





# Innholdsfortegnelse

Forord.....	III
Sammendrag.....	IV
Abstract.....	V
1.0 Innledning.....	1
2.0 Litteratur.....	3
2.1 Fettsyrer, kjemi og betegnelser.....	3
2.2 Melkefett.....	4
2.4 Lipolyse av melkefett.....	8
2.5 Lipolyse.....	9
2.7.1 Mengde og type fôrfett.....	11
2.7.2 Energiunderskudd.....	11
2.7.3 Laktasjonsstadie.....	12
2.7.4 Melkefrekvens.....	13
2.8 Melke kvalitet AMS.....	13
2.9 Teknikk.....	14
3.0 Material og metoder.....	15
3.1 Datamateriale.....	15
3.2 Statistikk.....	16
-Følgende modell ble brukt for å teste effekt av AMS mot ikke-AMS.....	16
-Følgende modell ble brukt for å teste FFS innhold i forskjellige typer AMS og oppstartsperioden; 0-6 mnd.....	17
-Følgende modell ble brukt til å finne gjennomsnittlig innhold av FFS i melk i AMS besetninger med lav kvote (LK) og høy kvote (HK).....	17
-Følgende modeller ble brukt til å se på sammenhengen mellom tankmelk og kukontrollprøver.....	18
4.0 Resultater.....	19
4.1 Effekt av ikke-AMS versus AMS.....	19
4.1.1 Fordeling av tankprøver på FFS-klasser for besetninger med og uten AMS.....	19
4.2 Effekt av type AMS og oppstartsperiode på FFS.....	20
4.3 Effekt av besetningsstørrelse på FFS.....	20
4.3.1 Gjennomsnittlig avdrått og kvotefyllingsprosent i DeLaval og Lely fordelt på besetningstørrelse.....	20
4.3.2 Sammenligning av kvotestørrelse og AMS og dens effekt på FFS.....	21
4.4 Individmelkeprøver versus tankmelk prøver i AMS besetninger.....	21

4.4.1 FFS-nivå etter individprøveuttak i ikke-AMS og AMS .....	22
4.4.2 Sesongvariasjon i FFS-nivå mellom AMS-systemene .....	22
5.0 Diskusjon.....	23
5.1 Ikke-AMS versus AMS .....	23
5.2 FFS nivå mellom type AMS.....	24
5.3 FFS nivå i små og store AMS besetninger .....	25
5.4 AMS teknikk som påvirkende faktor på FFS nivå .....	26
6.0 Konklusjon .....	27
7.0 Referanser.....	28

## **Forord**

Takk til hovedveileder Erling Thuen og biveileder Ingunn Schei for god faglig og statistisk hjelp gjennom skriveprosessen. Vil også takke Ina, Gunhild og Marte som jeg delte lesesalplass med for mange interessante og mindre interessante diskusjoner. Spesielt takke til Marte for gjennomlesing og korrektur av oppgaven. Vil også takke Ingunn S.R. som har holdt ut med mine utallige spørsmål og forstyrrelser. Og Ragnhild for en lang, siste natt med korrektur og diskusjon før innlevering. Vil også takke AMS bøndene jeg snakket med som var så snille å svare på spørsmålene mine. Sist men ikke minst mamma og resten av familien min for støtte og at interesse for landbruk og melkekyr ble sådd i en tidlig alder. Med dette vil jeg takke for 2 fine år på IHA.

Sissel Flagestad, Lesja, 14.08.2014

## Sammendrag

Stadig flere norske bønder velger å investere i AMS, da AMS har vist seg og være fordelaktig i norsk melkeproduksjon. Det er ikke lenger bare melkebruk med stor kvote og et høyt antall melkekyr (60-70 kyr) eller samdrifter som legger om driften til AMS. Det har også blitt mer vanlig at melkebruk med mindre kvoter og et lavere antall melkekyr (<30 kyr) kjøper AMS. Overgangen fra ikke-AMS til AMS kan være grunnet et ønske om å øke melkeproduksjonen i fremtiden eller rett å slett for å bli mindre bundet til melketider. Etter omlegging av driften fra ikke-AMS til AMS opplever mange at melkekvaliteten blir noe dårligere. Da spesielt at fire fettsyrer (FFS) i melk stiger. Denne oppgaven tar for seg forskjell på melkekvalitet med vekt på FFS i AMS og ikke-AMS, forskjell mellom store og små AMS besetninger i forhold til FFS tall og om det er forskjell på type AMS eller melketeknikk. Det ble brukt datamateriell fra tankmelkprøver og individprøver lånt fra TINE's melkeprodusenter. Resultatene viser at det er en signifikant forskjell ( $P < 0,0001$ ) på FFS mellom AMS og ikke-AMS besetninger. FuturLineSAC viste en signifikant forbedring ( $P < 0,05$ ) i FFS nivå fra oppstart med AMS i perioden <6 måneder og senere. Mens MloneGEA hadde en påviselig høyere FFS verdi i perioden <6 måneder og senere. DeLaval og Lely viste ingen signifikant forskjell mellom periodene. Samspillseffekten mellom kvotestørrelse og AMS og dens effekt på FFS var signifikant ( $P < 0,001$ ), største effekten mellom AMS systemene DeLaval og Lely i LK-gruppen Der Lely hadde et påviselig høyere nivå av FFS i enn DeLaval. Det ble også påvist en positiv moderat korrelasjon mellom individ og tankmelkprøver. Denne oppgave viser at AMS har et høyere FFS innhold enn ikke-AMS og at størrelse på besetning og type AMS har innvirkning på FFS.

## **Abstract**

An increasing number of Norwegian farmers choose to invest in the automatic milking systems (AMS), as this system has proved itself to be beneficial following the Norwegian farming system. The last few years more and more farms with smaller milking quotas and a smaller herd size (<30 cows) have converted to AMS systems as well as the larger farms (60-70 cows). Another trend has been cooperation between different farms to create larger farms going from conventional milking to AMS. The wish to increase milk production or to become less tied to the farm and the milking can be among driving factors for investment of AMS. After the reorganization of operations from conventional dairy operation to AMS, many feel the milk quality becomes poorer. Especially that the free fatty acids (FFA) increases. This thesis examines the difference in milk quality with emphasis on FFA in AMS and non-AMS, the difference between large and small AMS herds compared to FFA level and if there is a difference in the type of AMS or milking technique. The data was materials from bulk milk samples and individual samples borrowed from TINE's dairy farms. The results show that there is a significant difference ( $P < 0.0001$ ) of FFA in AMS and non-AMS. FuturLineSAC showed a significant improvement ( $P < 0.05$ ) in the FFA level from the introduction period of AMS to the period <6 months later. While MloneGEA had a detectable higher FFA value in the period <6 months later. DeLaval and Lely showed no significant difference between the periods. Interaction effect between quota size and AMS and its effect on FFS was significant ( $P < 0.001$ ), the largest effect of the AMS systems were found in the LK group where Lely demonstrated a higher level of FFA than in DeLaval. It was also seen a positive moderate correlation between individual and bulk milk samples. This thesis shows that AMS has a higher FFA content than non-AMS and that the size of the herd and type of AMS-system affects FFA.

## 1.0 Innledning

Teknologien i dagens melkesystemer er i stadig endring. Fra slutten av 1900-tallet har mye av utviklingen og fokuset innen melkeproduksjonen vært å øke melkeproduksjonen, noe som var en av motivasjonene bak utviklingen av automatiske melkesystemer (AMS). Det har siden 1992 vært mulig å kjøpe AMS i Europa, og i slutten av 2009 var det mer enn 8000 AMS i Europa (Svennersten-Sjaunja and Pettersson, 2008, Jacobs and Siegford, 2012, De Koning et al., 2003, Rasmussen et al., 2002a). Norge fikk sin første AMS i 2000 (Kjesbu et al., 2006). Mesteparten av verdens AMS er lokalisert i Nord-Europa (90 %), mens land som Canada og USA ligger på henholdsvis 9 % og 1 %. Mye av dette kan skyldes tilgangen til billig arbeidskraft i USA og Canada, og ikke minst størrelsen på gårdene. En AMS har en begrenset kapasitet i døgnet på rundt 60-70 kyr (Kjesbu et al., 2006). I land med større besetninger enn dette vil det derfor være nødvendig med flere AMS pr. bruk. Det vil ikke være økonomisk gunstig for brukerne i land med billig arbeidskraft. Det vil derimot være lønnsomt i Norge og andre nord-europeiske land, der innleid arbeidskraft er dyrere. Dette kan være grunnen til at flere velger å investere i AMS her i landet (Jacobs and Siegford, 2012, Schukken et al., 1999). AMS er til stor hjelp for bonden, og passer lett inn i den norske driftsmåten, samt størrelsen på norske ku-besetninger. Stadig flere norske bønder velger å investere i melkerobot av en rekke forskjellige grunner. En friere hverdag der man er mindre bundet av melketider, øke produksjonen ved at kyrne har mulighet til å bli melket flere ganger om dagen uten at det krever ekstra arbeid fra bondens side eller kanskje bonden har en jobb ved siden av gården (Kjesbu et al., 2006).

Historisk sett er et skifte fra et melke- og kjølesystem til et annet ofte forbundet med utfordringer innen blant annet melke kvalitet. Da levering av melk på spann ble erstattet av bulk tanken på 70 tallet, skapte dette problemer og utfordringer i form av høye forekomster av frie fettsyrer (FFS). Problemene ble den gang løst gjennom melkeanlegg med lav fallhøyde for å unngå vakuum fluktasjoner, reduksjon av luftinnslipp under melking og regelmessig service på melkeanlegget (Slaghuis et al., 2004, Gillespie and Flanders, 2010, Klungel et al., 2000, van der Vorst and de Koning, 2002). Med introduksjonen av AMS har det kommet nye utfordringer knyttet til melke kvalitet. Det er blitt rapportert forandringer i forhold til celletall, frysepunkt, og nivåer av FFS (Klungel et al., 2000, van der Vorst and de Koning, 2002). Ved introduksjonen av AMS vil bonden miste den visuelle jurkontrollen og bedømmingen av melka. Med en melkerobot overvåkes kvaliteten på andre måter, gjennom blant annet temperatur, konduktivitet og farge på melka (De Koning et al., 2003, Rasmussen et al., 2002a).



Denne oppgaven ble valgt for å undersøke hvordan AMS påvirker melke kvaliteten, spesielt med tanke på nivået av FFS. Flere forsøk har vist at nivået av FFS er høyere i AMS besetninger enn i ikke-AMS besetninger (Stelwagen et al., 2008, O'Brien et al., 1998, Slaghuis et al., 2004). Noen forsøk indikerer også at innholdet av FFS er høyest de første 6 månedene etter innsett av AMS (Klungel et al., 2000). Dette ble blant annet funnet i et forsøk utført av van der Vorst and de Koning (2002) på AMS gårder i Danmark, Tyskland og Nederland der AMS gårder ble sammenlignet med ikke-AMS gårder. I dette forsøket var melke kvaliteten dårligst de første 6 månedene etter innsett av AMS. Melke kvaliteten bedret seg noe etter denne perioden på alt unntatt FFS. Ingen av parameterne var så dårlige at de gikk over kvalitetskriteriene som var satt i de undersøkte landene.

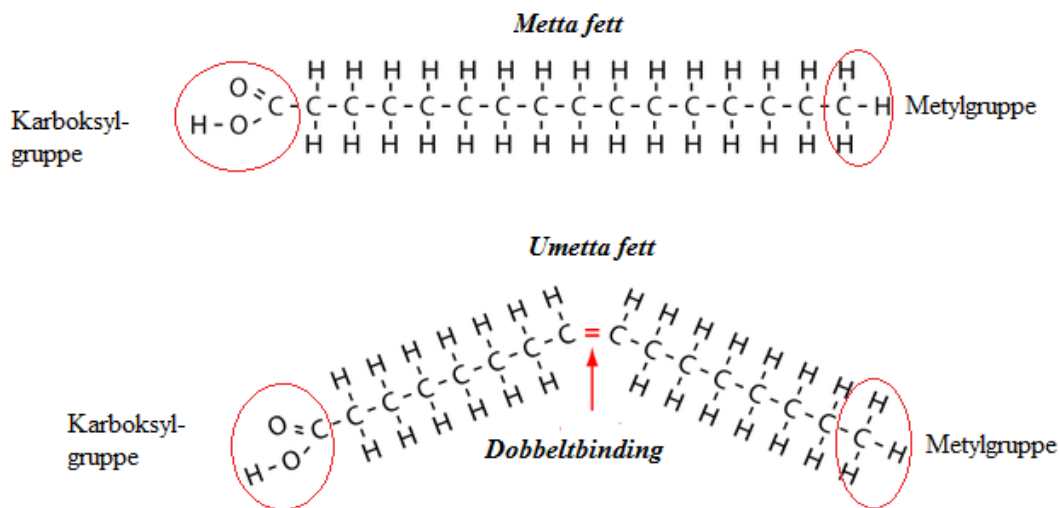
Melke kvaliteten kan bli påvirket av flere ting knyttet til AMS systemet, alt fra tekniske løsninger, et høyere luftinnslipp, kjølesystem og type AMS. I Norge har det blitt mer og mer vanlig å gå til innkjøp av AMS, da også for gårdsbruk med 30 eller mindre melkekyr. Det er indikasjoner på at små bruk med AMS har større problemer med FFS enn større besetninger med AMS (60-70 kyr). På denne bakgrunn har jeg kommet fram til følgende hypoteser som jeg ønsker å undersøke:

1. Det er et høyere innhold av FFS i AMS besetninger enn i ikke-AMS besetninger.
2. Det er forskjell på FFS nivå mellom de forskjellige AMS typene.
3. Det er høyere FFS nivå i små AMS-besetninger (melkevot <260'tonn) enn i store AMS-besetninger (melkevot >530'tonn).
4. Det er melkeanlegget, og ikke fôringen som er årsaken til et høyere nivå av FFS i AMS besetninger i forhold til i ikke-AMS besetninger.

## 2.0 Litteratur

### 2.1 Fettsyrer, kjemi og betegnelser

En fettsyre inneholder en kjede av karbon og hydrogenatomer. Antallet karbonatomer varierer mellom 4 og 24 karbon, mens innholdet av hydrogenatomer blir bestemt av antall dobbeltbindinger i karbonkjeden. (Gjefsen, 2007). I den ene enden av karbonkjeden befinner det seg en metylgruppe ( $\text{CH}_3$ ) og i den andre enden en karboksylgruppe ( $-\text{COOH}$ ). Karbonatom 2 og 3 fra karboksylenden er betegnet henholdsvis alfa ( $\alpha$ ) and beta ( $\beta$ ), det siste karbonet på metylenden blir betegnet omega ( $\omega$ ). Ofte blir bokstaven n brukt istedenfor den greske bokstaven  $\omega$ , for å fortelle i hvilken posisjon den nærmeste dobbelt bindingen befinner seg fra metyl enden (Figur 1). For eksempel n-3 fettsyre (Omega-3), der dobbelt-bindingen befinner seg på det tredje karbonatomet fra metyl enden (McDonald et al., 2011).



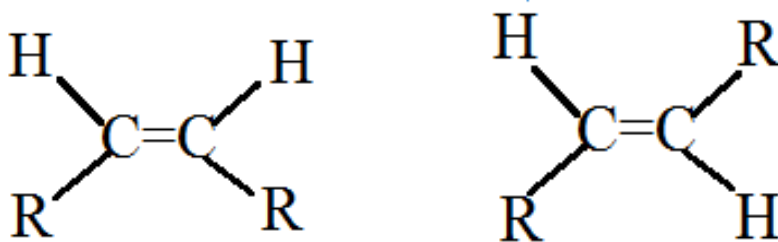
Figur 1: Skjematiske framstillinger av metta og umetta fettsyrer (Washington, 2014)

Lipider (fett) er en gruppe ikke-vannløselige stoffer som finnes i plante- og dyrvev (McDonald et al., 2011). Det mest vanlige lipidet er dannet ved at tre fettsyrer bindes sammen med alkoholen glyserol og danner et triglyserid (Gjefsen, 2007). I plantemateriale opptrer lipider i hovedsak som triglyserider og galaktolipider. I dyrvev blir det brukt som

energilager, i all hovedsak i form av fett, fosfolipider og kolesterol (McDonald et al., 2011).

Karbonkjede-lengden til fettsyrene og metningen er med på å klassifisere hvilken fettsyre gruppe de tilhører; kortkjededede fettsyrer (4-8 karbon) mellomlange (10-14 karbon) og langkjededede fettsyrer (16 karbon eller mer). De blir og klassifisert på grunnlag av saturasjon; metta fettsyrer (ingen dobbeltbindinger), enumetta fettsyrer (en dobbeltbinding) og flerumetta fettsyrer (mer enn en dobbeltbinding) (Liyang, 2012).

Forekomsten av en dobbeltbinding i et fettsyremolekyl gjør at syren kan eksistere i to former, disse kalles *cis* og *trans*. En *cis* dobbelt binding er når hydrogenene er plassert på samme side i dobbeltbindingen, mens en *trans* binding er når hydrogenatomet er plassert på motsatt side i dobbeltbindingen (Figur 2). Det fleste naturlige forekommende fettsyrer har *cis*-konfigurasjon (McDonald et al., 2011).



Figur 2: Skjematisk framstilling av en *cis*-fettsyre og *trans*- fettsyre

## 2.2 Melkefett

Kumelk inneholder mellom 3 og 5 % fett avhengig av rase, ernæring og stadiet i laktasjon. 95-98 % av melkefettet er triglyserider (TAG) med 3 fettsyrer (FS) (Liyang, 2012) og har en blanding av mettede og umettede fettsyrer (Tabell 1). Den metta fettsyren som dominerer i melka er palmitinsyre (C 16:0). De umettede fettsyrene i melk består hovedsakelig av oljesyre (C 18:1) og små mengder linolsyre (C 18:2) og linolensyre (C 18:3).

**Tabell 1: Innhold av de viktigste fettsyrene i melk (Harstad and Steinshamm (2010) etter Kaylegian and Lindsay, 1995)**

<b>Fettsyrer</b>		<b>Vekt- %</b>
<b><u>Mettede fettsyrer</u></b>		
<b>Smørsyre</b>	C 4:0	2-5
<b>Kaprinsyre</b>	C 6:0	1-5
<b>Kaprylsyre</b>	C 8:0	1-3
<b>Kaprinsyre</b>	C 10:0	2-4
<b>Laurinsyre</b>	C 12:0	2-5
<b>Myristinsyre</b>	C 14:0	8-14
<b>Pentadecansyre</b>	C 15:0	1-2
<b>Palmitinsyre</b>	C 16:0	22-35
<b>Margarinsyre</b>	C 17:0	0,5-1,5
<b>Stearinsyre</b>	C 18:0	9-14
<b><u>Umettede fettsyrer:</u></b>		
<b>Palmeteinsyre</b>	C 16:1	1-3
<b>Oljesyre</b>	C 18:1,c9	20-30
<b>Linolsyre</b>	C 18:2,c9,c12	1-3
<b>Linolensyre</b>	C 18:3	0,5-2

Melkefett er en av hovedingrediensene i melk, og er viktig for tilførselen av energi til kalven, melkas fysiske egenskaper og produksjonsegenskaper (Bauman and Griinari, 2001, Cozma et al., 2013). Melkefett inneholder en relativ høy andel av kortkjedede fettsyrer (C4-C10) og oljesyre (C18:1). Det er også en høy andel mellomlange og lange fettsyre (C12-C18). C18 fettsyrer dominerer i melkefett, der hele 40-60 % av fettene kan være C18 fettsyrer av en eller annen form. Melkefettet inneholder også konjugerte linolsyrer og transsyrer, men en relativ liten andel flerumettede fettsyrer (Tabell 1)(Palmquist, 2006). Ulike faktorer er med på å påvirke sammensetningen av fettene. Avl, laktasjonsstadiet og spesielt sammensetning av fôret har en stor innvirkning på hvordan sammensetningen av melkefettet blir (Larsen et al., 2012).

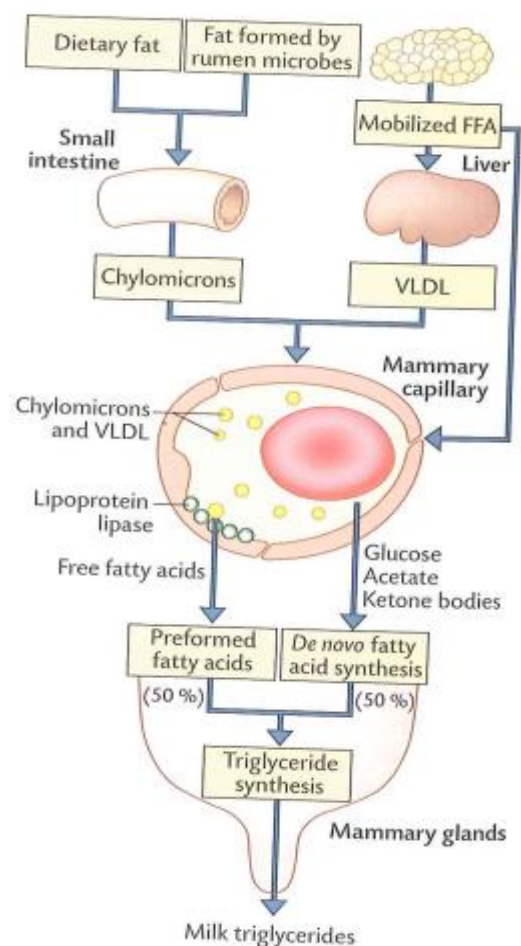
Det meste av fettene som kommer fra drøvtyggere er metta, selv om det fettene som er i fôret er umetta (Grummer, 1991). Fett i fôr består i hovedsak av triglyserider og galaktolipider. I vomma blir fôrfettet spaltet til glyserol og frie fettsyrer gjennom lipolysen. Glyserolen blir fermentert til propionsyre. Vommikrobene tar opp noen av de frie fettsyrene, som deretter

inngår som mikrobielle fettsyrer sammen med de nydannede fettsyrene. En stor del av fettsyrene i vomma blir deretter mettet av mikrobene gjennom hydrogenering. Dette skjer ved at hydrogen går inn i dobbeltbindingene mellom C-atomene i fettsyrekjeden og resulterer i at mesteparten av fettsyrene som ender opp i tarmen er mettet. Noe som dermed fører til at fettsyrene som ender opp i tarmen er mer mettet enn det fettene som kom inn i vomma med føret (Gjefsen, 2007, Friis Børsting et al., 2003, Harstad, 1994).

Glyserolen og galaktosen fra triglyseridene og galaktolipidene blir transportert over celleveggen og blir til flyktige fettsyrer (VFA) via mikrobene. De flyktige fettsyrene (VFA) stammer fra nedbryting av karbohydrater i vomma. VFA blir absorbert i tarmen og tatt opp i blodet før det blir fraktet til lever. De viktigste VFA er eddiksyre ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), smørsyre (C4:0) og propionsyre ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ) og står for ca.  $\frac{3}{4}$  av energien som drøvtyggerene bruker. Smørsyre blir absorbert og omsettes i form av 3-hydroksysmørsyre og propionsyre blir delvis oksidert til melkesyre i vomepitelet (Harstad, 1994).

### **2.3 Dannelsen av melkefettet**

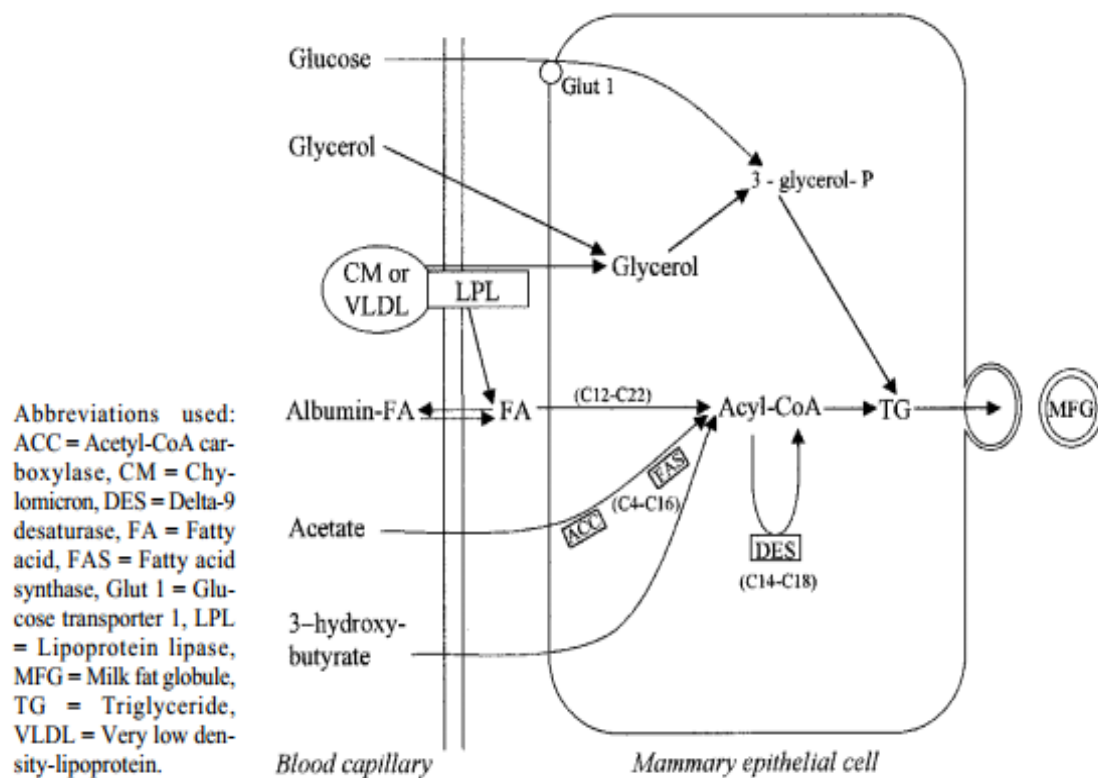
Melkefettet stammer fra tre forskjellige kilder; eddik- og smørsyre fra vomgjæringa (*De Novo-syntese*), förfett og mobilisert kroppsfett (Figur 3.) (Stoop et al., 2009, Hvelplund and Nørgaard, 2003, Sjaastad et al., 2010).



Figur 3: Fettsyntesen i juret (Sjaastad et al., 2010)

40-50 % av fettsyrene brukt i juret til fettsyntese blir produsert av epitelcellene fra mindre komponenter. Acetat (eddiksyre) og  $\beta$ -hydroxy-buturat (Smørsyre), gjennom *de novo* syntesen, er hovedkilden til de kortkjedede fettsyrene (C4-C14). De resterende fettsyrene stammer fra fôrrasjon og mobilisert fett (C16 $\rightarrow$ ) (Sjaastad et al., 2010, Harstad et al., 2000). Fett i melk blir syntetisert i de sekretoriske cellene og skilt ut via juralveolene og lagret i jursisternen fram til kua blir melket (Madsen and Nielsen, 2003).

Melkefettet som blir dannet i epitelcellene i juret er i form av en struktur som kalles melkefettkuler (MFG) (Figur 4.), og er dekt av et lag med fosfolipider og proteiner (Mesilati-Stahy and Argov-Argaman, 2014, Mather and Keenan, 1998). Det ytre laget, en membran (MFGM), beskytter fettene mot lipolyse og oksidasjon (Wiking et al., 2003).



Figur 4: Melkefettsyntesen og utskillelse hos drøvtyggere (formasjon av MFG) (Chilliard et al., 2000)

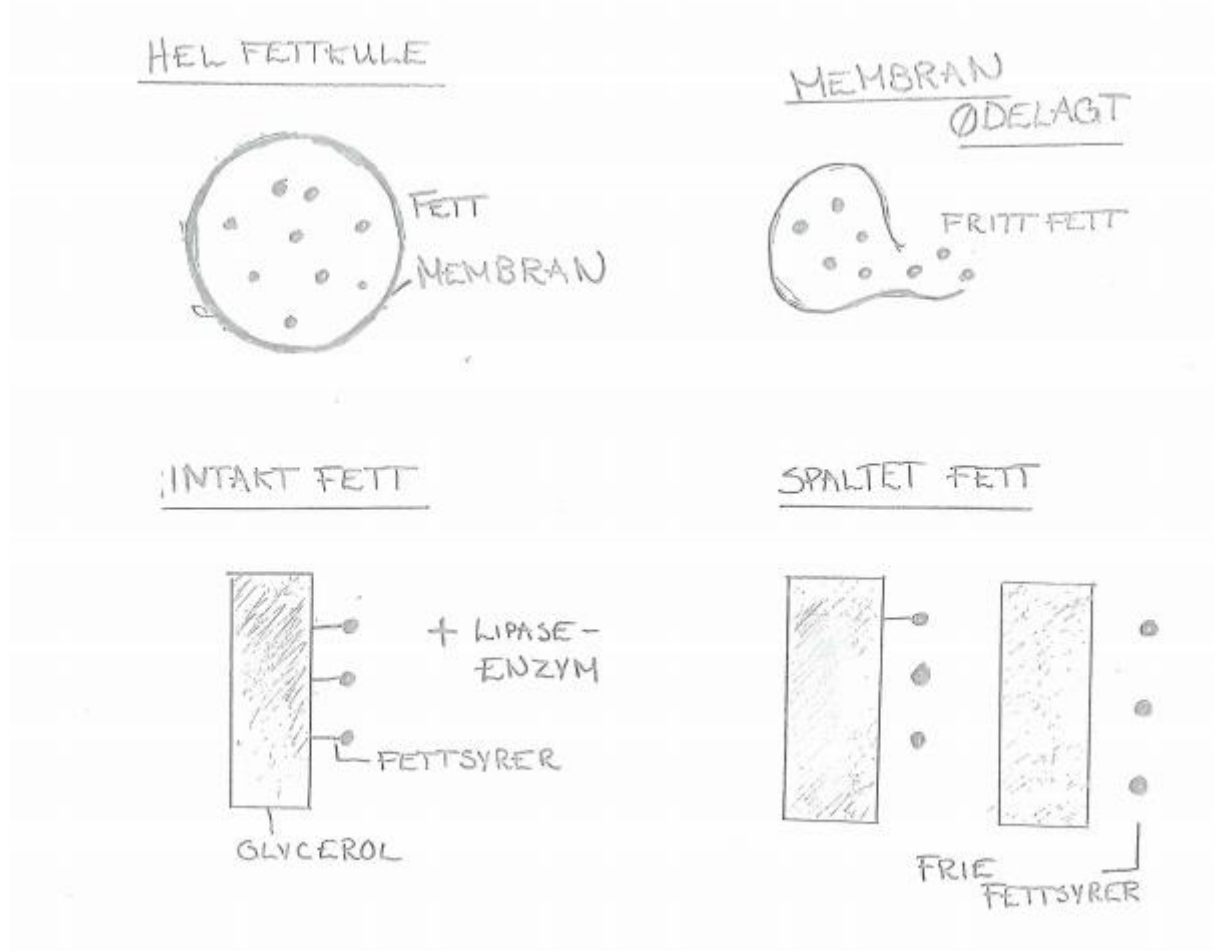
Slaghuis et al. (2004) fant en tendens til at MFG blir større gjennom laktasjonen ( $P < 0,068$ ). Innholdet av små MFG er relativt konstant gjennom laktasjonene mens forholdet mellom mellomstore og store MFG endrer seg gjennom laktasjonen, det er spesielt i seinlaktasjon at det blir en større andel store MFG (Wiking et al., 2006). Store MFG er mer utsatt for lipolyse enn små MFG (Wiking et al., 2003). Melk med mange MFG er svakere mot ytre påkjenning og gir en mer ustabil melk enn melk med små fettkuler (Hermansen et al., 2003).

## 2.4 Lipolyse av melkefett

Dersom den beskyttende hinnen rundt fettkulene blir ødelagt vil melkefettet kunne spaltes fra glyserolmolekylet av enzymer som finnes naturlig i melka. Et mål på graden av lipolyse i melken er konsentrasjonen av frie fettsyrer. Det viktigste enzymet for fettspalting er lipoproteinlipase, som spalter triglyserider til glyserol og fire fettsyrer. Faktorer som kan ødelegge fettkulene kan for eksempel være for hard mekanisk behandling i melkeanlegget, luftinnslipp, frysing på tank, laktasjonstadiet og fôringsrelaterte faktorer. Men det er ofte flere faktorer som spiller inn. Når melk blir analysert for frie fettsyrer blir det ikke lengre oppgitt hvilken type smaksfeil det er, det blir bare oppgitt en tallverdi. Melka blir analysert 4 ganger i måneden og dette gir grunnlag for prisavregningen. Et høyt innhold av frie fettsyrer i melk

resulterer i melk- og melkeprodukter med harsk, besk, bitter og surbesk smak (Harmon, 1995, Wiking et al., 2003, Bævre et al., 2000).

## 2.5 Lipolyse



Figur 5: Spalting av melkefett-lipolyse (Bævre et al., 2000)

Figur 5. gir et overblikk over hva som skjer når fettene i melka blir spaltet av lipase-enzymet og danner frie fettsyrer. I normal melk består fettene vanligvis av triglyserider som er samlet i fettkuler som er beskyttet mot ytre påvirkning av en membran. Under lipolyse blir disse membranene ødelagt slik at enzymet lipoproteinlipase (LPL), som finnes naturlig i melk, får kontakt med melkefettet. Dette skaper smaksfeil og klumping av melka (Wiking et al., 2003, Bævre et al., 2000). LPL stammer i all hovedsak fra melkekjertlene og er involvert i opptaket av lipider fra blodet til melkesyntesen (Wiking and Nielsen, 2007). Melka er relativt stabil mot lipolyse ved en temperatur på 2-4°C, når melka ligger i temperaturområdet 15-25°C er den derimot lite motstandsdyktig mot lipolyse. En skånsom behandling av melka er også viktig for å unngå formasjon av FFS, da hard mekanisk påkjenning kan gi et høyere innhold



av FFS (Bævre et al., 2000). Årsaken til lipolyse kan deles i to grupper; spontan- og induisert lipolyse:

-Spontan lipolyse:

Er som regel knyttet til enkeltkyr og forekommer som oftest i slutten av laktasjonen. Kyr i energiunderskudd forårsaket av underfôring på energi over en lengre periode, eller kyr like før eller etter kalving kan ofte komme i energiunderskudd. Energiunderskudd over en lengre periode kan påvirke fett i melk negativt, ved å gjøre fettmembranen svakere mot påvirkning og på denne måten lettere forårsake lipolyse i melk. Lipolysen kan forhindres ved at melka blir kjølet ned til  $<10^{\circ}\text{C}$  rett etter melking. Lipolysen vil forårsake en harsk smak på melka (Deeth, 2006, Slaghuis et al., 2004).

-Indusert lipolyse:

Hovedårsaken til induisert lipolyse er for hard mekanisk behandling av melka, små mengder med melk på tanken som blir rørt for hardt og i for høyt tempo. Små mengder med melk kan fryse på tanken med påfølgende tining av melka. Dette er negativt for fett i melka, fordi ved tining vil melkefettet fortsatt være krystallisert og MFG har lettere for gå i stykker som følge av mekanisk behandling. Også høy luftinnblanding under og etter melking er negativt og kan være med på å skape problemer ved svekkelse eller ødeleggelse av fettmembranen (Bævre et al., 2000, Schukken et al., 1999, Slaghuis et al., 2004, Holter Vae, 2009, Ouattara et al., 2004, Deeth, 2006).

## **2.6 Melkekvalitet**

TINEs regler for bedømmelse og betaling av leverandørmelk som er gjeldende fra 1.1.2014 har som formål å «stimulerer til produksjon av melk med en kvalitet i tråd med industriens behov, ved å gi riktige styringssignaler til melkeprodusentene». Dette regelverket er med på å sikre produsenten en økonomisk gevinst ved det å levere et kvalitetsprodukt til meieriet. Det er også med på å gi et produkt som er rent og trygt uten medisinske rester og andre skadelige stoffer til forbrukeren.

Melka som produsenten leverer blir klassifisert basert på kvalitet. I TINE er klassene delt opp i; E (elite), 1., -2.- og 3.klasse. Disse er utgangspunktet til hva bonden får betalt for melka. Det blir normalt tatt ut 4 melkeprøver fra tanken i måneden som blir lagt sammen til et gjennomsnitt. Fra dette gjennomsnittet blir det beregnet tillegg eller trekk for melkas innhold av fett og protein. For de resterende kvalitetskriteriene (FFS, celletall, frysepunkt, bakterier og

sporer) blir det beregnet kvalitetstillegg eller kvalitetstrekk ut ifra de ulike kvalitetsklassene. For FFS gjelder følgende verdier og tillegg; Melk i eliteklassen ( $\leq 0,9$  mmol/l), gir et tillegg på 7 %, mens melk i 1.klasse (1,0-1,1 mmol/l) får ingen trekk. Klasse 2. (1,2-1,7 mmol/l) og klasse 3. (høyere 1,7 mmol/l) gir trekk på henholdsvis 7 % og 14 %. Minst en gang i måneden blir det tatt ut prøver fra hvert tankbillass til analyse av smak og lukt av autoriserte smaksdommere, om disse avviker fra normalen blir melka testet og kassert (TINE, 2014).

## **2.7 Faktorer som påvirker fettinnhold og fettsyresammensetningen i melka**

Fôring har stor betydning for fettinnholdet og fettsyresammensetningen i melka. Eddiksyre og smørsyre fra vom fermentering er viktige substanser for dannelsen av melkefett, og dermed vil ulike faktorer ved fôring som påvirker fermenteringsmønsteret i vomma også påvirke innholdet og sammensetningen av melkefett. For eksempel vil forholdet mellom cellulose (grovfôr) og stivelse (kraftfôr) i rasjonen virke inn. Økende mengder kraftfôr, fører til en nedgang i produksjonen av eddiksyre og smørsyre og økt produksjon av propionsyre. Eddiksyre og smørsyre er forløpere for melkefett. En nedgang i eddiksyre og smørsyre vil føre til en økning i propionsyre, noe som er negativt for melkefettet. Eddiksyre og smørsyre er viktige komponenter i *de novo*-syntesen. Propionsyre vil føre til et surere vom-miljø og dette er med på å forårsake nedgangen i produksjonen av eddiksyre og smørsyre (Aschenbach et al., 2011). Studier viser at forholdet mellom grovfôr og kraftfôr ikke bør være under 40:60 i rasjonen på tørrstoffbasis, for å oppnå en tilfredsstillende fettprosent i melka (Nickerson, 1995). Kuttelengde og partikkelstørrelse er også med på å påvirke syntesen av fett, dette fordi lite struktur- og partikkelstørrelse på fôret vil favorisere produksjonen av propionsyre, som er negativt for fett (Nickerson, 1995). Ved fôring av fôr med lite struktur kan dette i verste fall føre til en såkalt fettdepresjon, der fettprosenten i melk kan falle fra 3,9 til 1,5 (Jørgensen, 1999).

### **2.7.1 Mengde og type fôrfett**

Fôrfett kan påvirke den mikrobielle omsetningen av karbohydrater og protein i vomma, spesielt umettet fett i fôr. Tildeling av fôr med en høy andel umettet fett kan ha en betydelig innvirkning på omsetningen i vomma. I tillegg til at umettet fett har en toksisk virkning på både protozoer og cellulolytiske bakterier, noe som kan redusere fordøyelsen av cellulose, hemicellulose og lignin (Friis Børsting et al., 2003).

### **2.7.2 Energiunderskudd**

Kuas energibehov til vedlikehold og produksjon av melk i tidlig laktasjon er ofte høyere enn

det kua greier å få i seg gjennom fôret, noe som resulterer i en negativ energibalanse. Spesielt like etter kalving, kan mobilisering av fett fra depotfett i kroppen være betydelig (Hvelplund and Nørgaard, 2003). Spesielt fete kyr i tidlig laktasjon har lett for å mobilisere fettreserver for energi. Dette medfører et høyere innhold av fett i melk og en nedgang i *de novo*-syntesen i juret fordi fôropptaket har gått ned, og dermed gir en lavere forsyning av eddiksyre og smørsyre (Hvelplund and Nørgaard, 2003). Ved å tilsette fett i kraftfôret, øker man energitettheten i kraftfôret uten at en øker syreproduksjonen i vomma. Dette er viktig for høyttytende kyr som ikke greier å spise den nødvendige mengden fôr for å dekke energibehovet (Harvatine and Allen, 2005). Underfôring på energi kan gjøre at fettmembranen blir mer ustabil, og mindre motstandsdyktig mot lipase enzymene og dermed føre til et høyt innhold av FFS i melk (Jørgensen, 1999).

Det er ikke bare energiunderskudd som kan forårsake et høyere innhold av FFS i melk, også type fett i fôret har noe å si. I et forsøk utført av Wiking et al. (2005) så man at kyr som hadde fått en rasjon med et høyt innhold av mettet fett hadde en signifikant høyere ( $P < 0,05$ ) innhold av FFS enn kyr fôra på en rasjon med lavt innhold av fett som favoriserte *de novo*-syntesen. Melk fra kyr som ble fôret med en rasjon med høyt innhold av mettet fett var også mer utsatt for mekanisk påvirkning (Wiking et al., 2005). Dette vises også i forsøket gjort av Wiking et al. (2003) der de konkluderte med at fôring med en høy andel mettet fett, ga MFG med gjennomsnittlig større diameter. Store MFG er mer ustabile og utsatt for lipolyse ved pumping og mekanisk behandling av melka, enn små MFGs.

### **2.7.3 Laktasjonsstadie**

En av de mest kjente faktorene som kan påvirke melkefettet er laktasjonsstadium.

Laktasjonsstadium er nært knyttet til energibalansen og kyr som er i negativ energibalanse lenge etter kalving kan gi et høyere innhold av frie fettsyrer i melk fordi membranen på fettet er svakere og mer utsatt for lipolyse (Mesilati-Stahy and Argov-Argaman, 2014, Bævre et al., 2000, Nickerson, 1995). De Koning et al. (2003) fant at spredt kalving kan være med på å minske risikoen for FFS i en besetning. Dette bør gjøres fordi kyr sent i laktasjon er mer utsatt for å utvikle melk med FFS. De Koning et al. (2003) viste at stress rundt drikke- og spiseplasser kan føre til en høyere forekomst av FFS, da det er indikasjoner på at stress kan være med på å påvirke fettmembranen og gjøre den svakere. Det er imidlertid behov for mer forskning på dette feltet for å si dette med sikkerhet.

#### **2.7.4 Melkefrekvens**

AMS gjør det mulig å øke melkingsfrekvensen pr. ku fra 2 til 3-4 ganger daglig uten at det krever mer arbeid fra røkteren. Noen forskere hevder at en økning av melkefrekvensen er positivt både for melkemengden og jurhelsen i en besetning (Allen et al., 1986, Erdman and Varner, 1995). En regulering av melkefrekvensen og melketillatelsen tilpasset hvert enkelt individ i besetningen, i forhold til laktasjonsstadium og melkemengde for å minske sjansen for utvikling av FFS i melka (Jacobs and Siegford, 2012, Rotz et al., 2003). Smaksfeil på melk har sammenheng med at fettkulene i melka blir svakere utover i laktasjon og dermed er mer utsatte for lipolyse. En økning av melkefrekvensen er i midlertidig ikke bare positivt, siden en øking av melkefrekvensen også kan føre til en økning i innholdet av FFS i melk (Slaghuis et al., 2004, Klei et al., 1997). Da spesielt for kyr seint i laktasjon. Kyr seint i laktasjonen anbefales en reduksjon i melkefrekvens og kyr bør avsines dersom dagsmelkemengden er under 8 liter, da melka er mer utsatt for utvikling av besk smak (Bævre et al., 2000). Undersøkelser gjort på AMS viser at korte melkeintervallene og økt melkingsfrekvens fører til et høyere innhold av FFS (Abeni et al., 2005). Korte melkeintervall fører til mindre melk per melking noe som kan føre til økt FFS. Dette kan ha sammenheng med utformingen av de tekniske løsningene hos AMS (Rasmussen et al., 2006). Jacobs and Siegford (2012) og Bruckmaier et al. (2001) framhever at spesielt ved korte intervaller og økt melkefrekvens er det enda viktigere med stimulering av juret før påsett i AMS besetninger enn i ikke-AMS besetninger.

#### **2.8 Melke kvalitet AMS**

Abeni et al. (2005) hevder at det virker som at proteinet og fettene i melka ikke blir nevneverdig påvirket av type melkesystem. Undersøkelsene til Bruckmaier et al. (2001) og Friggens and Rasmussen (2001b) viser at det ikke ser ut til at melkefettet blir påvirket av lengden siden sist melking og variasjon av mengde melk ved melking. Studier gjort på melkekvalitet og nivå av FFS i AMS indikerer at AMS har et høyere nivå av FFS enn ikke-AMS melkesystemer (Abeni et al., 2005).

Sammenlignet med konvensjonelt melkebruk der kyrne blir melket 2 ganger om dagen, melkes kyr i AMS gjennom hele døgnet, da kyrne på frivillig basis velger når de ønsker å bli melket. Dette fører til en høyere frekvens av melking gjennom dagen som kan gå på bekostning av melkekvaliteten. En høyere frekvens av melking gir mindre melk pr. melking, noe som også gjør at det går mindre mengder melk gjennom systemet til tanken og ofte forårsaker en større mekanisk påkjenning på melka. Små mengder melk som blir pumpet inn

på tanken stiller også andre krav til kjølesystemet (Wiking and Nielsen, 2007). Siden melking i en AMS skjer gjennom hele dagen, i motsetning til et ikke-AMS melkesystem vil det ta tid før det er nok melk på tanken etter tømning og tankvask før kjøleprosessen av melka kommer i gang. Starter kjølingen på tanken før det er en viss mengde melk på tanken vil melka fryse og skape problemer ved utkjærning og dannelse av TGA som lipase-enzymet kan binde seg til. Det er viktig at melken kjøles raskt ned, ellers kan det skape problemer med for eksempel bakterievekst i melka. Det er en rekke alternativ for kjøling av melka. Det kan for eksempel installeres en mindre tank som melka kan kjøles ned i før den blir sendt til den større tanken, dette gjør at melka blir kjølt ned innen kort tid, og det vil ikke bli problemer med frysing på tank på grunn av for små mengder melk. Andre alternativer som er brukt er kjøling fra robot til tank for å redusere temperaturen på melka før den kommer ned på tanken (Schukken et al., 1999, Bævre et al., 2000).

Abeni et al. (2005) Sammenlignet effekten av AMS og ikke-AMS på innholdet av fett og lipolyse i melk. Det ble funnet en signifikant ( $P < 0,05$ ) forskjell mellom melkesystemene i forhold til lipolyse av melkefett der AMS hadde en høyere lipolyse-grad enn ikke-AMS. I samme forsøk ble det også funnet at FFS innholdet i melk ble påvirket av melkeintervall, der AMS med kortere melkeintervall enn  $\leq 480$ min, resulterte i et signifikant høyere innhold av FFS i forhold til ikke-AMS (Abeni et al., 2005).

## 2.9 Teknikk

Når det gjelder utformingen av de tekniske løsningene i AMS kan følgende faktorer bidra til at AMS har et høyere FFS tall enn konvensjonelle melkeanlegg:

- Et høyere luftforbruk og innslipp/innblanding av luft under melking.
- En større mekanisk behandling av melka som kommer inn i anlegget som følge av flere ventiler, røroverganger og retningsendringer i det melkeførende systemet.

Tillmann (pers.kom), 2014.

Rasmussen et al. (2002b) undersøkte hvordan vakuum-fluktusjon og luftinnslipp under melking med AMS kunne påvirke melka. De fant at AMS melkesystemer har et høyere luftinnslipp og vakuum-fluktusjon under melking enn konvensjonelle melkesystemer, og dermed et høyere nivå av FFS. Det ble konkludert med at ved å redusere vakuum-fluktusjoner og luftinnslipp gikk FFS-nivået ned. Konstruksjonene av melkeanlegget er også en viktig faktor i forhold til FFS, fallhøyden melka får i anlegget kan påvirke melka negativt ved en større mekanisk påvirkning (Slaghuis et al., 2004).

I Norge er det AMS merkene DeLaval og Lely som har den største andel av AMS markedet. Både DeLaval og Lely har delte melkeorganer, det vil si at hver enkelt spenekopp er en individuell enhet og kan måle melkemengde fra hver enkelt spene. Dette blir begrunnet med at hver enkelt spene melker forskjellig, noe som gjør at AMS kan unngå tomgangsmelking på enkelt spener. I tillegg måles det melkestrøm, tid og blodinnblanding i melk, faktorer som er unormale fører til at røkteren blir varslet. Dette gjør det enklere for gårdbrukeren å følge med på hver enkelt ku og sette i gang tiltak så raskt som mulig, som å lede melk som er unormal vekk fra tanken. I AMS datasystemet er det mulig å legge inn antall tillatte besøk per individ i besetningen basert på forventet melkemengde, laktasjonsnummer, laktasjonsdag og tid siden sist melking (DeLaval, 2014, Fjøsssystemer, 2014).

### 3.0 Material og metoder

#### 3.1 Datamateriale

1. Det ble plukket ut 10 470 melkeprodusenter med leverandørdata for 2012 og 2013. Av disse var 1010 AMS besetninger ( Tabell 2) og 9460 ikke-AMS besetninger. De to gruppene ble sammenlignet med hensyn til FFS innholdet i melk på grunnlag av melkeprøver fra tank.

**Tabell 2: Antall AMS besetninger fordelt på de forskjellige AMS-systemene**

AMS-system	DeLaval	Lely	FutureLineSAC	MloneGEA	Andre
<b>Antall besetninger</b>	331	186	15	3	3

2. AMS besetninger ble deretter delt inn på grunnlag av type AMS. De forskjellige AMS typene ble deretter testet for FFS nivå i to forskjellige perioder. Oppstartsperioden som her er definert som 0-6 måneder etter innsett av AMS og for perioden <6 måneder og senere. Det ble da laget et gjennomsnitt per produsent for disse to periodene.

3. Deretter ble alle AMS produsentene i Norge delt inn i to grupper på grunnlag av kvotestørrelse for kvoteåret 2013/14 for å kunne teste sammenhengen mellom kvotestørrelse og FFS nivået i melk. Tre av AMS systemene hadde for få brukere i Norge til å være med i testen og det var derfor bare mulig å sammenligne DeLaval og Lely AMS i dette utplukket. DeLaval og Lely ble delt inn i to grupper hver basert på kvotestørrelse; de med 15 % høyeste

kvotene >530' tonn (HK) og de med 15 % laveste kvotene <260' tonn (LK) (Tabell 3 ).

**Tabell 3: Antall besetninger innen de forskjellige kvotegruppene; lav kvote <260'tonn (LK) og høy kvote >530'tonn (HK) og gjennomsnittlig antall kyr innen kvotegruppene i DeLaval og Lely AMS besetninger**

Kvotegruppe	Antall besetninger		Antall kyr	
	DeLaval	Lely	DeLaval	Lely
LK	123	61	27,7	30,6
HK	98	68	74,4	71,7

4. Til slutt ble det gjort en analyse for å se på sammenhengen mellom tankprøver og kukontrollprøver. Dette ble gjort for å sjekke om et forhøyet FFS tall kunne relateres til faktorer i forhold til fôringen eller om det kunne relateres til forhold ved melkeanlegget. Dersom det var god sammenheng mellom FFS i tankmelk og i individprøver, kunne det tenkes at fôringen eller forhold ved individer i besetningen lå til grunn for resultatet. Derimot ved liten sammenheng med en stigning av FFS tallet fra individ prøvene til tankmelk prøvene kan det tenkes at anlegget eller tanken er årsaken til økt FFS innhold. For individprøvene ble det tatt gjennomsnitt av alle kyrne i besetningen vektet mot ytelsen til hver ku den måneden det var kontroll. Dette ble sammenlignet med gjennomsnittet av det to leverandørprøvene den tilsvarende måneden.

### 3.2 Statistikk

For de statistiske analysene ble SAS 9.3 brukt og modellene ble kjørt med Proc mixed og Proc reg. Det ble kjørt logaritmen (log) av FFS for å få en normal fordeling av FFS verdiene.

**-Følgende modell ble brukt for å teste effekt av AMS mot ikke-AMS**

$$Y = \mu + a_i + b_j + c_k + d_{el} + e_{ijkl}$$

Hvor:

Y= innholdet av FFS i melk

$a_i$ = effekt av AMS og ikke-AMS der  $i=0,1$ .

$b_j$ =effekt av fylke der  $j=1,2,\dots,19$

$c_k$ =uttaksmåned der  $k=1,\dots,12$

$d_{el}$ =år (tilfeldig variabel) der  $l= 1,2$  (2012,2013)

$e_{ijkl}$ = feil ledd

**-Følgende modell ble brukt for å teste FFS innhold i forskjellige typer AMS og oppstartsperioden; 0-6 mnd**

$$Y = \mu + a_i + b_j + a_i b_j + e_{ij}$$

Hvor:

Y= innholdet av FFS i melk

$a_i$ = effekt av AMS type der  $i= 1,2,\dots, 5$

$b_j$ = oppstartsmåned der  $j= 1,\dots, 12$

$a_i b_j$ = Samspill AMS system\*oppstart AMS

$e_{ijk}$ = feil ledd

**-Følgende modell ble brukt til å finne gjennomsnittlig innhold av FFS i melk i AMS besetninger med lav kvote (LK) og høy kvote (HK).**

$$Y = \mu + a_i + b_j + c_k + d_e + e_{ijk} + a_i b_j$$

Hvor:

Y= innholdet av FFS i melk

$a_i$ = AMS system der  $i= 1,2$

$b_j$ =Effekt av kvote der  $j= 1,2$

$c_k$ =uttaksmåned

$d_e$ =år (tilfeldig variabel)

$a_i b_j$ = Samspill AMS system\*kvote år 2013-2014

$e_{ijk}$ = feil ledd



**-Følgende modeller ble brukt til å se på sammenhengen mellom tankmelk og kukontrollprøver.**

$$Y = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijk} + a_i b_j$$

Hvor:

Y= innholdet av FFS i melk

$a_i$ = AMS

$b_j$ =dager

$c_k$ =måned

$a_i b_j$ = Samspill AMS\*dager

$e_{ijk}$ = feil ledd

$$Y = \mu + a_i + b_j + e_{ij} + a_i b_j$$

Hvor:

Y= Innholdet av FFS i melk

$a_i$ = AMS system

$b_j$ = sesong hvor  $j=1,2$

$a_i b_j$ = Samspill AMS system\*sesong

$e_{ij}$ = feil ledd

## 4.0 Resultater

### 4.1 Effekt av ikke-AMS versus AMS

Både FFS og log FFS viser at det er et signifikant ( $P < 0,0001$ ) høyere innhold av FFS i AMS besetninger enn ikke-AMS besetninger (Tabell 4).

**Tabell 4: LS means av frie fettsyrer (FFS) og andre kjemiske komponenter i melk i AMS og ikke-AMS besetninger på grunnlag av tankprøver (N=216356)**

	AMS	Ikke-AMS	SE	P
<b>FFS, mmol/l</b>	0,43	0,36	0,025	<0,0001
<b>log FFS</b>	(-)0,98	(-)1,21	0,008	<0,0001
<b>Fett, %</b>	4,11	4,18	0,039	<0,0001
<b>Protein, %</b>	3,35	3,39	0,007	<0,0001
<b>Laktose, %</b>	4,66	4,65	0,05	<0,0001

Selv om den numeriske forskjellen var liten var den prosentvise differansen i FFS (mmol/l) mellom AMS og ikke-AMS på hele 19 %. Innholdet av fett og protein lå påviselig høyere i ikke-AMS enn AMS ( $P < 0,0001$ ). Mens innholdet av laktose var signifikant høyere ( $P < 0,0001$ ) i AMS enn i ikke-AMS besetninger, men de numeriske forskjellene i disse parametrene var liten.

#### 4.1.1 Fordeling av tankprøver på FFS-klasser for besetninger med og uten AMS

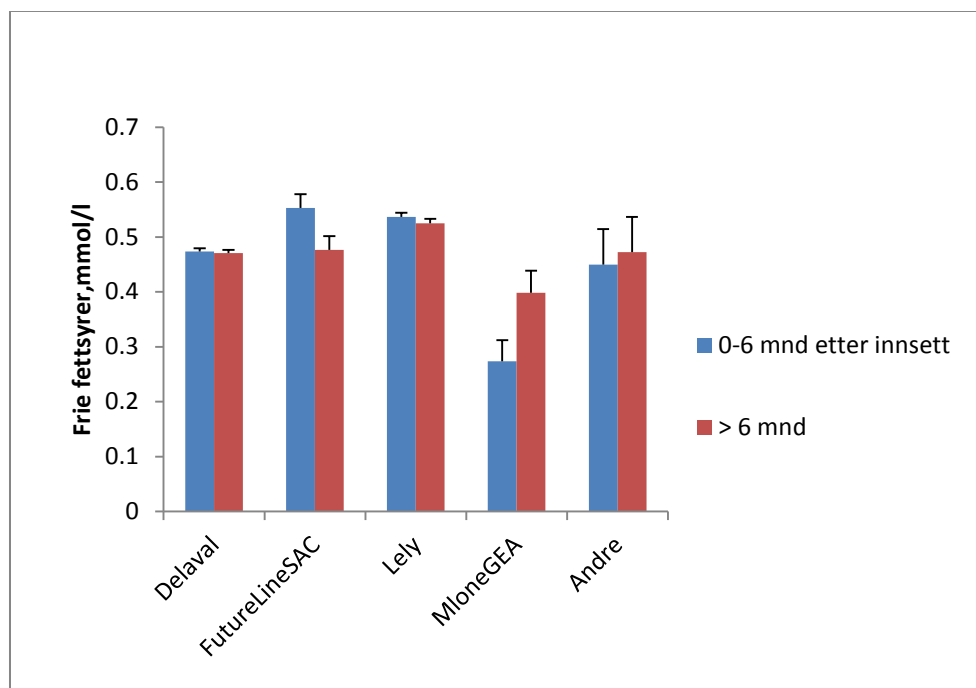
Tabell 5. viser fordeling av tankprøver i AMS og ikke-AMS besetninger, dette viser at det ikke er stor forskjell mellom fordelingen av prøvene innen FFS-klassene mellom AMS og ikke-AMS.

**Tabell 5: Fordeling av tankprøver (2012,2013) på FFS-klasser for besetninger med og uten AMS**

	FFS-klasser	Elite	1.klasse	2.klasse	3.klasse	total
<b>Ikke-AMS</b>	Antall prøver	191915	931	580	248	193674
	%	99,09	0,48	0,3	0,13	
<b>AMS</b>	Antall prøver	19807	106	44	24	19981
	%	99,13	0,53	0,22	0,12	
						<u>213655</u>

## 4.2 Effekt av type AMS og oppstartsperiode på FFS.

For DeLaval, Lely og andre AMS-systemer var det ingen signifikant forskjell i FFS mellom oppstartsperioden (0-6 mnd etter innsett) og senere (> 6mnd) (Figur 6).



Figur 6: Gjennomsnitt av frie fettsyre i to forskjellige perioder (0-6mnd etter AMS innsett og > 6mnd) i besetninger med DeLaval, FutureLineSAC, Lely, MloneGEA og andre (N=1994)

FutureLineSAC ga et signifikant ( $P>0,05$ ) lavere FFS innhold i perioden >6 mnd og senere sammenlignet med oppstartsperioden (0-6mnd etter innsett). Mens MloneGEA ga påviselig høyere FFS verdier >6mnd enn perioden før (0-6 mnd etter innsett). Gjennomsnittstallene for alle AMS-systemene viser at ingen av AMS-systemene hadde FFS verdier høyere enn kravene til elitemelk (<0,9 mmol/l) i noen av periodene.

## 4.3 Effekt av besetningsstørrelse på FFS.

### 4.3.1 Gjennomsnittlig avdrått og kvotefyllingsprosent i DeLaval og Lely fordelt på besetningsstørrelse

Gjennomsnittlig avdrått per årsku i DeLaval og Lely AMS-besetninger fordelt på kvotegruppene LK og HK (Tabell 6).

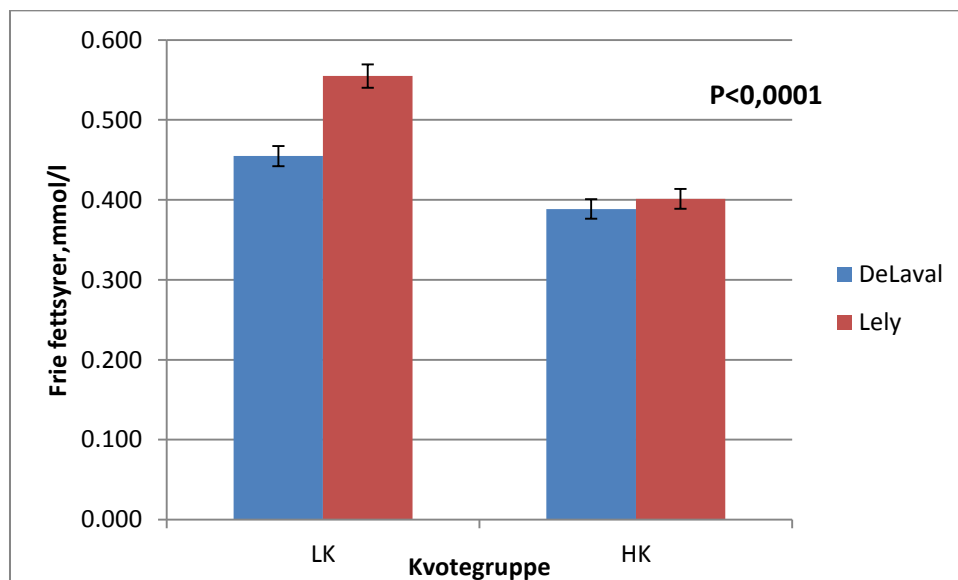
Tabell 6: LSmeans for avdrått per årsku i DeLaval og Lely AMS besetninger fordelt på kvotegruppe; lav kvote <260't (LK) og høy kvote >530't (HK) og kvotefyllings (%) (N=466)

	DeLaval		Lely		SE	p-verdi
	LK	HK	LK	HK		
<b>Avdrått</b>	7542	8147	7795	8810	138.56	0,2346
<b>Kvotefylling (%)</b>	88,0	90,1	91,1	90,7	1,7	0,0001

Det er ikke noen signifikant samspillseffekt mellom kvotestørrelse og type AMS i forhold til avdrått per årsku. Det er en signifikant forskjell mellom LK og HK gruppen for begge typer i forhold til kvotefyllingsprosent. Der DeLaval har best kvotefyllingsprosent for HK gruppen, mens Lely har best kvotefyllingsprosent for LK gruppen.

#### 4.3.2 Sammenligning av kvotestørrelse og AMS og dens effekt på FFS

Det er en signifikant samspillseffekt av kvotestørrelse og AMS-type ( $P < 0,001$ ) (Figur 7).



**Figur 7:** Nivå av frie fettsyrer i besetninger med DeLaval og Lely-AMS i forhold til kvotestørrelse; Lav kvote (LK) (<math>< 260\text{'t}</math>) og høy kvote (HK) (<math>> 530\text{'t}</math>) (N=8660)

Det er størst forskjell mellom DeLaval og Lely i LK-gruppen, med et påviselig høyere innhold av FFS i Lely enn i DeLaval AMS. Det var imidlertid ingen av AMS-systemene som i gjennomsnitt hadde FFS over elitekravet ( $\leq 0,9$  enheter).

#### 4.4 Individmelkeprøver versus tankmelk prøver i AMS besetninger

Det ble kjørt en korrelasjon for se om det var noen sammenheng mellom tankmelkprøver og individprøver i forhold til konsentrasjonen av FFS (Tabell 7).

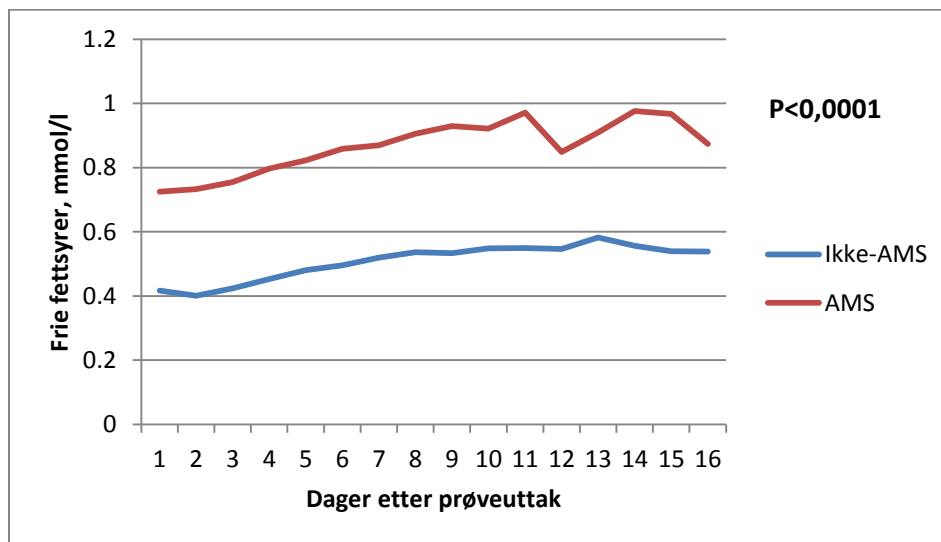
**Tabell 7:** Sammenheng mellom tankmelk prøver og individmelkeprøver i forhold til konsentrasjonene av frie fettsyrer (FFS) (N=12149)

	Estimat
Intercept	0,22844
FFS (individprøver fra kukontrollen)	0,26504
$R^2$	0,19
RMSE	0,18592

Tabell 7. viser en positiv moderat korrelasjon mellom de to faktorene; FFS tank og FFS individ. Men den er ikke signifikant, det kan dermed være andre faktorer som påvirker resultatet.

#### 4.4.1 FFS-nivå etter individprøveuttak i ikke-AMS og AMS

Videre ble det kjørt en sammenligning mellom ikke-AMS og AMS for å se om det var noen forskjell mellom de forskjellige melkesystemene i forhold til FFS-nivå etter prøveuttak (Figur 8). Dette ble gjort for å avdekke om det kunne være forhold ved uttak som påvirket FFS prøvene fra de forskjellige melkesystemene.

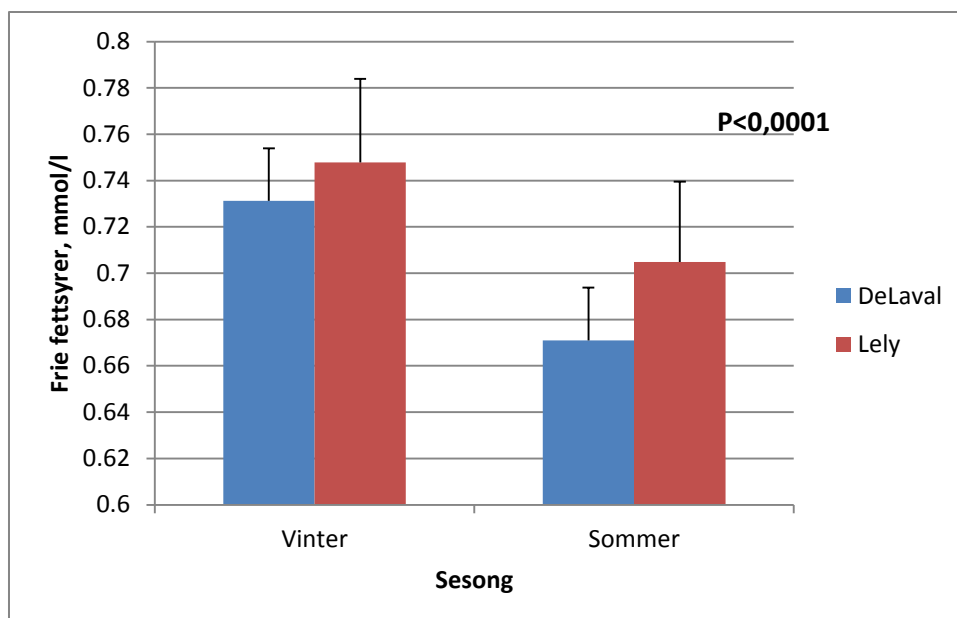


Figur 8: Tid fra prøveuttak til analyse og effekt på frie fettsyrer i AMS og ikke-AMS besetninger (N=53930)

AMS prøver ligger på et høyere FFS nivå enn ikke-AMS prøver, men det følger den samme kurven (Figur 8).

#### 4.4.2 Sesongvariasjon i FFS-nivå mellom AMS-systemene

Det ble deretter kjørt statistikk for å se om FFS nivå var høyere for Lely og DeLaval i forhold til sesong. Da det ble trodd at melkeprøver tatt i sommersesongen (juni, juli og august) ville ha et høyere FFS nivå en melkeprøver tatt i vintersesongen (desember, januar og februar) på grunn av manglende kjøling og temperatur i fjøset under uttak av melkeprøven og at dette ville påvirke fettene i melka negativt (Figur 9).



**Figur 9:** Sesong variasjon for frie fettsyrer (FFS) i individmelkeprøver for DeLaval og Lely AMS ; vinter (desember, januar, februar) og sommer (juni,juli, august) ( N=439).

FFS i individmelkeprøvene er høyest i Lely AMS både i vintersesongen (desember, januar og februar) og sommersesongen (juni, juli og august) (Figur 9). Den viser også at FFS nivået er høyere i vinter sesongen enn i sommer sesongen for begge AMS typene. Både DeLaval og Lely AMS er innenfor det fastsatte kravet for elitemelk (<math>< 0.9</math> enheter) i både sommer og vintersesongen.

## 5.0 Diskusjon

### 5.1 Ikke-AMS versus AMS

Sammenligningen mellom ikke-AMS og AMS viser en signifikant forskjell (<math>< 0,0001</math>) mellom FFS nivå i AMS besetninger (0,43 FFS) kontra ikke-AMS besetninger (0,36 FFS), en økning på 19 % i AMS besetninger. Dette underbygger den fastsatte hypotesen som sier at det er et høyere innhold av FFS i AMS besetninger enn i ikke-AMS besetninger, den numeriske forskjellen er derimot liten (Tabell 4).

Dette ble også funnet i et italiensk forsøk mellom AMS og ikke-AMS, der ble det konkludert at det var et signifikant høyere (<math>P < 0,0001</math>) nivå med FFS i AMS besetninger i forhold til i ikke-AMS besetninger (Pirlo et al., 2004). Noe av grunnen til at FFS nivået er høyere i AMS besetninger enn ikke-AMS besetninger kan ha sammenheng med utformingen av det melkeførende anlegget. Blant annet ved at AMS har fire melkeslanger med en mindre diameter som frakter melka fra juret til melketank. Mens ikke-AMS har en melkeslange som frakter melka. Dette vil være med på å tilføre melka en hardere mekanisk behandling, denne

forskjellen på melkeslangediameter kan være utslagsgivende i forhold til FFS nivå i AMS besetninger (Slaghuis et al., 2004). Dette blir underbygget av Rasmussen et al. (2002b) der de i et forsøk fant at AMS hadde et høyere luftinnslipp og vakuumb-fluktuasjon under melking enn ikke-AMS og at dette var med på å heve FFS nivået.

Innholdet av FFS i melk kan også bli påvirket av konstruksjonene av melkeanlegget. Et melkeanlegg med stor fallhøyde ned i melketanken er med på å øke den mekaniske behandlingen av melka (Slaghuis et al., 2004). Fagleder teknikk hos TINE rådgivning, Tillmann Hettasch (pers.kom) identifiserer også disse faktorene som en utfordring rundt AMS og FFS nivå. Hard mekanisk behandling av melka kan føre til ødeleggelse av membranen som beskytter fett mot spalting av lipaseenzymet. En høyere melkefrekvens i AMS enn i ikke-AMS kan også være med å påvirke FFS nivået, dette er blant annet blitt bekreftet av forsøk utført av Klei et al. (1997) og Slaghuis et al. (2004).

## **5.2 FFS nivå mellom type AMS**

Bytte fra ikke-AMS til AMS kan by på både fordeler og ulemper i forhold til kvalitet på melka og adferden til kyrne som skal vennes til en helt ny måte å bli melket på (Abeni et al., 2005, Weiss et al., 2004). Etter innsett av AMS blir det en helt ny hverdag for både røkter og kyr, røkteren får en friere hverdag mindre begrensninger i forhold til fastsatte tider for melking og har mer tid til å observere kyrne enn før. Kyrne får muligheten til å velge når de selv vil bli melket og til en viss grad hvor ofte de vil bli melket (Ipema, 1997, Stefanowska et al., 1999). På en annen side kan muligens bytte fra ikke-AMS til AMS gjøre kyrne mer stresset og føre til endret adferd. Endringen i adferden på kyrne kan bli påvirket av type kutrafikk i fjøset, styrt eller fri. Styrt kutrafikk kan for eksempel endre fôringsadferd (Bach et al., 2009, Hermans et al., 2003, De Koning et al., 2003), men dette går vi ikke nærmere inn på her. Flere forsøk har blitt utført for å se hvilken innvirkning bytte fra ikke-AMS til AMS har på melkekvaliteten og FFS, disse forsøkene viser at det ofte er de første 6 månedene etter innstallering som har størst negativ virkning på nivået av FFS (Rasmussen et al., 2002a, Klungel et al., 2000).

Etter innkjøringsperioden stabiliserer ofte melkekvaliteten og FFS nivået seg noe, men den går sjelden tilbake til det samme nivået som den lå på før bytte av melkesystem (Klungel et al., 2000). Det kan tenkes at dette har sammenheng med forskjell på de tekniske utformingene innen AMS og ikke-AMS. Stabiliseringen av melkekvaliteten kan muligens knyttes til at den første perioden blir brukt til finjustering og regulering av AMS og dens tekniske utforminger.

Et eksempel kan være justering av vakuum og melketillatelse tilpasset de forskjellige individene i besetningen, dette vil da si at røkteren kan trenge denne perioden for å tilpasse systemet til sin besetning.

I denne undersøkelsen ble det derimot funnet lite forskjell på FFS mellom oppstartsperioden (0-6 måneder) og perioden <6 måneder og senere på DeLaval og Lely AMS. Dette tyder på at problemene er vedvarende og ikke relatert til oppstartsperioden. Den eneste av AMS typene som ble testet som viste den forventede signifikante forbedringen fra periode 0-6 måneder var FutureLineSAC. Økningen i FFS kan muligens bli forklart med en økning i melkefrekvensen ved bytte fra ikke-AMS til AMS og diverse andre tekniske utforminger og management (Klungel et al., 2000).

### **5.3 FFS nivå i små og store AMS besetninger**

Det ble funnet et signifikant samspill ( $P < 0,001$ ) mellom type AMS system og kvotestørrelse. Der LK-gruppen viser et signifikant høyere FFS nivå i forhold til HK gruppen ( $P < 0,0001$ ). En økt melkefrekvens kan gi et økt innhold av FFS (Klei et al., 1997), det kan tenkes at dette vil være et problem i LK-besetninger der AMS sin melkekapasitet ikke blir fullt utnyttet og dermed gjøre det mulig for kyr i LK-gruppen å gå flere ganger i AMS enn kyr i HK-gruppen. Dersom røkteren ikke har satt noen spesiell begrensning på melkefrekvensen tilpasset hvert enkelt individ, kan individ som for eksempel er i seinlaktasjon og melker lite få like mange melketillatelse i døgnet som en ku som melker mer og er tidligere i laktasjon. Fettinnholdet i melk blir påvirket av melkefrekvens og tid siden sist melking (Friggens and Rasmussen, 2001a). Melk fra kyr i seinlaktasjon har lettere for å utvikle FFS enn melk fra kyr i tidlig laktasjon, melkefett fra kyr i seinlaktasjon inneholder en større andel store MFG enn kyr i tidlig og midt-laktasjon (Mesilati-Stahy and Argov-Argaman, 2014). Dersom små mengder melk går gjennom melkeanlegget kan dette gi oppblomstring av bakterier og gjøre melkefettet mer sårbart i forhold til lipolyse. Oppblomstring av bakterier kommer av at melka oppholder seg lengere i melkeanlegget. Størrelsen på MFG øker samtidig med at melkefrekvensen øker og melkemengden per melking minker, noe som gjør at fett i melka til kyr med en høyere melkefrekvens er mer utsatt for lipolyse og ødeleggelse eller svekkelse av MFG membran (Wiking et al., 2006). Hva som er årsaken til at Lely har et signifikant høyere innhold av FFS enn DeLaval i forhold til kvotestørrelse er ikke lett å fastslå uten nærmere undersøkelse og sammenligning av de forskjellige typene AMS og dens teknikk. Det er mulig at forskjell på det tekniske anlegget kan ha en innvirkning.



#### **5.4 AMS teknikk som påvirkende faktor på FFS nivå**

For å identifisere hva som var årsaken til et høyere FFS nivå i AMS besetninger ble tankmelkprøver og individprøver på melk sammenlignet. Tanken bak dette var at dersom individ melkeprøvene og tankmelkprøvene viste god sammenheng kunne dette være en indikasjon på at FFS nivået var forårsaket av føringen. Dette grunnet energiunderskudd som følge av blant annet rasjons-sammensetning er en faktor som er med på å påvirke fettene i melk og dermed kan gi et forhøyet innhold av FFS i melk (Jørgensen, 1999). Dersom det var en liten sammenheng og stigning i FFS tall fra individprøvene til tankprøvene kunne dette være en indikasjon på at problemet med FFS i AMS besetninger var relatert til den tekniske utformingen av AMS. Ulike tekniske faktorer kan være med på å påvirke melka negativt i forhold til FFS (Slaghuis et al., 2004, Rasmussen et al., 2002b). Wiking et al. (2003) oppdaget at melkefettet var mer ustabil ved et høyt fettinnhold enn ved et lavt fettinnhold, noe av grunnen til dette kan være at melkefettkulene blir større dess høyere fettinnhold i melka og dermed får en større overflate som er mer sårbar i forhold til ødeleggelse ved hardere mekanisk behandling og kjøling (Wiking et al., 2003). Sammenligningen mellom individprøver og tankprøver viser derimot relativt liten sammenheng mellom individprøver og tankprøver (Tabell 7). Dette var som forventet og en indikasjon på at det er forhold ved melkeanlegget som er årsaken til forhøyede FFS-verdier i tankmelken.

Det ble imidlertid avdekket at nivået på FFS i kukontrollprøvene var nesten dobbelt så høye som i tankmelkprøvene, noe som ikke var helt forventet. I AMS blir melkeprøver tatt ut ved hjelp av en prøvetakingsboks som kobles til AMS. Melkeprøvebegerene blir deretter plassert i prøvetakingsboksen og antall ønskede melkeprøver fra hver ku stilles inn i AMS-systemet. Når kyrne kommer inn for å bli melket blir hvert enkelt individ tildelt et prøvebeger som AMS-systemet husker til neste gang kua kommer inn til melking, slik at neste prøve kommer i samme beger. Melkeprøveboksen er tilkoblet AMS i opp til et døgn (Bestinova, 2014, Felleskjøpet, 2012).

For å fastslå om det var forhold rundt prøvetaking som påvirket FFS nivået i AMS ble det derfor kjørt en sammenligning mellom individprøver fra AMS besetninger og ikke-AMS besetninger. Først ble det kjørt en sammenligning for å se på om individprøvene og FFS nivå lå likt med individprøvene til ikke-AMS gruppen. Sammenligningen mellom de ulike melkesystemene viser at AMS individprøvene ligger høyere enn ikke-AMS allerede ved prøveuttak, noe som allerede var fastslått. Begge melkesystemene følger imidlertid den samme kurven for FFS etter prøvetakning, det kan derfor tenkes at FFS ikke blir påvirket av forhold ved melkeprøveuttak (Figur 8). Det var antatt at AMS individprøvene muligens kan

ha blitt påvirket av temperaturforskjeller i fjøs og manglende kjøling i prøvetakingsperioden. Dette fordi prøvetakingsperioden ofte går over et døgn for å sikre prøver fra alle individene i besetningen. I ikke-AMS besetninger blir individmelkeprøvene tatt ut i forbindelse med melking to ganger daglig, mellom disse prøvetakingene blir prøvene satt kjølig. Melkefett er mest stabilt rundt 4°C (Bævre et al., 2000), for å teste dette ytterligere ble det derfor kjørt en sammenligning mellom individprøver i AMS tatt ved forskjellige årstider for å se om temperaturen i fjøset påvirker FFS. Sesongene sommer (juni, juli og august) og vinter (desember, januar og februar) ble testet, da disse periodene antas å gi størst temperaturforskjell i fjøset og rundt AMS og påvirke fettet negativt. Dersom dette var tilfelle ville FFS nivået være høyere i sommersesongen (juni, juli og august) enn i vintersesongen (desember, januar og februar). I dette tilfellet stemmer ikke dette, da FFS nivået lå høyere i vintersesongen enn i sommersesongen (Figur 9), grunnen til dette er vanskelig å fastslå.

## **6.0 Konklusjon**

Det er mange faktorer som kan spille inn og gi et forhøyet innhold av FFS i melk i AMS besetninger. I denne oppgaven ble det påvist at AMS besetninger har et høyere innhold av FFS enn ikke-AMS besetninger, størrelse på besetning kan og være med å påvirke innholdet av FFS, i tillegg til type AMS system. Det ble ikke påvist om fôring eller tekniske forhold kunne være grunnen til forhøyede FFS verdier i AMS besetninger. Det hadde vært interessant men en videre analyse for å undersøke om norske forhold er med å påvirke resultatet. Dette kunne vært gjort med direkte forsøk i stedet for behandling av datamateriale for å oppnå et enda grundigere resultat. Videre hadde det vært av interesse med en grundig analyse for å undersøke forskjellen i teknisk utforming i de forskjellige AMS- systemer for å kunne fastslå årsak til økning av FFS. AMS har vært og vil være av stor interesse også i tiden fremover, det er derfor viktig å optimalisere systemene mest mulig, selv om tallet på FFS er innenfor kvalitetsgrensene satt av TINE. Ut ifra denne analysen kan man konkludere med at hypotesene satt opp viste seg å være riktig, med unntak av hypotesen som omhandlet at det er melkeanlegget og ikke fôring som er årsak til et høyere nivå av FFS i AMS-besetninger enn i ikke AMS-besetninger. Dette fordi det ikke var mulig å fastslå kun en bestemt årsak ut i fra denne oppgaven, og det kunne vært av interesse med en videre undersøkelse på dette området.

## 7.0 Referanser

- ABENI, F., DEGANNO, L., CALZA, F., GIANGIACOMO, R. & PIRLO, G. 2005. Milk Quality and Automatic Milking: Fat Globule Size, Natural Creaming, and Lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 88, 3519-3529.
- ALLEN, D. B., DEPETERS, E. J. & LABEN, R. C. 1986. Three Times a Day Milking: Effects on Milk Production, Reproductive Efficiency, and Udder Health. *Journal of Dairy Science*, 69, 1441-1446.
- ASCHENBACH, J. R., PENNER, G. B., STUMPF, F. & GÄBEL, G. 2011. RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *Journal of Animal Science*, 89, 1092-1107.
- BACH, A., DEVANT, M., IGLEASIAS, C. & FERRER, A. 2009. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92, 1272-1280.
- BÆVRE, L., HAUG, I., OUREN, E. & ULBERG, O. 2000. Lukt-og smaksfeil i leverandørmelk. In: BA, T. N. M. (ed.) *TINE Norske Meierier BA*. Oslo: TINE Norske Meierier BA.
- BAUMAN, D. E. & GRIINARI, J. M. 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat syndrome. *Livestock Production Science*, 70, 15-29.
- BESTINOVA. 2014. *Time samdrift tok kontroll over celletallet* [Online]. TINE rådgivning og medlem Tverrfaglig rådgivningsgruppe for mjølkerobot. Available: <https://medlem.tine.no/cms/fagprat/mj%C3%B8lke kvalitet/robot-suksess-med-m%C3%A5nedlige-melkepr%C3%B8ver> [Accessed 12.08 2014].
- BRUCKMAIER, R. M., MACUHOVA, J. & MEYER, H. H. D. 2001. Specific aspects of milk ejection in robotic milking: a review. *Livestock Production Science*, 72, 169-176.

- CHILLIARD, Y., FERLAY, A., MANSBRIDGE, R. M. & DOREAU, M. 2000. Ruminant milk fat plasticity:nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech*, 49, 181-205.
- COZMA, A., MARTIN, B., GUIADEUR, M., PRADEL, P., TIXIER, E. & FERLAY, A. 2013. Influence of calf presence during milking on yield, composition, fatty acid profile and lipolytic system of milk in Prim'Holstein and Salers cow breeds. *Dairy Science & Technology*, 93, 99-113.
- DE KONING, C. J. A. M., SLAGHUIS, B. A. & VAN DER VORST, Y. 2003. Robotic milking and milk quality:Effects on bacterial counts,somatic cell counts,freezing point and free fatty acids. *Ital.J.Anim.Sci*, 2, 291-299.
- DEETH, H. C. 2006. Lipoprotein lipase and lipolysis in milk. *International Dairy Journal*, 16, 555-562.
- DELAVAL. 2014. *DeLaval VMS melkerobot i detalj* [Online]. Available: <http://www.delaval.no/-/Product-information1/Milking/Systems/Automatic/DeLaval-VMS-in-detail/>.
- ERDMAN, R. A. & VARNER, M. 1995. Fixed Yield Responses to Increased Milking Frequency. *Journal of Dairy Science*, 78, 1199-1203.
- FELLESKJØPET. 2012. *VMS-voluntary milking system* [Online]. Felleskjøpet. Available: <http://www.felleskjopet.no/landbruk/Documents/Eksterne/Produktbeskrivelse/I-mek/Storfe/2012/DeLaval%20VMS%20brosjyre%202012.pdf> 2014].
- FJØSSYSTEMER. 2014. *Melkevalitet* [Online]. Available: <http://www.fjossystemer.no/storfe/lely/lely-astronaut-a4/melkevalitet>.
- FRIGGENS, N. C. & RASMUSSEN, M. D. 2001a. Milk quality assessment in automatic milking systems: accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. *Livestock Production Science*, 73, 45-54.

- FRIGGENS, N. C. & RASMUSSEN, M. D. 2001b. Milk quality assessment in automatic milking systems: Accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. *Livestock Production Science*, 73, 45-54.
- FRIIS BØRSTING, C., RIIS WEISBJERG, M. & HERMANSEN, J. E. 2003. Fedtomsætningen i mave-tarmkanalen. In: HVELPLUND, T. & NØRGAARD, N. (eds.) *Kvægets ernæring og fysiologi- Bind 1 Næringsstofomsætning og fodervurdering*. Foulum: Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Danmarks Jordbrugsforskning.
- GILLESPIE, J. R. & FLANDERS, F. B. 2010. *Modern Livestock and Poultry Production*, Delmar, Delmar Cengage Learning.
- GJEFSEN, T. 2007. *Fôringslære*, Oslo, Forfatteren og Tun Forlag AS.
- GRUMMER, R. R. 1991. Effect of Feed on the Composition of Milk Fat. *Journal of Dairy Science*, 74, 3244-3257.
- HARMON, R. (ed.) 1995. *Matitis and milk quality*, Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- HARSTAD, O. M. 1994. *Fôring av mjølkekyr: forelesningsnotater i HFE33*, Ås, Landbruksbokhandelen.
- HARSTAD, O. M., EKREN, A., HAUG, A. & HAVREVOLL, Ø. 2000. Fôringas virkning på mengde og kvalitet av fett i mjølk. In: KAURSTAD, E. (ed.) *Husdyrforsøksmøtet*. Norges Landbrukshøgskole.
- HARSTAD, O. M. & STEINSHAMN, H. 2010. Cows` diet and milk composition. In: GRIFFITHS, M. W. (ed.) *Improving the safety and quality of milk*. Woodhead Publishing limited.
- HARVATINE, K. J. & ALLEN, M. S. 2005. The Effect of Production Level on Feed Intake, Milk Yield, and Endocrine Responses to Two fatty Acid Supplements in Lactating Cows. *J Dairy Sci*, 88, 4018-4027.

- HERMANS, G. G. N., IPEMA, A. H., STEFANOWSKA, J. & METZ, J. H. M. 2003. The Effect of Two Traffic Situations on the Behavior and Performance of Cows in an Automatic Milking System. *Journal of Dairy Science*, 86, 1997-2004.
- HERMANSEN, J. E., NIELSEN, J. H., BACH LARSEN, L. & SEJRSEN, K. 2003. Mælkens sammensætning og kvalitet. In: STRUDSHOLM, F. & SEJRSEN, K. (eds.) *Kvægets ernæring og fysiologi- Fodring og produktion*. Foulum: Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri-Danmarks JordBrugsForskning.
- HOLTER VAE, A. 2009. *Effekt av botanisk sammensetning i beite på oksidativ stabilitet i kumelk*. Master, Universitetet for miljø-og biovitenskap.
- HVELPLUND, T. & NØRGAARD, N. 2003. Drøvtyggenes Karakteristika. In: HVELPLUND, T. & NØRGAARD, N. (eds.) *Kvægets ernæring og fysiologi*. Foulum: Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- IPEMA, A. H. 1997. Integration of robotic milking in dairy housing systems Review of cow traffic and milking capacity aspects. *Computers and Electronics in Agriculture*, 17, 79-94.
- JACOBS, J. A. & SIEGFORD, J. M. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behaviour, health, and welfare. *J Dairy Sci*, 95, 2227-2247.
- JØRGENSEN, M. 1999. *Drøvtyggjarboka*, Oslo, Landbruksforlaget.
- KJESBU, E., FLATEN, O. & KNUTSEN, H. 2006. Automatiske melkingssystemer- en gjennomgang av internasjonal forskning og status i Norge. Oslo: Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF).
- KLEI, L. R., LYNCH, J. M., BARBANO, D. M., OLTENACU, P. A., LEDNOR, A. J. & BANDLER, D. K. 1997. Influence of milking three times a day on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 80, 427-436.

- KLUNGEL, G. H., SLAGHUIS, B. A. & HOGEVEEN, H. 2000. The effect of introduction of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 83, 1998-2003.
- 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. *Journal of Dairy Science*, 95, 5608-5611.
- LIYING, M. 2012. *Regulatory factors of milk fat synthesis in dairy cows*. Doctor of Philosophy in Animal Science, Dairy, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- MADSEN, T. G. & NIELSEN, M. O. 2003. Næringsstofomsætning i ekstrahepatiske væv. In: HVELPLUND, T. & NØRGAARD, N. (eds.) *DJF rapport* Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Danmarks JordBrugsForskning.
- MATHER, I. H. & KEENAN, T. W. 1998. Origin and Secretion of Milk Lipids. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 3.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R. A., GREENHALGH, J. F. D., MORGAN, C. A., SINCLAIR, L. A. & WILKINSON, R. G. 2011. *Animal Nutrition*, Essex, Pearson Education Limited.
- MESILATI-STAHY, R. & ARGOV-ARGAMAN, N. 2014. The relationship between size and lipid composition of the bovine milk fat globule is modulated by lactation stage. *Food Chem*, 145, 562-70.
- NICKERSON, S. C. (ed.) 1995. *Milk Production: Factors affecting milk composition*, Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- O'BRIEN, B., O'CALLAGHAN, E. & DILLON, P. 1998. Short Communication: Effect of various milking machine systems and components on free fatty acid levels in milk. *Journal of Dairy Research*, 65, 335-339

- OUATTARA, G. C., JEON, I. J., HART-THAKUR, R. A. & SCHMIDT, K. A. 2004. Fatty Acids Released from Milk Fat by Lipoprotein Lipase and Lipolytic Psychrotrophs. *Journal of Food Science*, 69, C659-C664.
- PALMQUIST, D. L. 2006. *Milk fat: Origin of Fatty Acids and Influence of Nutritional Factors Thereon*, United States of America, Springer Science+Business Media, Inc.
- PIRLO, G., BERTONI, G. & GIANGIACOMO, R. 2004. Introduction of AMS in Italian Dairy Herds: Effect on cow performance and milk quality in a herd of the Grana Padano area. In: MEIJERING, A., HOGEVEEN, H. & DE KONING, C. J. A. M. (eds.) *Automatic Milking: A better understanding*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- RASMUSSEN, M. D., BJERRING, M., JUSTESEN, P. & JEPSEN, L. 2002a. Milk Quality on Danish Farms with Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science*, 85, 2869-2878.
- RASMUSSEN, M. D., BJERRING, M. & LARSEN, H. C. 2002b. Vacuum fluctuations in the liner during automatic milking. In: RØNNING, O. (ed.) *Technology for milking and housing of dairy cows*. Hamar: NJF- The Nordic Association of Agricultural Scientists.
- RASMUSSEN, M. D., WIKING, L., BJERRING, M. & LARSEN, H. C. 2006. Influence of Air Intake on the Concentration of Free Fatty Acids and Vacuum Fluctuations During Automatic Milking. *Journal of Dairy Science*, 89, 4596-4605.
- ROTZ, C. A., COINER, C. U. & SODER, K. J. 2003. Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production. *Journal of Dairy Science*, 86, 4167-4177.
- SCHUKKEN, Y. H., HOGEVEEN, H. & SMINK, B. J. Robotic Milking and Milk Quality, Experiences from the Netherlands. National Mastitis Council Regional Meeting Proceedings  
1999.



- SJAASTAD, Ø. V., SAND, O. & HOVE, K. 2010. *Physiology of Domestic Animals*, Oslo, Scandinavian veterinary press.
- SLAGHUIS, B. A., DE JONG, O., BOS, K., VERSTAPPEN-BOEREKAMP, J. & FERWERDA-VAN ZONNEVELD, R. 2004. Milk Quality on Farms with Automatic Milking System-Free fatty acids and automatic milking system. *In: SLAGHUIS, B. A. (ed.) Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms.* Netherlands: Wageningen UR.
- STEFANOWSKA, J., IPEMA, A. H. & HENDRIKS, M. M. W. B. 1999. The behaviour of dairy cows in an automatic milking system where selection for milking takes place in the milking stalls. *Applied Animal Behaviour Science*, 62, 99-114.
- STELWAGEN, K., FARR, V. C., NICHOLAS, G. D., DAVIS, S. R. & PROSSER, C. G. 2008. Effect of milking interval on milk yield and quality and rate of recovery during subsequent frequent milking. *Livestock Science*, 114, 176-180.
- 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. *Journal of Dairy Science*, 92, 1469-1478.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. M. & PETTERSSON, G. 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science*, 86, 37-46.
- TINE. 2014. *TINEs regelverk om bedømmelse og betaling av leverandørmelk etter kvalitet* [Online]. Available: [https://medlem.tine.no/cms/praktisk-informasjon/tines-regelverk/\\_attachment/321142?\\_ts=144b1a82460](https://medlem.tine.no/cms/praktisk-informasjon/tines-regelverk/_attachment/321142?_ts=144b1a82460) [Accessed 20.03 2014].
- VAN DER VORST, Y. & DE KONING, K. 2002. Automatic milking systems and milk quality in three european countries. *The First North American Conference on Robotic Milking*. Toronto.

- WASHINGTON, U. O. 2014. *Fatty Acids and triacylglycerols* [Online]. University of Washington. Available: <http://courses.washington.edu/conj/membrane/fattyacids.htm> [Accessed 23.05 2014].
- WEISS, D., HELMREICH, E. M., DZIDIC, A. & BRUCKMAIER, R. M. 2004. Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking. *Journal of Animal Science*, 82, 563-570.
- WIKING, L., BERTRAM, H. C., BJÖRCK, L. & NIELSEN, J. H. 2005. Evaluation of cooling strategies for pumping of milk-Impact of fatty acid composition on free fatty acid levels. *Journal of Dairy Research*, 72, 476-481.
- WIKING, L., BJÖRCK, L. & NIELSEN, J. H. 2003. Influence of feed composition on stability of fat globules during pumping of raw milk. *International Dairy Journal*, 13, 797-803.
- WIKING, L. & NIELSEN, J. H. 2007. Effect of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Animal and Feed Science*, 16, 108-116.
- WIKING, L., NIELSEN, J. H., BÅVIUS, A. K., EDVARDSSON, A. & SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. 2006. Impact of Milking Frequencies on the Level of Free Fatty Acids in Milk, Fat Globule Size, and Fatty Acid Composition. *Journal of Dairy Science*, 89, 1004-1009.



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)