnhold i melka (Hand et al., 2006). Da vil kyrne med hyppigst melkefrekvens ha to prøver og de med lengst melkeintervall ha en prøve. Kyrne med hyppigst melkeintervall vil ha mer usikre fettprøveuttak som følge melkeintervallet (Dutreuil et al., 2016; Larsen et al., 2012). Ved at

disse kyrne har flere prøver kan dette brukes for å estimeres bedre. Kyrne med lengre melkeintervall vil med én prøve være nok til å estimere fettinnholdet i melka for 24 timer.

I Figur 13, 15 og 16 skilte periode 1 seg ut. I figurene 14 og 15 for laktose og protein hadde periode 1 en høyere sum kvadrat avvik enn periode 2 og 3. I figur 16 for fett derimot var den lavere. Dette kan være av ulike grunner, men vanskelig å vite sikkert. En av årsakene kan være at det var tilfeldig. Det kan også være at prøveinnsamlingen startet til forskjellig tid på dagen. Alle førsteprøvene som er brukt, ble tatt relativt tidlig på dagen. Man kunne ha valgt en tilfeldig prøve i stedet for å ta førsteprøve fra perioden som beskrevet i metoden. Deretter sett om resultatet hadde blitt annerledes. Dette med bakgrunn av at fettinnholdet varierer i løpet av dagen (Elena Raluca & Constantin, 2011; Quist et al., 2008). I de ulike periodene ble det også benyttet ulike fôringsregimer som beskrevet i metodekapitlet. Kyrne kunne ha respondert på endringa i fôringa da denne kan endre fettinnholdet i melka (Council et al., 1988; Stoop et al., 2009; Sutton, 1989). Dette kan også forklare ulikhetene i periodene.

### **5.3 Korreksjon av fett**

Korrigeringen av fettinnholdet i melkeprøvene viste en noe lavere sum kvadrat avvik ved en prøve. Både for periode 1 og 2 i henholdsvis figur 18 og 19. Dette betyr at korrigeringen av melkeprøven ga et bedre samsvar med det faktiske fettinnholdet. Korrigeringen gjort av Friggens og Rasmussen (2001) viste en bedring av estimeringen fettinnholdet i melka for 24 timer i forsøket de gjorde. Korrigeringen både fra Friggens og Rasmussen (2001) og egen korreksjon i denne oppgaven må anses å være en liten bedring av estimeringen. Det skal imidlertid påpekes at det var forskjeller i hvordan bedringen ble målt på i Friggens og Rasmussen (2001) og ved bruk av sum kvadraterte avvik i denne oppgaven. Sett opp mot funnene til Hand et al. (2006) ble det foreslått at korrigering av melkeprøvene fungerte dårligere enn å samle inn flere melkeprøver. Der ble korrigering gjort ved hjelp av:

- fett og proteinprosent i melkeprøven
- melkeintervall for den aktuelle melkingen og forrige melking
- melkeytelse for den aktuelle melkingen og forrige melking
- laktasjonsnummer
- dager i melk
- sesongvariasjoner
- melkeytelse for hele testdagen

- funksjonen logaritme av fett og protein i prøvene.

I Friggens og Rasmussen (2001) ble korrigeringen utviklet ved hjelp av gjennomsnittlig melkeytelse for dagen for den enkelte kua og ytelsen for den aktuelle melkinga med melkeprøve. Korrigeringen ble allikevel ikke gjort på samme måte i de to studiene. Uansett var funnet i Hand et al. (2006) at innsamling av prøver over en periode på 16 timer uten korrigering ga det beste resultatet. Dette innebar at noen kyr hadde en prøve som representerte sin melkeproduksjon og dens komposisjon og andre kyr hadde flere.

Korreksjonsfaktorene som ble brukt var noe forskjellig. Friggens og Rasmussen (2001) hadde en faktor på 0,12, mens egen faktor var 0,085. Det kan være noen årsaker til forskjellen. Korreksjonsfaktoren brukt av Friggens og Rasmussen (2001) var basert på noe flere målinger med 551 melkeprøver. Mot 453 prøver (Tabell 1) fra periode 2. Den største årsaken til forskjell kan være at de to korreksjonsfaktorene ble regnet fra forskjellig rase. Friggens og Rasmussen (2001) hadde Holstein og Red Danish som utgangspunkt, mens egen korreksjonsfaktor var fra Norsk rødt fe. Ulike raser har ulike forutsetninger for sin melkeproduksjon og vil kunne fungere ulikt (Ferris et al., 2014).

Korrigeringen av flere prøver for å deretter slå de sammen viste seg ikke å være bedre. Sum kvadrat avvik var høyere ved to prøver i figur 18 og 19 sammenlignet ved ingen korreksjon. Ved flere prøver var forskjellene mellom korrigering og ingen korrigering veldig små. Man kan derfor trekke den konklusjonen at korrigering av flere prøver ikke bedret estimeringen av fettinnholdet i melka.

Andre måter å korrigere fettinnhold i melk på er å ta i bruk relativt ny teknologi.

Kaniyamattam og De Vries (2014) har sett på melkeanalyser gjort på gården rett etter melking og vanlig melkeanalyse sendt til laboratorium. Melkeanalysen gjort på gården ble gjort ved hjelp av nær infrarødt spektroskopi og melkeanalysen sendt til laboratorium med infrarød spektroskopi. Sammenligningen av melkeprøvene analysert på to måter gjort av Kaniyamattam og De Vries (2014) viste at analysene gjort på gården målte melkekomponentene bra sammenlignet med analyse i laboratorium, men analysene gjort på gården var mindre unøyaktig ved høye og lave verdier av melkekomponentene. Ved å ta i bruk melkeanalyser på gården kan disse være med å supplere eller korrigere for melkeprøvene tatt for innsending til analyse. Fordelen med å analysere melkeprøver direkte ved melking er

at dette kan gjøres enkelt og er mindre arbeidskrevende. Derfor er det også mulig å kunne ta ut flere melkeprøver oftere. Dette er en fordel for bonden eller røkteren da melkeanalysene i større grad kan brukes som et verktøy i fôring og melke kvalitet enn analyser tatt ut 5-6 ganger i året. Melkeanalyser gjort rett etter melking kan også på sikt bli pålitelig nok til at den kanskje kan erstatte analyser sendt til laboratorium.



## 6.0 Konklusjon

Melkeprøvene brukt i dette forsøket viste som forventet variasjon i melkekomponentene. Som forventet varierte laktoseprosenten minst. Proteinprosenten viste en større variasjon og fettprosenten var den som viste størst variasjon.

Ved hjelp av metoden sum kvadraterede avvik viste resultatene at flere prøver fungerte bedre for å få en representativ melkeprøve i et melkeprøveuttak for enkeltkyr. Flere melkeprøver var mest hensiktsmessig for fett, og mindre viktig for laktose og protein. Sett opp mot arbeidsmengden og kostnaden ved prøveuttak passer to melkeprøver godt for å balansere arbeidsmengde og kostnad opp mot en god representativ melkeprøve.

Statistikk og korrigering av melkeprøvene var mest hensiktsmessig på fettinnhold i melka. Korrigeringen ga en bedre melkeprøve testet opp mot sum kvadraterede avvik, men bedringen er ikke god nok. Nye verktøy og metoder som melkeanalyse gjort i melkeroboten kan være med å bedre eller erstatte de tradisjonelle melkeprøveuttakene fra AMS.

## 7.0 Litteraturliste

- Alessio, D. R. M., Thaler Neto, A., Velho, J. P., Perreira, I. B., Miquelluti, D. J., Knob, D. A. & Silva, C. G. d. (2016). Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows<sup>1</sup>. *Semina. Ciências agrárias : revista cultural e científica da Universidade Estadual de Londrina*, 37 (4Supl1): 2641-2652. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2641.
- Ayadi, M., Caja, G., Such, X., Rovai, M. & Albanell, E. (2004). Effect of different milking intervals on the composition of cisternal and alveolar milk in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 71 (3): 304-310. doi: 10.1017/S0022029904000329.
- Berglund, I., Pettersson, G., Östensson, K. & Svennersten-Sjaunja, K. (2007). Quarter Milking for Improved Detection of Increased SCC. *Reprod Domest Anim*, 42 (4): 427-432. doi: 10.1111/j.1439-0531.2006.00803.x.
- Bondan, C., Folchini, J. A., Noro, M., Machado, K. M., Muhls, E. & González, F. H. D. (2019). Variation of cow's milk composition across different daily milking sessions and feasibility of using a composite sampling. *Cienc. Rural*, 49 (6). doi: 10.1590/0103-8478cr20181004.
- Bruckmaier, R. M. E. m. b. w. t. d., Ontsouka, C. E. & Blum, J. W. (2004). Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. *Veterinárni medicína*, 49 (8): 283-290. doi: 10.17221/5706-VETMED.
- Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Visentin, G., De Marchi, M., Cassandro, M. & Penasa, M. (2019). Heritability and repeatability of milk lactose and its relationships with traditional milk traits, somatic cell score and freezing point in Holstein cows. *Animal*, 13 (5): 909-916. doi: 10.1017/S1751731118002094.
- Council, N. R., Agriculture, B. o., Products, C. o. T. O. t. I. t. N. A. o. A. & National Academy of, S. (1988). *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace*. Washington, D.C: Washington, D.C: National Academies Press.
- Dutreuil, M., Guinard-Flament, J., Boutinaud, M. & Hurtaud, C. (2016). Effect of duration of milk accumulation in the udder on milk composition, especially on milk fat globule. *J Dairy Sci*, 99 (5): 3934-3944. doi: 10.3168/jds.2015-10002.
- Elena Raluca, P. & Constantin, G. (2011). Seasonal and Milking-to-Milking Variations in Cow Milk Fat, Protein and Somatic Cell Counts. *Notulae scientia biologicae*, 3 (2): 20-23.
- Emery, R. S. (1978). Feeding For Increased Milk Protein. *Journal of dairy science*, 61 (6): 825-828. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(78)83656-X.
- Everett, R. W. & Wadell, L. H. (1970). Sources of Variation Affecting Ratio Factors for Estimating Total Daily Milk Yield from Individual Milkings. *Journal of dairy science*, 53 (10): 1430-1435. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(70)86411-6.
- Ferris, C. P., Patterson, D. C., Gordon, F. J., Watson, S. & Kilpatrick, D. J. (2014). Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and Norwegian Red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations. *J Dairy Sci*, 97 (8): 5206-5218. doi: 10.3168/jds.2013-7457.
- Forsbäck, L., Andrén, A., Åkerstedt, M., Andréa O´ Hara, E. & Svennersten Sjaunja, K. (2010). *Day-to-day variation in milk yield and milk composition at udder quarter level*, 93.
- Friggens, N. C. & Rasmussen, M. D. (2001). Milk quality assessment in automatic milking systems: accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. *Livestock production science*, 73 (1): 45-54. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00228-7.

- Hand, K. J., Lazenby, D., Miglior, F. & Kelton, D. F. (2006). Short Communication: Comparison of Protocols to Estimate Twenty-Four-Hour Fat and Protein Percentages for Herds with a Robotic Milking System. *J Dairy Sci*, 89 (5): 1723-1726. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72240-8.
- Henao-Velásquez, A. F., Múnera-Bedoya, O. D., Herrera, A. C., Agudelo-Trujillo, J. H. & Cerón-Muñoz, M. F. (2014). Lactose and milk urea nitrogen: fluctuations during lactation in Holstein cows. *R. Bras. Zootec*, 43 (9): 479-484. doi: 10.1590/S1516-35982014000900004.
- Kaniyamattam, K. & De Vries, A. (2014). Agreement between milk fat, protein, and lactose observations collected from the Dairy Herd Improvement Association (DHIA) and a real-time milk analyzer. *J Dairy Sci*, 97 (5): 2896-2908. doi: 10.3168/jds.2013-7690.
- Karijord, Ø., Standal, N. & Syrstad, O. (1982). Sources of variation in composition of milk fat. *Genetics selection evolution (Paris)*, 14 (1): 112-112. doi: 10.1186/1297-9686-14-1-112.
- Larsen, M. K., Weisbjerg, M. R., Kristensen, C. B. & Mortensen, G. (2012). Short communication: Within-day variation in fatty acid composition of milk from cows in an automatic milking system. *J Dairy Sci*, 95 (10): 5608-5611. doi: 10.3168/jds.2012-5815.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition*. 7th ed. utg. Harlow: Prentice Hall.
- Millogo, V., Ouédraogo, G. A., Agenäs, S. & Svennersten-Sjaunja, K. (2009). Day-to-day variation in yield, composition and somatic cell count of saleable milk in hand-milked zebu dairy cattle. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (3): 151-155.
- Morris, C. A., Hickey, S. M., Cullen, N. G., Prosser, C. G., Anderson, R. M. & Tate, M. L. (2005). Associations between  $\beta$ -casein genotype and milk yield and composition in grazing dairy cows. *New Zealand journal of agricultural research*, 48 (4): 441-450. doi: 10.1080/00288233.2005.9513678.
- Ng-Kwai-Hang, K. F., Hayes, J. F., Moxley, J. E. & Monardes, H. G. (1982). Environmental Influences on Protein Content and Composition of Bovine Milk. *J Dairy Sci*, 65 (10): 1993-1998. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(82)82449-1.
- Nielsen, N. I., Larsen, T., Bjerring, M. & Ingvarsen, K. L. (2005). Quarter Health, Milking Interval, and Sampling Time During Milking Affect the Concentration of Milk Constituents. *J Dairy Sci*, 88 (9): 3186-3200. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73002-2.
- Quist, M. A., LeBlanc, S. J., Hand, K. J., Lazenby, D., Miglior, F. & Kelton, D. F. (2008). Milking-to-Milking Variability for Milk Yield, Fat and Protein Percentage, and Somatic Cell Count. *J Dairy Sci*, 91 (9): 3412-3423. doi: 10.3168/jds.2007-0184.
- Rico, D. E., Marshall, E. R., Choi, J., Kaylegian, K. E., Dechow, C. D. & Harvatine, K. J. (2014). Within-milking variation in milk composition and fatty acid profile of Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 97 (7): 4259-4268. doi: 10.3168/jds.2013-7731.
- Roelofs, R. M. G., G. de Jong and A.P.W. de Roos, A.P.W. (2006). *Renewed estimation method for 24-hour fat percentage in AM/PM milk recording scheme*. Proceedings of the 35th ICAR Session. Kuopio, Finland.
- Shinde, K. P., Pandey, R., Lone, S. H. & Gupta, S. K. (2016). The effects of different treatments of pre-milking manual tactile teat stimulation on day-to-day variation in milk yield, milk components, main milking phase, total milking time and average milk flow rate in crossbred cattle. *THE AJAS*, 11 (1): 43-48. doi: 10.15740/HAS/TAJAS/11.1/43-48.
- Sitkowska, B., Neja, W., Milczewska, A., Mroczkowski, S. & Markowskamarkowska, A. (2013). Milk protein polymorphisms and effect of herds on cows` milk composition.

- Journal of Central European agriculture*, 14 (1): 78-90. doi: 10.5513/JCEA01/14.1.1159.
- Sjaastad, Ø. V., Hove, K. & Sand, O. (2016). *Physiology of domestic animals*. 3rd ed. utg. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Stelwagen, K., Farr, V. C. & McFadden, H. A. (1999). Alteration of the Sodium to Potassium Ratio in Milk and the Effect on Milk Secretion in Goats. *J Dairy Sci*, 82 (1): 52-59. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75208-2.
- Stoop, W. M., Bovenhuis, H., Heck, J. M. L. & van Arendonk, J. A. M. (2009). Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. *J Dairy Sci*, 92 (4): 1469-1478. doi: 10.3168/jds.2008-1468.
- Sutton, J. D. (1989). Altering Milk Composition by Feeding. *Journal of dairy science*, 72 (10): 2801-2814. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79426-1.
- Svennersten-Sjaunja, K. & Olsson, K. (2005). Endocrinology of milk production. *Domest Anim Endocrinol*, 29 (2): 241-258. doi: 10.1016/j.domaniend.2005.03.006.
- Tine SA (2018). *Regler for kukontrollen*. Norge: Tine SA. Tilgjengelig fra: [https://medlem.tine.no/hjelp-og-kontakt/regelverk-og-skjemaer/regler-for-kukontrollen-og-geitekontrollen/Regler%20Kukontrollen\\_180701.pdf/\\_attachment/inline/7a0b9d00-e25f-4576-8646-bdb41c92a70a:a539c4185024dbf21e89e79117053d05c4ca3e26/Regler%20Kukontrollen\\_180701.pdf](https://medlem.tine.no/hjelp-og-kontakt/regelverk-og-skjemaer/regler-for-kukontrollen-og-geitekontrollen/Regler%20Kukontrollen_180701.pdf/_attachment/inline/7a0b9d00-e25f-4576-8646-bdb41c92a70a:a539c4185024dbf21e89e79117053d05c4ca3e26/Regler%20Kukontrollen_180701.pdf) (lest 10.05.21).
- Urech, E., Puhán, Z. & Schällibaum, M. (1999). Changes in Milk Protein Fraction as Affected by Subclinical Mastitis. *J Dairy Sci*, 82 (11): 2402-2411. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75491-3.
- Weiss, D., Hilger, M., Meyer, H. H. D. & Bruckmaier, R. M. E. (2002). Variable milking intervals and milk compositions *Milchwissenschaft*, 57 (5): 246-249.



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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway