

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



## Forord

«Kannj æ få værria me i fjøse i mårra å?» Helt siden aprildagen våren jeg fylte 10 og fikk være med naboen på kveldsstell i fjøset, har kyr vært en del av mitt liv. Det ble etter hvert mange kvelder i fjøset, og en egen kalv gikk fra å være «Heidrun-kalven» til å bli «Heidrun-kua». Med det utviklet også interessen for avl seg. Gamle kalvingslister ble endevendt i forsøk på å finne hel- og halvsøstre og søskenbarn blant kyrne i fjøset. Veien til Ås var kort. Jeg skulle studere husdyrfag og lære husdyravl.

Valget av masteroppgave var heller tilfeldig. Jeg ville gjerne skrive om noe «matnyttig», og slik falt valget på en oppgave om utmelkingshastighetsdata hentet fra melkeroboter. Det har vært en spennende, interessant og lærerik prosess.

Først vil jeg takke alle de 52 melkeprodusentene som sa ja og gav meg tillatelse til å hente ut data. Da jeg startet ringerunden hadde jeg aldri forventet at ALLE skulle si ja. Men det gjorde dere! Dere fortjener en stor klem, alle sammen! Uten dere hadde det ikke blitt noen oppgave. Tusen takk til Ingebret Risa i DeLaval som har svart på alle mine spørsmål om variabler og andre melkerobotrelatert og Alf Odin Olsen som ga meg tilgang til besetninger.

Tusen, tusen takk til min veileder Bjørg Heringstad som har hjulpet meg hele veien og hatt troa på at oppgaven skulle bli ferdig. Døra har alltid stått åpen, jeg har alltid følt meg velkommen og jeg har alltid fått hjelp. Bedre veileder kunne jeg ikke hatt! Takk til biveileder Anne Guro Larsgard for umiddelbar og god hjelp når problemer har oppstått. Tusen takk til korrekturleserne Ellen, Stine, Hege og Siril. Dere er supre!

Gjengen på lesesalen fortjener en takk for morsomme påfunn og artige pauser i skrivinga. Tusen takk til kollegaer i Storfefjøset til SHF for mangt en pause fra en travel studiehverdag. Fjøspus, 5523 Vilma og alle de herlige kudamene; gjennom skoleåret har vi hatt mang en «samtale» på sene kveldsrunder og trivelige avbrekk fra lesesalen nå i sommer!

Sist, men ikke minst, takk til Arnhild og Arnljot som gav meg interessen for ku. Takk for at dere alltid lot meg være med og tålmodig svarte på den millionen med spørsmål jeg hadde da jeg gikk i hælene på dere i fjøset. Tusen takk!

UMB, Ås 15.08.2013

Heidrun Kjøren Bugten

## Sammendrag

Det er så langt ikke blitt gjort noen undersøkelser utmelkingshastighet basert på data fra melkerobot blant Norsk Rødt Fe (NRF). I dag registreres utmelkingshastighet i Kukontrollen av bonden som rask, middels eller sein. Målet med oppgaven var å hente ut data fra melkeroboter og se på ulike mål for utmelkingshastighet, hvilke faktorer som påvirker dem samt beregne arvegrad for utmelkingshastighet for NRF.

Data ble hentet fra 46 besetninger med melkerobot av merket DeLaval, og informasjon om besetningene og slektskapsinformasjon om kyrne ble hentet fra Kukontrollen. Totalt ble 4 981 kyr og 1 564 598 observasjoner inkludert i det endelige datasettet.

Tidsbruk regnet fra kua registreres inn i melkeroboten og til hun er ute igjen ble benyttet og gjennomsnittlig utmelkingshastighet beregnet som melkemengde dividert på total tid kua er i roboten. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet for NRF var 1,48 kg/min. 95 % av alle observasjoner befinner seg i intervallet 0,34 – 2,04 kg/min.

Utmelkingshastighet påvirkes i stor grad av daglig melkeytelse og mengde per melking. Disse to egenskapene har en høy fenotypisk korrelasjon med utmelkingshastighet, henholdsvis 0,40 og 0,76. Det betyr at utmelkingshastigheten målt som kg/min øker ved økende daglig melkeytelse og mengde per melking. Andre faktorer som påvirker utmelkingshastigheten er tidspunkt i laktasjonen og laktasjonsnummer.

De genetiske analysene var basert på 8 219 observasjoner fra 4 945 kyr for gjennomsnitt utmelkingshastighet for hele eller deler av 305-dagers laktasjon.

Arvegrad for gjennomsnittlig utmelkingshastighet for 305-dagers laktasjon og for ulike intervaller ble beregnet. Arvegraden var 0,29 for 305-dagers laktasjon, noe lavere for perioden 1 – 30 dager i laktasjon (0,22), og så vidt høyere for perioden 31 – 60 dager i laktasjon (0,30). Avlsverdiene for kyr med data var normalfordelt og varierte fra -0,30 til 0,44.

Det blir registrert store mengder data i melkeroboter, og dette har et stort potensiale for bruk i avlsarbeidet. Den høye beregnede arvegraden for utmelkingshastighet også på korte tidsintervall viser at utmelkingshastighet kan registreres i et tidlig stadium i 1.laktasjon, og seminokser vil få mange døtre med observasjoner ved tidspunkt for avkomsgransking. Dette vil gi økt sikkerhet på avlsverdier.

## **Abstract**

So far, no investigations in milk speed amongst Norwegian Red Cattle (NRF) based on data from milking robots have been done. Currently, milking speed is registered by the farmer in the Norwegian Dairy Herd Recording System as fast, normal or slow. The objective with this thesis was to gather data from milking robots and look into different measurements for milking speed, what factors affect it and to estimate heritability for milking speed in NRF.

Data was collected from 46 farms with DeLaval milking robots, and information about the herds were collected from the Norwegian Dairy Herd Recording System. A total of 4,981 cows and 1,564,598 observations were included in the final dataset.

Box time – the span of time from when the cow entered the box to when she left it - was used and average milking speed calculated as the milking yield divided by the box time. Average milking speed for Norwegian Red was 1.48 kg/min. 95% of all observations were between 0.34 and 2.04 kg/min.

The main factors that affect milking speed are daily milk yield and yield per milking. These two traits have a high phenotypic correlation with milk speed, 0.40 and 0.76 respectively. That means that milking speed measured in kg/min increases with increasing daily milk yield and yield per milking. Other factors which affect milking speed are stage in lactation and lactation number.

The genetic analysis was based on 8,219 observations from 4,945 cows for average milking speed from both the entire 305-day lactation and from intervals within it.

Heritabilities for average milking speed for a 305-day lactation and for different intervals were measured. Heritability was 0.29 for 305-day lactation, a bit lower for the intervall 1 – 30 days post-calving (0.22), and a bit higher for the intervall 31 – 60 days post-calving (0.30). Estimated breeding values for cows with data were normally distributed and varied between -0.30 and 0.44.

Large amounts of data are stored in milk robots daily, and has a huge potential for use in breeding work. The high estimated heritability for milking speed, especially for short intervals, shows that milking speed can be registered at an early stage in the first lactation, and test bulls could have many daughters with observations at the time of progeny testing. This has potential to increase the accuracy of estimated breeding values.

# Innhold

1.0 Innledning.....	1
2.0 Melkenæring i utvikling .....	3
2.1 Avlsarbeidet til NRF .....	3
2.2 Utmelkingshastighet.....	4
2.3 Melkeroboter .....	7
2.4 Data fra melkerobot.....	9
2.5 Bruk i avlsarbeidet.....	10
3.0 Material og metode.....	11
3.1 Besetningene .....	11
3.2 Datautplukkene.....	14
3.2.1 Definisjon av begreper brukt i beskrivelser av data .....	15
3.2.2.Rådata historikk.....	15
3.2.3 Utplukkskriterier .....	20
3.2.4 Svakheter og problemer knyttet til variablene.....	20
3.3 Beskrivelse av analysert datasett .....	23
3.4. Data brukt til genetisk analyse .....	24
3.5 Slektskap .....	25
3.6 Model .....	25
3.7. Arvegrad og gjentaksgard .....	27
4.0 Resultater.....	28
4.1 Utmelkingshastighet hos NRF.....	28
4.2 Faktorer som påvirker utmelkingshastighet .....	29
4.2.1 Effekt av tid i laktasjonen.....	29
4.2.2 Effekt av laktasjonsnummer .....	32
4.2.3 Sammenheng med melkemengde.....	33
4.2.4 Andre faktorer .....	35
4.3 Arvegrad og gjentaksgard .....	36
4.4 Avlsverdier .....	37
5.0 Diskusjon.....	39
5.1 Definisjon av utmelkingshastighet .....	39
5.2. Faktorer som påvirker utmelkingshastighet .....	39
5.2.1 Sammenheng med tid i laktasjonen.....	39
5.2.2 Sammenheng med laktasjonsnummer .....	41
5.2.3 Sammenheng med melkemengde .....	42

5.2.4 Andre faktorer .....	42
5.3 Arvegrader og gjentaksgard .....	43
5.4. Avlsverdier .....	44
5.5 Feilkilder og begrensninger .....	44
5.6 Fordeler og ulemper med ulike mål på utmelkingshastighet.....	45
5.7 Videre arbeid og anbefaling .....	46
6.0 Konklusjon .....	47
7.0 Referanser.....	48

## 1.0 Innledning

I norsk landbruk har det vært stor utvikling og omlegging de senere årene. Krav om at storfe skal holdes i løsdrift, økt krav til effektivitet og større press for å oppnå økonomisk profitt har ført til nedlegging av små gårdsbruk og en reduksjon i antall melkekyr på 100 000 de siste 20 år (TINE 2013b). Antall årskyr per besetning har, etter å ha vært stabilt gjennom hele 80 og 90-tallet, økt fra 15,2 i 2002 (TINE 2003) til 23,6 i 2012 (TINE 2013a). Denne økningen i bruksstørrelse kommer som en følge av de økte kravene, og gjør at bønder satser og investerer mer i store, nybygde fjøs med økt grad av mekanisering. En av de store mekaniseringene i melkeproduksjonen er melkeroboten.

De økte kravene til økonomisk utbytte, press på effektivisering og samt dyrevelferdsmessige krav gjør at bønder satser og investerer mer i store, nybygde fjøs med økt grad av mekanisering. En av de store mekaniseringene i melkeproduksjonen er melkeroboten.

Den første melkeroboten i Norge ble satt i drift i år 2000. Etter en voldsom økning de senere årene er det i dag minst 1 200 melkeroboter i norske fjøs og omtrent 50 – 60 000 kyr melkes daglig av en melkerobot (TINE 2013b). Helsetjenesten for Storfe (2013) anslår dette til å tilsvare 1/3 av melkevolumet i Norge. På tross av en forventet nedgang i antall melkebruk er det ventet en fortsatt økning i antall solgte melkeroboter.

En melkerobot registrerer og lagrer store mengder data og er derfor en kilde til et enormt datamateriale. Melkeroboten lagrer informasjon om hvert besøk kua gjør, her registreres blant annet tidsbruk og melkemengde. Det er kontinuerlig informasjon om akkumulerende produksjon, dyreflyt og kutrafikk, og det kan blant annet reguleres hvor ofte kua får melketillatelse.

Data fra melkeroboter har så langt ikke blitt brukt til forskningsformål eller avlsarbeid i Norge. På tross av at melkemengde registreres automatisk, legger de fleste besetningene fortsatt inn melkemengder manuelt i Kukontrollen. Direkte kommunikasjon mellom besetningsstyringssystemer og Kukontrollen vil kunne gagne avlsarbeidet i stor grad da dette vil gi tilgang til svært nøyaktige objektive data om hver enkelt ku. Dette kan gi mer nøyaktige fenotyper, økte arvegrader og økt sikkerhet på avlsverdier på egenskaper relatert til melkemengde og utmelkingshastighet, men også jureksteriør og lynne.

Arvegrader basert på enkeltstående observasjoner varierer i litteraturen fra 0,10 – 0,28 (Luttinen & Juga 1997; Rensing & Ruten 2005). Gäde et al. (2007) fant en arvegrad på 0,42

gjennom å estimere arvegraden fra gjentatte data. I studier hvor data fra melkerobot er benyttet, er arvegrad for utmelkingshastighet blitt estimert til 0,55 - 0,63 (Byskov et al. 2012; Gäde et al. 2006).

Flere studier er enige om at utmelkingshastighet er en sammensatt egenskap og er relatert til flere ulike faktorer, blant annet fyllingsgrad i juret, stimulitid, antall daglige melkinger og ytelsesnivå (Sandrucci et al. 2007). Det er også antydninger om at utmelkingshastighet endres med laktasjonsnummer Meyer og Burnside (1987) har funnet at utmelkingshastighet kan endres med laktasjonsnummer. En rekke studier har konkludert med at utmelkingshastighet er en optimumsegenskap, og at det ikke er ønskelig med hverken for rask eller seint utmelkingshastighet (Gäde et al. 2007; Luttinen & Juga 1997; Zwald et al. 2005).

Målet med denne oppgaven var å vurdere ulike mål for utmelkingshastighet basert på data fra melkeroboter av typen DeLaval. Det var et mål å beskrive hvordan utmelkingshastighet varierer blant Norsk Rødt Fe (NRF), undersøke hvilke faktorer utmelkingshastighet påvirkes av samt estimere en arvegrad for egenskapen for hele og deler av laktasjonen.

I tillegg var det et mål å beskrive datamateriale for å vise potensialet den enorme mengden informasjonen som daglig lagres i melkeroboter har. I fremtiden kan data fra melkeroboter utnyttes til erstatte dagens subjektive mål på utmelkingshastighet med nøyaktige og objektive mål.



## 2.0 Melkenæring i utvikling

### 2.1 Avlsarbeidet til NRF

Det er i dag cirka 238 000 melkekyr i Norge, og av disse er omtrent 95 % NRF eller NRF-kryssinger (TINE 2013b). Ei NRF-ku melket i gjennomsnitt 7 303 kg melk og gjennomsnittlig besetningsstørrelse var 23,6 årskyr i 2013 i følge oppdaterte tall fra Kukontrollen (TINE 2013a).

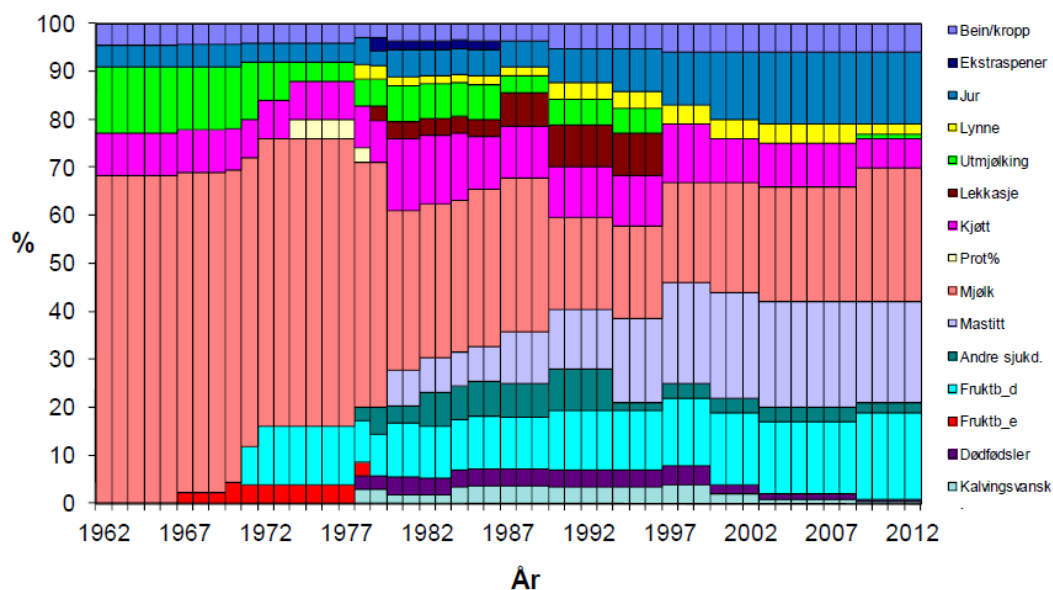
Grunnlaget til NRF som rase ble startet i 1935 av Avlslaget for Hedemarksfe, da det var ønskelig å hente godt avlsmateriale uavhengig av rase (Geno 2012). Tidlig på 1960-tallet var det en økende andel NRF, og de seks store raselagene som da fantes slo seg sammen og dannet organisasjonen NRF. Systematisk avl med de opprinnelige norske rasene ble da startet, med ønske om å drifte en frisk og funksjonell rase som var god på både melk og kjøtt. I tillegg ble det hentet noe avlsmateriale fra utlandet for å øke avlsframgangen. Som en følge av dette er NRF i dag det som kalles en kombinasjonsrase (Geno 2012).

Fra starten var det viktig å ha et bredt avlsmål for å oppnå det ønskede resultatet. I dag er NRF kjent for sitt brede avlsmål hvor både produksjon av kjøtt og melk, gode bein, funksjonelt jur, godt lynne, god fruktbarhet og helse er inkludert. For å opprettholde et effektivt avlsarbeid for dette brede avlsmålet er det viktig med stor oppslutning til Kukontrollen. Kukontrollen samler all data fra melkekyr i Norge, og 98,5 % av alle melkeprodusenter er medlemmer i Kukontrollen (TINE 2013a). Tabell 1 viser vektlegginga av egenskapsgruppene i samla avlsverdi til NRF.

Tabell 1. Vektlegging av de ulike egenskapene i samla avlsverdi til NRF i % (Geno 2009b).

Egenskap	Vektlegging
Melk	28
Mastitt	21
Fruktbarhet	18
Jur	15
Bein	6
Kjøtt	6
Lynne	2
Andre sykdommer	2
Utmelking	1
Kalvingsvansker	0,5
Dødfødsler	0,5

På 60-tallet var melk, kjøtt, utmelking, jur og bein/kropp egenskapene i avsmålet (Figur 1). Siden den gang har avlsmålet blitt revidert flere ganger, og flere egenskaper har kommet til. Dagens avlsmål for NRF ble sist endret i desember 2008 (Geno 2009a).



Figur 1. Vektlegging av egenskapene inkludert i samla avlsverdi for NRF i perioden 1962 - 2012

Langsiktig arbeid med brede avlsmål har gitt gode resultater, og er en årsak til at NRF i større grad blir etterspurt utenfor landegrensene (Geno 2009b). Melkeprodusenter i Europa og Nord-Amerika krysser inn NRF for å forbedre fruktbarhet og helse relaterte egenskaper (Geno 2006).

## 2.2 Utmelkingshastighet

Utmelkingshastighet forteller hvor raskt juret tømmes for melk. Dette er en viktig egenskap og har stor sammenheng med lekkasje og risiko for mastitt (Sivertsen 2011).

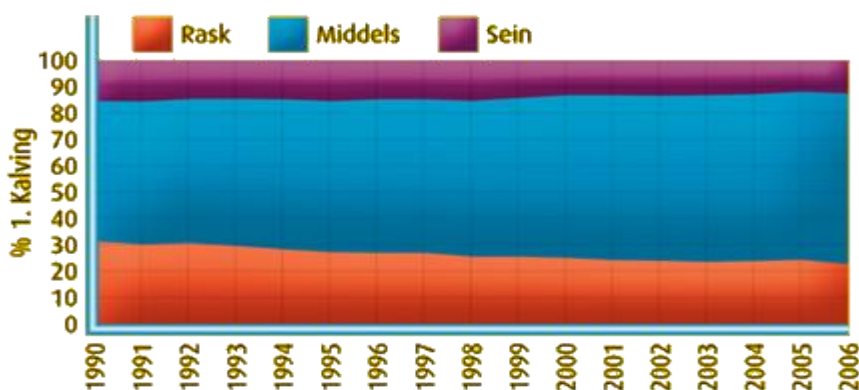
Utmelkingshastighet er en optimumsegenskap, og i den forbindelse er det verken ønskelig med for lav eller for høy utmelkingshastighet (Gäde et al. 2007; Luttinen & Juga 1997; Zwald et al. 2005). Lav utmelkingshastighet er uøkonomisk da bonden bruker en lengre tid på melking. Høy utmelkingshastighet gir økt risiko for mastitt, høyere celletall og har en høy korrelasjon med lekkasje (Boettcher et al. 1998; Luttinen & Juga 1997; Sivertsen 2011). Egenskapen er særlig viktig i besetninger med melkerobot da kyr med sein utmelkingshastighet vil oppta melkeroboten lengre enn andre kyr, og gjør melkinga mindre effektiv.

Utmelkingshastighet som egenskap kan registreres både subjektivt og objektivt. Subjektive mål er basert på bondens oppfatning om hver enkelt ku sin utmelkingshastighet, og er en

klassevariabel, ofte i tre eller fem ulike klasser fra «sein utmelking» til «rask utmelking». Objektive mål baseres på mål gjort av fagpersonell med ulike mekaniske måleinstrumenter. Dette kan gjøres ved å måle 2-minuttermelk og total melketid, det vil si melkemengde de første 2 minuttene etter påsett sammen med total melketid. I dag kan objektive mål også hentes fra melkeroboter og andre melkesystemer som lagrer melkemengde i en database. På denne måten kan det hentes gjentatte mål på utmelkingshastighet, og målet blir mer presist enn en enkeltmåling på utmelkingshastighet eller bondes subjektive mål.

Sammen med melk, kjøtt, jur og bein/kropp var utmelkingshastighet blant de fem egenskapsgruppene som ble inkludert i det samlede avlsmålet ved starten på avlsarbeidet for NRF (Figur 1). Utmelkingshastighet ble vektlagt med omlag 14 % helt frem til 1972 da den over flere år ble gradvis redusert til 4 % frem til 1978 hvor den igjen fikk økt vektlegging. I 1997 ble utmelkingshastighet sammen med lekkasje tatt ut av avlsmålet da balansen med egenskapen lekkasje var god nok på populasjonsnivå (Figur 1). Både utmelkingshastighet og lekkasje ble fortsatt registrert for å holde kontroll på utviklingen i egenskapene. I 2009 ble utmelkingshastighet igjen tatt inn i avlsmålet som et ønske fra næringen grunnet den økte andelen melkeroboter i norske fjøs (Geno 2009c).

Registrering av utmelkinghastighet har en lang historie, og ble startet allerede i 1955. Frem til 1989 var utmelkingshastighet en del av den utvidede kvigevurderinga, og en kontrollør målte påsettingstid og melkemengde de første to minuttene (Steine 1988). Siden 1989 har utmelkingshastighet blitt registrert av bonden selv med en subjektiv vurdering om kviga er rask, middels eller sein til å melke. Utmelkingshastighet er dermed fortsatt en del av kvigevurderinga. Figur 2 viser at utviklinga i utmelkingshastighet har vært stabil de siste 20 årene (Geno 2009c)



Figur 2. Utvikling i fordeling av utmelkingshastighet i kategoriene rask, middels og sein i perioden 1990 – 2006 (Geno 2009c).

Andelen kyr registrert med middels utmelkingshastighet har hatt en svak økning. Andel kyr med rask og sein utmelkingshastighet har minket noe. En ulempe ved at bonden registrerer utmelkingshastighet er at det er et veldig subjektivt mål. Det en bonde mener er rask utmelkingshastighet trenger ifølge en annen bonde ikke være rask. Andre faktorer kan også spille inn når utmelkingshastigheten skal registreres, som for eksempel melkemengde og «trynefaktor» på kua. Det kan tenkes at en bonde er mer tilbøyelig til å dømme ei ku sein om hun for eksempel er urolig, har mange avspark, i forhold til at hun er eksemplarisk. Likevel har studier vist at subjektivt målt utmelkingshastighet av bonden selv har gode genetiske korrelasjoner med objektive mål (Rensing & Ruten 2005).

Det er ikke tidligere beregnet gjennomsnittlig utmelkingshastighet blant NRF-kyr. En studie gjort av Gäde et al. (2007) rapporterte en utmelkingshastighet på 2,3 kg/min på Tysk Holstein. Tancin et al. (2006) fant like resultater for kyr i 3.laktasjon, noe lavere for kyr i 1. og 2.laktasjon.

Utmelkingshastighet påvirkes av mange ulike faktorer, blant annet er det blitt påvist at utmelkingshastighet endres avhengig av tidspunkt i laktasjonen (Gäde et al. 2007; Mayer et al. 1991), dager i melk og maks melkestrøm under melking (Sandrucci et al. 2007). Det er derfor grunn til å tro at dette er faktorer som også påvirker gjennomsnittlig utmelkingshastighet hos NRF.

Utmelkingshastighet som egenskap er middels arvbar og kan måles både subjektivt og objektivt basert på et eller flere, gjentatte mål. Tidligere studier har vist variasjoner i arvegrader fra 0,10 – 0,63 (Boettcher et al. 1998; Byskov et al. 2012; Gäde et al. 2006; Gäde et al. 2007; Luttinen & Juga 1997; Rensing & Ruten 2005; Rupp & Boichard 1999; Sprengel et al. 2001). Imidlertid er tallene basert på ulike målemetoder. På grunn av den store variasjonen i målte arvegrader sammenlignet Rensing og Ruten (2005) og Rupp og Boichard (1999) objektive målinger utført med stoppeklokke eller ulike automatiske målere med bondens subjektive mening. I studien til Rensing og Ruten (2005) ble arvegraden til utmelkingshastighet estimert til 0,10 for enkeltmålinger utført av bonden, mens gjentatte mål med måleapparatet LactoCorder gjennom førstelaktasjon fikk ut en arvegrad på 0,28. Imidlertid var det en høy genetisk korrelasjon mellom de to målene (0,79), og det ble konkludert med at mål utført av bonden er verdifulle data for genetisk evaluering av utmelkingshastighet hos seminokser.

En studie utført i Østerrike og de to tyske regionene Baden-Wuerttemberg og Bavaria av Sprengel et al. (2001) har kartlagt hvordan utmelkingshastighet hos Simmental registreres i disse områdene og funnet arvegrad for de forskjellige regionene. I Østerrike registreres utmelkingshastighet mellom dag 30 og 200 i første laktasjon av eget målepersonell, mens for Simmentaler i Baden-Wuerttemberg registreres utmelkingshastighet mellom dag 50 og 180 i første laktasjon. I Bavaria testes kun døtre av ungekøyer, og da med hjelp av LactoCorder (Sprengel et al. 2001). For disse tre gruppene var arvegraden forholdsvis lik, (0,28 – 0,37) og estimerte genetiske korrelasjoner mellom gruppene var høye, hele 0,93 for Østerrike og Baden-Wuerttemberg og 0,84 mellom Baden-Wuerttemberg og Bavaria.

Fyllingsgrad i juret, stimulitid, antall daglige melkinger, ytelsesnivå og sted i laktasjonen er alle faktorer som påvirker gjennomsnittlig utmelkingshastighet. (Gäde et al. 2007; Sandrucci et al. 2007). Litteraturen spriker noe, men det antydes at utmelkingshastighet også endres med laktasjonsnummer (Meyer & Burnside 1987; Sandrucci et al. 2007). Tancin et al. (2006) konkluderte at laktasjonsnummer ikke påvirker verken maks melkestrøm eller gjennomsnittlig utmelkingshastighet, men at laktasjonstidspunkt er en signifikant effekt på utmelkingshastighet på både jur og kjertelnivå. Utmelkingshastighet varierte fra 1,99 kg/min, 2,14 kg/min til 2,29 kg/min fra 1. til 3.laktasjon, men forskjellene var ikke signifikant. I tillegg viste den at utmelkingshastigheten er raskere på morgenmelking i forhold til kveldsmelking (Tancin et al. 2006). Pearson et al. (1979) fant også høyere utmelkingshastighet på morgenmelking i forhold til ettermiddagsmelking. Dette kan sannsynligvis relateres til en tregere nedgivingsrefleks ved korte melkeintervall og at den indueres lettere ved høy grad av jurfylling. Bruckmaier og Hilger (2001) foreslår derfor å legge inn ulik tid på stimulering og formelking etter forventet melkeytelse.

### **2.3 Melkeroboter**

Melkeroboten har vært en stor revolusjon og arbeidslettelse i norske fjøs. Melkeroboten tillater mer fleksibilitet til fjøstider, og bonden står i større grad friere til å tilpasse fjøstider til andre gjøremål. DeLaval og Lely er de ledende melkerobotene på markedet i Norge. DeLaval har til nå solgt i overkant 700 melkeroboter (Risa 2013, pers. com.) og Lely har solgt i underkant av 500 melkeroboter (Hauge 2013, pers. com.). Antallet er ventet å fortsette å stige.

Melkeroboten erstatter bonden som melker og holder oversikt over når hver enkelt ku sist var inne til melking. Den utfører individuell melking av jurets fire kjertler. I melkeprosessen inngår speneklargjøring med vasking, stimuli, forhåndsutmelking og spraying av spenene med

spenespray etter endt melking (DeLaval 2012). Underveis i melkingen registreres en hel rekke mål til enhver tid, blant annet melkestrøm, total melkemengde for melkingen og tidsbruk. Tidsbruk er total tid kua oppholder seg i melkeroboten. Melkeroboten tar av spenekoppene automatisk når melkestrømmen innen hver kjertel når et visst nivå. Normalt vil DeLaval melkeroboter ta av spenekoppen når melkestrømmen kommer under 210 ml/min per kjertel (Risa 2013, pers com). Bonden kan endre spenekoppavtak til lavere eller høyere melkestrøm. Dette betyr at melkingen kan tilpasses hver enkelt kjertels produksjon, og mengde restmelk blir redusert. Studier har vist lengre melketid og høyere gjennomsnittlig utmelkingshastighet for bakspener i forhold til framspener (Weiss et al. 2004).

Melkeroboten utfører hovedvask av anlegget til gitte tider av døgnet, samt at den skyller melkeorganet innvendig og utvendig etter hver ku (DeLaval 2012). Melkeroboten skiller automatisk ut råmelk, penicillinholdig melk og annen melk som bonden av ulike årsaker ikke vil ha på melketanken. Dette er forutsatt at bonden har registrert at kua har råmelk/penicillinmelk i tillegg til å gi melketillatelse til kua.

Som et kvalitetsmål måler melkeroboten melkas elektriske konduktivitet og eventuelle blodspor ved hver melking, og skiller ut melk som overstiger oppgitt kvalitetskrav. Elektrisk konduktivitet er en indikatoregenskap for mastitt, og påvirkes av jurhelsestatusen til kua (Norberg et al. 2004). Elektrisk konduktivitet er et mål på et stoffs evne til å lede elektrisitet, og melkas elektriske ledningsevne vil øke ved forhøyet celletall og mastitt på grunn av økt konsentrasjon av  $\text{Na}^+$  og  $\text{Cl}^-$  (Norberg et al. 2004). Bonden kan sette maksgrense for hvilken konduktivitet som går på melketanken. For melk som skilles ut kan bonden gå inn i ettertid og avgjøre i den enkelte situasjon om melka skal på melketanken eller ikke.

Kapasiteten til en melkerobot kan måles ut fra mange ulike faktorer. Både dyremateriell og innstilling til bonden vil i stor grad virke inn. I en besetning kan 65 kyr være nok, andre besetninger kan klare opp mot 85 kyr før det går på bekostning av antall besøk ei ku kan gjøre og deretter ytelse (Risa 2013, pers.com). En rekke studier har vist at økt antall melkinger gjennom døgnet vil gi en økt melkemengde (Erdman & Varner 1995; Løvendahl & Chagunda 2011).

Melkeroboten vil gi beskjed når ei ku ikke har besøk roboten innen en viss tidsperiode. Tidspunkt i laktasjonen, alder og forventet melkemengde er faktorer som er med å bestemme tidsintervallet mellom en melking og når neste melketillatelse skal gis. Ei ku som oppsøker

melkeroboten før det gitte tidsintervallet har gått, vil ikke få tilgang. Dette er for å hindre kyr i å oppsøke melkeroboten for ofte, da hyppige besøk setter ned robotens kapasitet.

En annen grunn til å sette minimumskrav til melkingsintervall er at for hyppige melkinger kan gi økt andel frie fettsyrer i melka (Wiking et al. 2006). Den økte andelen frie fettsyrer kommer av lite melk i hver melking gir større melkefettglobuler med en svakere beskyttelsesmembran som lett blir ødelagt. Det frie fett er da mer mottakelig for lipolyse (fettspalting) som gir frie fettsyrer og usmak på melka (Wiking et al. 2006).

Tidligere melketillatelse enn normalt vil bli gitt om den forrige melkinga til ei ku ikke var fullstendig. Det vil si at mengden kua ga ved forrige melking avvek for mye i forhold til forventet melkemengde. Forsøk har også vist at kyr forlater roboten raskere ved en fullstendig melking i forhold til om melkinga var ufullstendig (Jacobs et al. 2012).

Faktorer som påvirker tida kua bruker i roboten er utmelkingshastighet, lynne, avspark og om juret er dårlig tilpasset roboten. Melkeroboten benytter laserstråler og lagrede koordinater til å finne spenene på den enkelte kua. Køer forårsaket av kyr som melker seint, er urolige, får ufullstendige melkinger eller med dårlige «robotjur» vil være uønsket. Også andre faktorer som påvirker tiden kua opptar roboten er uønsket. Dyr som gjentatte ganger oppsøker roboten uten melketillatelse stjeler mye tid og kapasitet hos melkeroboten. Besetninger med høyt belegg på melkeroboten er spesielt avhengig av jevn og god flyt gjennom døgnet for å hindre «korker» der mange dyr ønsker å melkes til samme tid.

## **2.4 Data fra melkerobot**

DelPro er en programvare som benyttes i besetninger med melkerobot, og som lagrer informasjon om melkingen. I dag er det slik at alle besetninger som overfører data fra DelPro melkeroboter til Kukontrollen er synkronisert med Kukontrollens kodesett. For slik overføring hentes data fra DelPro og lastes inn i Kukontrollen og bekreftes der. Det er fortsatt veldig mange som rapporterer manuelt, og disse kan ha ulike, ikke-samsvarende koder i forhold til Kukontrollen. TINE jobber i dag med å få på plass et system for direkte kommunikasjon mellom besetningsstyringssystemer, som melkeroboter, og Kukontrollen. For områder innen besetningsstyring og rådgivning hos den enkelte besetning kan data enklere benyttes.

## 2.5 Bruk i avlsarbeidet

Det benyttes flere ulike subjektive og objektive mål på utmelkingshastighet i de ulike landene, og det er også forskjeller innad i land. I Norge registreres utmelkingshastighet subjektivt på en skala fra 1 – 3, der 1=rask, 2=middels og 3=sein utmelkingshastighet.

Det har også vært brukt større skalaer, blant annet i Tyskland (Sprengel et al. 2001) har det vært brukt en skala fra 1 – 9 hvor 9=rask, men det antydet å gå ned til en skala fra 1 – 5 da en skala fra 1 – 9 er vanskelig å utnytte fullt ut for bønder. Andre land har tidligere benyttet egne målere til å utføre objektive målinger, da gjerne i form av å registrere 2-minutters melk (Meyer & Burnside 1987).

Tidligere undersøkelser har vist at bondens subjektive mål gir noe lavere arvegrad for egenskapen i forhold til objektive mål (Sprengel et al. 2001). På tross av dette gir subjektive mål nyttig informasjon for beregning av avlsverdier på utmelkingshastighet på grunn av en høy genetisk korrelasjon (0,79) egenskapene mellom (Rensing & Ruten 2005). Allikevel viser nyere forskning at arvegrader på utmelkingsegenskaper øker betraktelig når det blir benyttet gjentatte observasjoner fra melkerobot (Byskov et al. 2012; Gäde et al. 2006). Det kan derfor forventes at direkte overføring av et objektivt mål, gjerne på et gitt tidspunkt i laktasjonen, etter all sannsynlighet vil øke arvegraden på egenskapen, også i Norge. I tillegg vil det også spare bonden for arbeid. Før dette settes i verk burde det bli vurdert til hvilken tid eller hvilket tidsrom i laktasjonen det er ønskelig å hente ut utmelkingshastighetsdata. Det er sannsynligvis ikke nødvendig å benytte data fra hver enkelt melking gjennom hele laktasjonen, og dette ville også gitt en enorm datamengde.



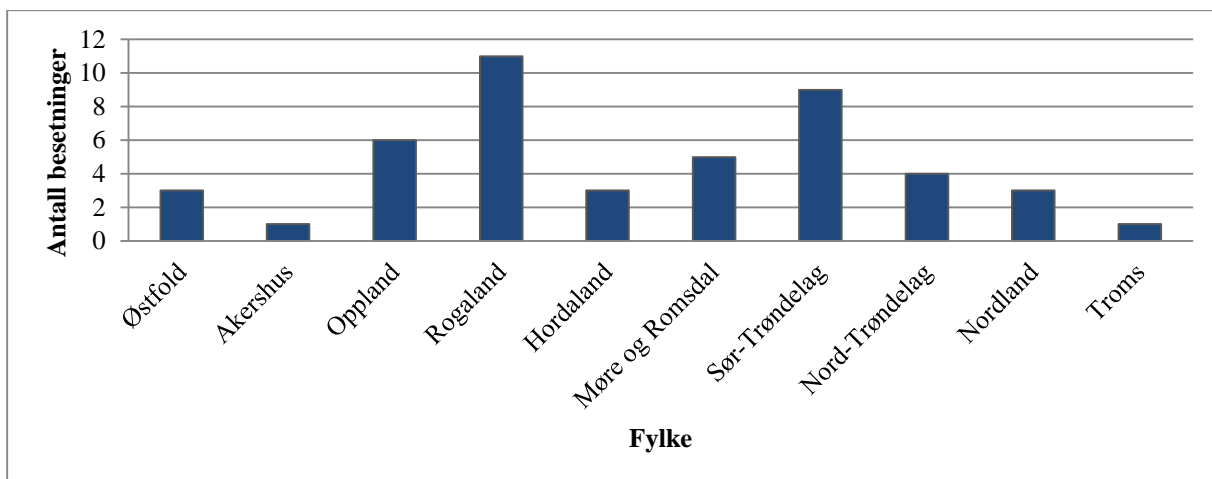
## 3.0 Material og metode

### 3.1 Besetningene

Data ble hentet fra 46 besetninger med melkerobot av typen DeLaval, og som har både programvaren DelPro 3.5 og LogMeIn installert (Olsen 2013, pers. com.). DelPro 3.5 er programvaren som brukes i melkeroboten, og LogMeIn er en programvare som tillater fjerntilkobling til melkeroboten. En kan da sitte hvor som helst når en logger seg inn på melkeroboten, så lenge en har fungerende internettilkobling både på egen pc og pc koblet til melkeroboten. Alle nye melkeroboter får automatisk LogMeIn installert, og en del eldre besetninger har ved oppgradering av systemet også fått det i senere tid.

DeLaval bidro med en liste over alle besetninger i Norge med disse to programvarene installert, 131 besetninger totalt (pr medio april 2013) (Olsen 2013, pers. com.). Det var ikke oppgitt hvor lenge besetningene hadde hatt melkerobot installert. Det ble satt krav om at besetningen måtte ha hatt melkeroboten i drift i minst to år ved utplukk. Det ble forsøkt å inkludere besetninger fra hele landet, men ikke alle fylker hadde aktuelle besetninger.

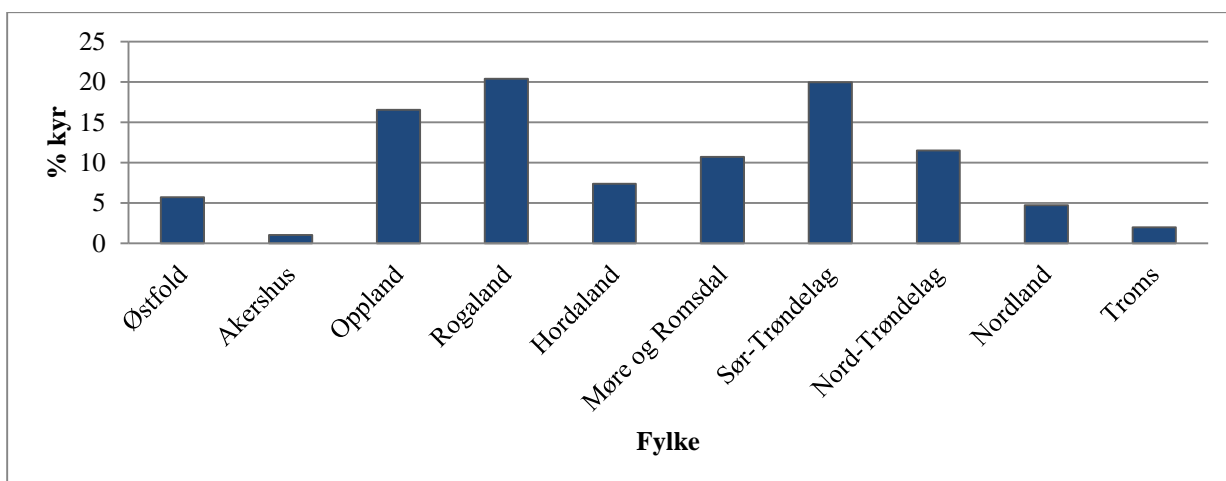
Besetningene ble kontaktet per telefon for å spørre om tillatelse om å hente ut data via LogMeIn. Til sammen 83 besetninger ble kontaktet, 52 besetninger fylte kravet om minst to år i drift. Resterende 31 besetninger var enten besetninger nyoppstartet med melkerobot (<8 måneder siden på kontakttidspunkt), eller skulle få melkerobot installert i nærmeste framtid. Alle 52 besetninger som fylte kravet om deltakelse gav tillatelse til fjerninnlogging og dataoverføring. Det var ønskelig å inkludere minst 2 000 dyr i datamaterialet. Besetningene ble derfor spurt om omtrentlig kutall i besetningen per dags dato for å holde oversikt over antall levende tilgjengelige dyr. Innsamling av godkjennelse fra besetninger ble avsluttet da antall levende dyr passerte 2 500. Det viste seg at 6 av disse 52 besetningene allikevel hadde en eldre versjon av DelPro installert, disse besetningene ble da ekskludert. Til slutt ble det hentet ut data fra 46 besetninger.



**Figur 3. Fordeling av antall besetninger i datasettet på fylke.**

Besetningene var spredt over 10 fylker (Figur 3), med flest besetninger fra Rogaland (11) og færrest besetninger fra Akershus og Troms (1 hver). Fordelingen er i hovedtrekk lik fordeling av melkebruk i Norge (TINE 2013b).

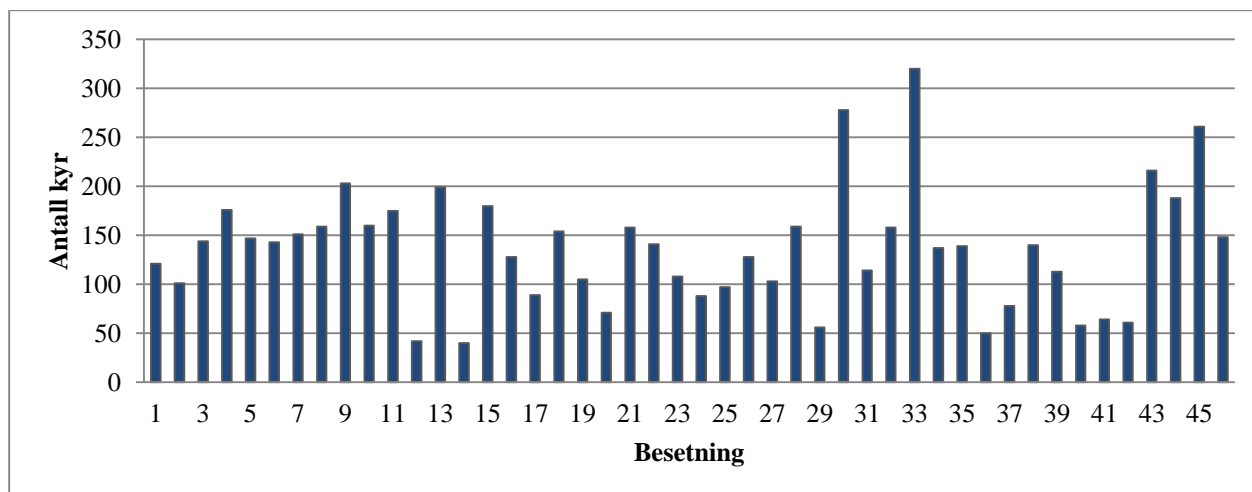
Figur 4 viser prosentvis fordeling av kyr med minst én melkeobservasjon i datasettet på fylke. Det var flest kyr fra Rogaland (20,4 %) og Sør-Trøndelag (20,0 %). Færrest kyr hadde Akershus (1 %) og Troms (2 %). Datamaterialet er representativt for landet, da Rogaland, Oppland og Trøndelagsfylkene har flest kyr (TINE 2013b).



**Figur 4. Fordeling alle kyr med minst en melkeobservasjon på fylke i prosent.**

Hver besetnings bidrag med melkeobservasjoner varierte mellom 0,53 – 4,45 %.

Besetningene hadde mellom 40 (0,6 %) og 320 (5,1 %) kyr med minst én observasjon i datasettet (Figur 5).



Figur 5. Antall kyr med minst en melkeobservasjon for hver besetning.

Det ble hentet generell informasjon om besetningene fra årsoppgjøret 2012 i Kukontrollen. En av besetningene ble det ikke funnet gårdsnummer på. Data fra denne besetningen er utelatt i alle tabeller og figurer som inkluderer data fra Kukontrollen, men er inkludert i beregninger som ikke krever data fra Kukontrollen. Det er ikke kjent hvorfor besetningen ikke ble funnet i Kukontrollen, en årsak kan være at de ikke er medlemmer, en annen årsak er at navn oppgitt i liste fra DeLaval avviker fra navn på bruker/samdrift oppgitt i Kukontrollen. To besetninger hadde ikke rapportert inn nok data til at den hadde årsoppgjør fra Kukontrollen. Oversikt over besetningene hentet fra Kukontrollen er presentert i Tabell 5.

Tabell 2. Årsoppgjør fra Kukontrollen i 2012 for besetningene i datautplukket.

	Antall	Gj.nitt	SD	Minimum	Maksimum	Norge
Årskyr	44	60	18	25	121	23,6*
Ytelse (kg)	44	7 803	864	5 797	9 778	7 303*
Kvote (kg)	45	457 669	123 204	211 539	773 000	.
FS-tall	45	70	30	0	196	49,9 – 67,5**
Semin (%)	45	86	25	9	100	.

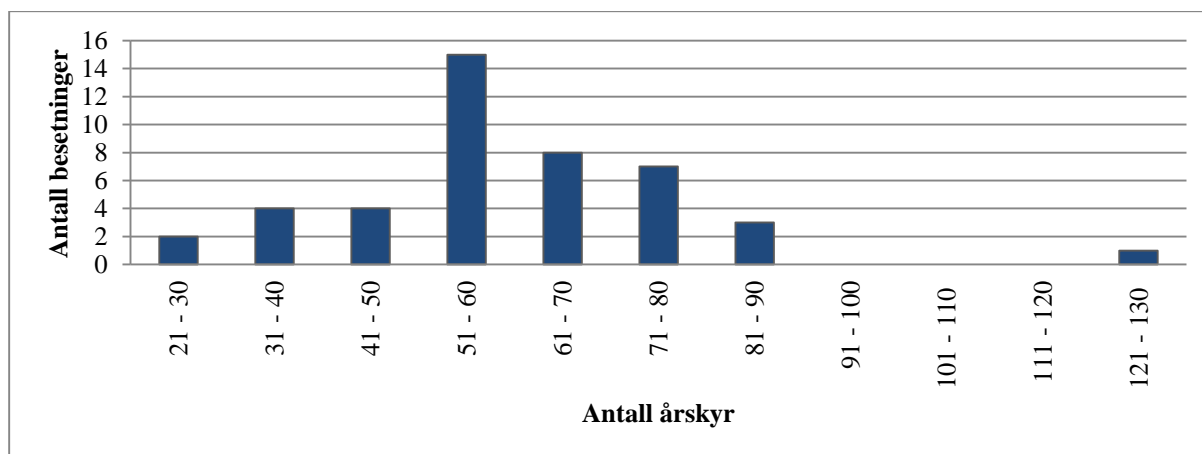
\*(TINE 2013a) \*\* FS-tallet varierer i snitt mellom 49,9 (Østfold) og 67,5 (Buskerud) (Helsetjenesten for Storfe 2013)

Antall årskyr i besetningene varierte fra 25 til 121 med et gjennomsnitt på  $60 \pm 18$ .

Ytelsesnivået varierte fra 5 797 kg til 9 778 kg med et gjennomsnitt på  $7 803 \text{ kg} \pm 864 \text{ kg}$ . Til sammenligning er gjennomsnittlig ytelsesnivå i Norge 7 303 kg. Prosentandel semin varierte fra 9 % til 100 % med et gjennomsnitt på  $86 \% \pm 25 \%$ . FS-tall i besetningene varierte mellom 0 og 196 med et gjennomsnitt på  $70 \pm 30$ . Alle tallene er gjeldende for 2012.

Figur 6 viser fordeling på besetningsstørrelse i antall årskyr i 2012 for de besetningene med årsoppgjør i Kukontrollen. Det var flest besetninger i kategorien 51 – 60 årskyr, 15 besetninger. Deretter kom kategorien 61 – 70 årskyr (8 besetninger) og 71 – 60 årskyr (7

besetninger). En besetning skilte seg ut og var en del større enn de øvrige, med 120,6 årskyr. Besetningene er større enn gjennomsnittlig besetningsstørrelse i Norge på 23,6 årskyr.



Figur 6. Besetningsstørrelse i antall årskyr 2012 for de 44 besetninger med antall årskyr registrert i Kukontrollen.

Tabell 3 viser at 5 raser var inkludert i datasettet, hvorav 95 % var NRF og 3,7 % var kryssingsdyr. Holstein, Brown Swiss og Charolais utgjorde 1 % (Tabell 6). Kun NRF-kyr ble inkludert i beregninger på utmelkingshastighet. Fordeling med 95 % NRF-kyr er lik landsgjennomsnittet for melkekyr (Geno 2010).

Tabell 3. Fordeling raser.

Rase	Antall	%
NRF	5382	95,2
Holstein	42	0,7
Brown Swiss	17	0,3
Charolais	1	0,02
Kryssingsdyr	209	3,7
<b>Totalt</b>	<b>5651</b>	<b>100</b>

### 3.2 Datautplukkene

I DelPro kan det velges ulike typer rapporter. Enkelte variabler kan benyttes i alle typer rapporter, andre variabler finnes kun i enkelte rapporter. Med grunnlag i informasjonen de ulike rapporttypene kunne gi, ble det valgt ut én rapport som ble benyttet til utplukk av datamateriale. Dette var en rapport for historiske. Det ble valgt variabler som kan knyttes opp mot utmelkingshastighet. Det var ikke mulig å legge inn en egen variabel for utmelkingshastighet i kg per minutt. Utmelkingshastighet i kg per minutt bokstid ble regnet ut i ettertid ut fra variablene i rapporten. Bokstid er regnet som den tiden fra kua først blir registrert inn i melkeroboten av en antenne på fôrkrybba, til kua ikke lengre registreres i

boksen av en sensor plassert i midten av melkeroboten. Dette betyr at eventuell tid der kua står og drøyer i melkeroboten etter melking er inkludert, og vil påvirke gjennomsnittlig utmelkingshastighet.

Utplukk av data ble foretatt i perioden 15.05.2013 – 21.05.2013 samt én besetning 19.04.2013. Det ble det hentet ut data for alle kyr, inkludert utrangerte kyr, registrert i tidsperioden 01.04.2011 – 12.05.2013. I besetninger hvor mye data var tilgjengelig (robot hadde vært i bruk lengre enn minimumskravet på to år), ble data hentet helt tilbake til enten 01.01.2010 eller 01.04.2010. Datamaterialet inneholdt én observasjon per ku per dag, og er grunnlaget for resultatene i denne oppgaven.

For å ta ut beskrivende statistikk ble programvaren SAS (SAS 2002-2010) benyttet.

### **3.2.1 Definisjon av begreper brukt i beskrivelser av data**

*Utplukksdag* – Den dagen data ble lastet ned fra den enkelte besetnings melkerobot. Variabler som tar utgangspunkt i utplukksdag er statiske. Innen en besetning vil utplukksdag være den samme, men utplukksdag vil variere mellom besetninger.

*Observasjonsdag* – Den dagen de aktuelle observasjonene er registrert. Variabler som tar utgangspunkt i observasjonsdag er derfor gjeldende for kun en observasjon.

*Raddato* – Den dato som er satt som startdag for en valgt tidsperiode. Dette kan være alt fra tre dager til en måned eller en selvvalgt periode. Det vanlige i rapport for historikk er at raddato regnes for en periode på sju dager, og raddato er siste dag i den perioden. Variabler hvor raddato er i bruk viser utregnede gjennomsnitt.

### **3.2.2.Rådata historikk**

Som generell beskrivende data ble det hentet ut informasjon om dyrenummer, gårdsnummer, offisielt registreringsnummer, besetningsnummer, rase, kuas fødselsdato, alder i dager, måneder og år, laktasjonsnummer, dato for siste kalving og dager i melk. Det ble også hentet opp informasjon om utrangerte kyr. Gårdsnummer og offisielt registreringsnummer gir mulighet for kobling av data mot data fra Kukontrollen.

*Utplukk for historikk omfattet følgende variabler:*

*Dato* – Angir dato observasjonen er gjort. Denne rapporten inneholder en observasjon per dag per ku.

**Dyrenummer** – Kuas øremerkenummer.

**GUID** – Gårdsnummer, produsentnummer i Norge, 8 siffer.

**Offisielt registreringsnummer (ORN)** – Kuas offisielle individnummer, 12 siffer hvorav 8 første er produsentnummer.

**Besetningsnummer** – Viser nummer på aktuell besetning om flere besetninger/fjøs ligger inne i samme DelPro-program. I Norge er dette stort sett kun én. Denne variabelen er mer tilpasset store besetninger i utlandet.

**Rase** – Viser hvilken rase kua er registrert som.

**Fødselsdato** – Kuas fødselsdato.

**Alder i dager** - Viser dyrets alder i dager den dagen utplukket ble gjort. Også et utrangerts dyr alder i dager på utplukksdag om det fortsatt hadde vært i live.

**Alder i måneder** - Viser dyrets alder i måneder den dagen utplukket ble gjort. Også et utrangerts dyr alder i måneder på utplukksdag om det fortsatt hadde vært i live.

**Alder i år** – Viser dyrets alder i år den dagen utplukket ble gjort. Også et utrangerts dyr alder i år på utplukksdag om det fortsatt hadde vært i live.

**Er utrangert** – Viser om kua er utrangert fra besetningen. Markers ved «avhakning» ved utrangering. Alle observasjoner fra denne kua får da hake.

**Laktasjonsnummer** – Kuas laktasjonsnummer. Endres ved ny kalving, og vil til enhver tid vise det laktasjonsnummeret som kua befinner seg i på observasjonsdag.

**Dager i melk** – Viser antall dager kua har melket i aktuell laktasjon på observasjonsdag, det vil si antall dager etter kalving. Kalvingsdag er dag 0. Telling starter dagen etter kalving. Tallet fortsetter å gå også i sinperioden. Starter på nytt ved ny kalving. Stopper ved utrangering.

**Dager siden siste kalving** – Angir antall dager siden siste kalving på utplukksdag. Tallet fortsetter å gå ved utrangering.

**Daglig melketid i minutter (MilkDurationInMin)** – Viser total melketid i minutter for gjeldende døgn. Består av de ulike melkesesjonene i, lagt sammen og rundet av til nærmeste

hele minutt. Tidtaking starter når kua er registrert inne i roboten av ei antenne enten på førkrybba eller på utgangsgrinda. Tidtaking stopper når ei fotocelle midt i melkeroboten ikke lenger registrerer at kua er i boksen lengre. Kua vil da være halvveis ut av boksen. Eventuelle besøk i roboten uten melketillatelse er ikke inkludert.

**Melketid (mi:ss)** – Viser melketid i minutter og sekunder på gjeldende dag for melking. Variabelen virket kun i enkelte perioder, ble ikke inkludert i oversikt på grunn av lavt antall registreringer.

**Gjennomsnittlig daglig melkemengde forrige 7 dager (kg)** – Viser gjennomsnittlig total daglig ytelse for hver enkelt ku siste 7 dager. Det vil si ikke inkludert melkemengde på observasjonsdag. Inkluderer melkemengde fra alle melkinger (også ufullstendige). Målet er likt målet «*Gjennomsnittlig daglig melkemengde forrige 7 dager til raddato*».

**Gjennomsnittlig daglig melkemengde forrige 7 dager til raddato (kg)** – Viser gjennomsnittlig total daglig ytelse for hver enkelt ku siste 7 dager frem til raddato (dato valgt som start for periode, dvs de 7 dagene før raddato, melkemengde på raddato er ekskludert). Mengde melk fra alle melkinger (også ufullstendige) er inkludert i dette gjennomsnittet. Målet er likt målet «*Gjennomsnittlig daglig melkemengde forrige 7 dager*».

**Daglig melkemengde (kg)** – Viser melkemengde i kg siste 24 timer. Variabelen virket for enkelte perioder. Totalt 38 % av alle observasjoner med melkedata hadde *daglig melkemengde (kg)* registrert.

**MDi** – MDi er en forkortelse for *Mastitis Detection Index*. En indikator som benyttes for å fortelle om sannsynligheten for at ei ku er frisk eller ikke. Målet beregnes på grunnlag av flere variabler blant annet avvik i konduktivitet, melkingsintervall og eventuelle blodverdier i melka. MDi er et gjennomsnitt for siste 24 timer. Verdien er mellom 1,0 og 4,0. 1,0 angir 100 % normale variabler og en frisk ku. Verdier opp mot 1,8 indikerer fare for noe galt på gang. Over 2,0 er klar indikator for at minst én variabel ikke er normal. MDi er løpende og gjennomsnittet for døgnet oppgis for hver observasjonsdag. MDi beregnes likt som *Siste MDi*.

**Siste MDi** – MDi er forkortelse for *Mastitis Detection Index*. *Siste MDi* beregnes på samme måte som *MDi*. *Siste MDi* viser den siste MDi-verdien kua er registrert med på utplukksdagen, og er lik gjennom hele datasettet.

**Daglige melkinger** – Antall ganger ei ku har besøkt melkeroboten innenfor siste døgn. Alle melkinger inkluderes, også ufullstendige.

**Melkeintervall i timer** – Variabelen viser tid mellom melkinger i avrundet til nærmeste hele time. Variabelen virket ikke.

**Gjennomsnittlig melkeintervall** – Variabelen skal vise gjennomsnittlig intervall mellom melkinger for kua i timer og minutter for en gitt periode. Denne variabelen virket ikke.

**Antall avspark per dag** – Viser sum antall avspark per dag. Både avspark av hele melkeorganet og avspark av en spenekopp regnes med. Spenekoppen vil bli forsøkt påsatt igjen om melkemengde fra kjertelen er mindre enn en oppgitt % for kjertelen, standard er 65 % av forventet melkemengde for kjertelen. Ved et visst antall forsøk på påsett vil roboten gi opp forsøk på nytt påsett. Melkingen blir da registrert som ufullstendig.

**Daglige melkinger med avspark** – Antall melkinger med avspark på observasjonsdag.

**Daglige ufullstendige melkinger** – Viser antall ufullstendige melkinger på et døgn ei ku er registrert med. Ei melking registreres som ufullstendig om mengden i kjertelen er mindre enn 50 % av forventet melkemengde for den aktuelle kjertelen. Melkingen blir aldri registrert som ufullstendig om forventet melkemengde i kjertelen er mindre enn 1 kg eller i tilfeller hvor mengden melket er høyere enn 3 kg. Melkeøkter hvor en spene «ikke blir funnet for melking» registreres også som ufullstendig om melkemengden var mindre enn 0,2 kg. Ufullstendig melking gir kua tidligere melketillatelse enn normalt.

**Mengde/hastighet** – Denne variabelen finnes det ikke forklaring på og den virket heller ikke.

For variabler med lavt antall registreringer er det antatt at dette skyldes at historiske data har blitt borte fra database enten i forbindelse med konvertering til nyere besetningsstyringsprogram eller ved opprensning i databasen for å frigjøre plass (Risa 2013, pers. com.). Dette gjelder variablene *melkemengde (kg)*, *melketid (mm:ss)*, *antall avspark per dag* og *MDi*.

**Følgende variabler ble lagd med utgangspunkt i variabler i historikk**

- **Utmelkingshastighet (kg/min bokstid)** = Gjennomsnittlig daglig mengde forrige 7 dager / Melketid i minutter
- **Kg per melking** = Gjennomsnittlig daglig mengde forrige 7 dager / Antall melkinger



- *Minutt per melking* = Melketid i minutter / Antall melkinger

Beskrivende statistikk for rådatasettet for historikk er presentert i Tabell 4. Observasjoner uten melkedata, det vil si hvor variabelen *Dager i melk < 1* er utelatt.

Tabell 4. Antall observasjoner, gjennomsnitt, standardavvik, minimums- og maksimumsverdier for variablene i datautplukket for historikk.

Variabel	Antall	Gjennomsnitt	Std Dev	Minimum	Maksimum
<b>Alder i dager</b>	2 307 013	1 966	643	593	7 300
<b>Alder i måneder</b>	2 307 013	65	21	19	240
<b>Alder i år</b>	2 307 013	5,5	1,8	2	20
<b>Laktasjonsnummer</b>	2 307 013	2,4	2,8	0	100
<b>Dager i melk</b>	2 307 013	169	117	1	2 416
<b>Dager siden siste kalving</b>	2 305 158	390	310	0	2 601
<b>Daglig melketid i minutter</b>	2 264 648	18,9	7,6	0	136
<b>Gj.snitt daglig melkemengde forrige 7 dager (kg)</b>	2 261 356	25,3	9,0	0	65,3
<b>Gj.snitt daglig melkemengde forrige 7 dager til raddato (kg)</b>	2 264 448	25,3	9,0	0	65,3
<b>Daglig melkemengde (kg)</b>	885 003	25,7	10,1	0	94,1
<b>MDi (Mastitis Detection Index)</b>	877 187	1,1	0,4	-1,0	17,5
<b>Siste MDi (Mastitis Detection Index)</b>	1 937 843	1,3	1,1	-1,0	44,5
<b>Daglige melkinger</b>	2 307 013	1,0	1,3	0	11
<b>Antall avspark per dag</b>	885 003	0,2	1,2	0	15
<b>Daglige melkinger med avspark</b>	2 307 013	0,1	0,4	0	8
<b>Daglige ufullstendige melkinger</b>	2 307 013	0,05	0,3	0	8
<b>Utmelkingshastighet (kg/min bokstid)</b>	2 261 355	1,46	0,59	0	14,9
<b>Kg per melking</b>	884 254	10,8	4,4	0	57
<b>Minutter per melking</b>	884 677	7,4	2,0	2	43

Tabell 4 illustrerer at det er nødvendig å kvalitetskontrollere data før de tas i bruk. Det ble observert en hel rekke variabler som fremstår som svært ulogiske. Eksempler på ulogiske variabler er alder i år, høyeste alder registrert er 20 år. Dette er svært gammelt for ei ku, og det knyttes noe usikkerhet til dette. Gjennomsnittlig alder på kyrne i datasettet er i tillegg hele

$5,5 \pm 1,8$  år, noe som også virker unaturlig høyt. Laktasjonsnummer varierer fra 0 – 100, men gjennomsnittlig laktasjonsnummer er oppgitt å være  $2,4 \pm 2,8$  og mer troverdig.

Maksimum antall dager i melk og dager siden siste kalving er svært høyt, henholdsvis 2 416 og 2 601 dager. 2 416 dager tilsvarer 6,6 år. Disse to maksimumsverdiene stilles det derfor også spørsmålstegn til. Variabelen dager siden siste kalving har også et høyt gjennomsnittlig tall, 390 dager, hvor antall dager i melk gjennomsnittlig ligger på 169 dager. Dette virker troverdig.

Gjennomsnittlig daglig melketid i minutter er noe høyt,  $18,9 \pm 7,6$ , men dette kommer etter all sannsynlighet fra spesifikasjonen på variabelen da tidtaking for melkinger ikke stopper før kua er halvveis ut av roboten. Kua har da mulighet til å bli stående i roboten så lenge hun selv ønsker, og kan gjøre tallet unaturlig høyt. Det var også registrert svært høye gjennomsnittlig utmelkingshastighet, 14,9 kg/min bokstid. Dette er svært høyt og må ansees som feil verdier. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet for alle observasjonene i datasettet var  $1,46 \pm 0,59$  kg/min bokstid.

### 3.2.3 Utplukkskriterier

I Tabell 4 er det registrert en del verdier som er ulogiske. Ved utplukk av data til beregninger/resultater ble følgende 7 kriterier satt:

- Dager i melk  $> 0$  og  $\leq 306$  (85,7 % av alle observasjoner)
- Laktasjonsnummer  $> 0$  og  $\leq 5$  (96,4 % av alle observasjoner)
- Antall melkinger per døgn  $\leq 4$  (99,6 % av alle observasjoner)
- Utmelkingshastighet kg/min  $> 0$  og  $\leq 5$  (99,8 % av alle observasjoner).
- Antall daglige ufullstendige melkinger  $< 1$  (96,8 % av alle observasjoner)
- Daglig melketid i minutter  $< 60$  (99,9 % av alle observasjoner)
- Rase = NRF (96,0 % av alle observasjoner)

Disse kriteriene bidro til å ekskludere data som var ulogisk og ikke relevant. Antall melkeobservasjoner gikk fra 2 307 013 til 1 564 598.

### 3.2.4 Svakheter og problemer knyttet til variablene

*GUID (Gårdsnummer)* – Her var det ingen gjennomgående standard for hvordan variabelen ble brukt. Gårdsnummer varierte fra navn på besetningen (eks: Hansen, Olsen), Farm-705 (11

besetninger), skriften «*Hele Tine produsentnr 12 siffer*» og tall bestående av 8 – 11 siffer. I besetninger hvor tallkoder var angitt som GUID kunne gårdsnummer som regel trekkes ut fra de første 8 siffer, men dette var ikke alltid tilfelle. Endelig gårdsnummer ble hentet fra Kukontrollen ved hjelp av gårdsnavn/navn på samdrift og navn på eier. 45 av 46 besetninger ble funnet. Det ville vært en fordel om det lå inne en fast mal på hva som skal legges inn som gårdsnummer. Variabelen ble manuelt byttet ut med reelt gårdsnummer på alle originalfiler før innlesing i SAS. Dette for å kunne sammenholde data opp mot Kukontrollen.

*Offisielt registreringsnummer (ORN)* – Også her manglet det gjennomgående standard for bruk av variabelen. Det var noe større samsvar i form av flere besetninger som hadde kun siffer i variabelen. Allikevel hadde tre besetninger Alpro-nummer registrert som individnummer (blanding av bokstaver og siffer). Flere besetninger hadde en blanding av Alpro-nummer og bare siffer. Én besetning hadde «*Tine nr 8 siffer*», en besetning hadde en ukjent blanding av bokstaver og siffer, og fire besetninger hadde tall bestående av tre siffer, sannsynligvis ørenummeret til kua. De resterende besetningene hadde rene sifferkoder som bestående av 1 – 15 siffer. Lengde på sifferkode varierte også stort innen besetning. Lange sifferkoder så ut til å bestå av gårdsnummer og dyrenummer. Korte sifferkoder bestod av dyrenummer. Det var ikke mulig å trekke noen konklusjon av hva sifferkodene egentlig betød. Det ville vært en fordel om det lå inne fast mal på hva som kan legges inn som ORN. ORN har i dag ingen verdi som variabel og ble fjernet før innlesning til SAS.

*Besetningsnummer* – Denne er villedende da denne kan tolkes som besetningens gårdsnummer. I utplukket var denne 1 hos alle besetninger. Variabel ble ekskludert etter innlesning.

*Rase* – Det ble ikke sett noen standard for bruk av rasekoder. Ved gjennomgang av rasekoder ble det funnet til sammen 39 ulike rasekoder. Noen rasekoder var mer frekventerte enn andre. Kodene 129 og 320 var de mest frekventerte, henholdsvis 46 og 20 %. Til sammenligning ble det funnet 5 ulike raser i datamaterialet fra Kukontrollen. Det er ingen sammenheng mellom prosentvis fordeling mellom raser sett i forhold til data hentet fra Kukontrollen. Det ville vært fordelaktig om rase registrert i melkeroboten fulgte samme kodesystem som Kukontrollen. Slik den brukes i dag er det ikke noe system. Mange eldre databaser har vært innom ulike versjoner av besetningsstyringsprogrammer, og disse har kunnet legge inn rasekoder på egen hånd. I dag skal alle besetninger som overfører data fra DelPro til Kukontrollen være

synkroniserte med Husdyrkontrollens kodesett, men mange utfører fortsatt kommunikasjon med Husdyrkontrollen manuelt (Risa 2013, pers. com.).

*Alder i år, måneder og dager* – Kuas alder i år, måneder og dager oppgis på dag for utskrift av rapport. Dette er bra for levende dyr. Om en velger å inkludere utrangerte dyr i utskriften på en historisk rapport vil også de få sin alder i år, måneder og dager på utskriftstidspunkt. Dette kan være noe uheldig da gjennomsnittlig alder på dyrene i besetningen vil fremtre som høyere enn virkelig. Det kunne vært en fordel om alder på utrangerte individer stoppet ved utraneringsdato. Det er imidlertid sagt at alder stopper ved utranering i dyrekortet i DelPro (Risa 2013, pers. com.).

*Dager siden siste kalving* – Variabelen gir antall dager siden siste kalving på utplukksdag. Variabelen alene gir ikke noe godt bilde siden tallet fortsetter å gå ved utranering. Vil for dyr som fortsatt er i besetningen fungere som en indikator på utplukksdagen da den indikerer sted i laktasjonen for utplukksdag. Tallet er likt for hele perioden utplukket gjelder for. Variabelen *Dager i melk* er bedre da denne forteller sted i laktasjonen på observasjonsdag.

*Laktasjonsnummer* – De aller fleste individer var oppført med et troverdig laktasjonsnummer. Men likevel var laktasjonsnummer oppgitt 1 – 14, 34 – 38, 87, 99 og 100. Det ville vært fordelaktig om reelt laktasjonsnummer ble oppgitt i melkeroboten. Andel observasjoner i laktasjonsnummer 11 – 100 var svært lite, kun 0,15 %. I beregning av data ble kun observasjoner i laktasjon 1 – 5 benyttet.

*Melketid i minutter (MilkDurationInMin)* – Variabelen viser total tid kua har brukt på melking siste døgn. Her starter tidtakingen når ei antenne på førkrybba eller på utgangsgrinda registrerer kuas halstransponder, dette skjer oftest når kua er i normal posisjon i melkeroboten. Ei fotocelle midt i melkeroboten registrerer om det er ei ku i melkeroboten eller ikke, og når denne ikke lengre registrerer noen ku i melkeroboten vil tidtaking for melketid stoppe. Dette betyr at tidtaking stopper når kua er halvveis ut av melkeroboten, og det er en viss risiko for at det blir registrert lengre melketid enn hva som faktisk er tilfelle om kua blir stående i roboten en stund etter avtak. Målet *Gjennomsnittlig varighet melking siste 7 dager* tar tiden fra kua er identifisert til siste spenekopp er tatt av, og er derfor et bedre mål på melketid, men denne variabelen kunne ikke tas ut i rapporten for historikk.

*Mastitis Detection indicator (MDi, Siste MDi)* – Både *MDi* og *Siste MDi* var oppgitt å skulle være mellom 1,0 og 4,0. Det ble allikevel registrert verdier opp i 17,5 på *MDi* og 44,45 på

*Siste MDi*. Dette kommer trolig fra faktorer som er regnet totalt feil (Risa 2013, pers. com.). Sannsynligvis en måler som har gitt helt feil verdier som grunnlag for utregningene, eventuelt at det har skjedd noe feil i konverteringen av historiske data fra en databaseversjon til en nyere. Verdier utover 1,0 – 4,0 skal ikke sees på som reelle (Risa 2013, pers. com.). Det var 1 125 observasjoner med *MDi* over 4,0, og 15 664 observasjoner for *Siste MDi* over 4,0. De 15 664 observasjonene stammet fra totalt 32 individer. Det kan sees som først nevnte årsak er grunnen til feil verdi på dataene.

*Andre problemer*: Under sammenfletting av data fra melkerobot med slektskapsinformasjon og kalvingsdata fra Kukontrollen ble det funnet duplikater av samme individ. I slektskapsfila ble det funnet tre individnummer som var registrert henholdsvis to, tre og fem ganger hver med ulikt fødselsår. I kalving ble det funnet duplikater av to individer. Disse sto oppført henholdsvis fire og to ganger. Også her var samme individ registrert med flere fødselsår. Dette skapte en del problemer, da det måtte letes grundig for å finne duplikatene. Disse dyrene ble slettet.

Øvrige variabler så ut til å fungere bra. Det var en del variabler som ikke virket, og noen variabler ble oppgitt å ikke virke, men virket allikevel for deler av datasettet da de ble tatt med i utplukket. Ønskede variabler som *melketid (mm:ss)*, *mengde/hastighet*, *melkeintervall* og *melkeintervall i timer* fungerte ikke, men ville vært svært gunstige å inkludere for å sammenligne best mulig mål på utmelkingshastighet.

### **3.3 Beskrivelse av analysert datasett**

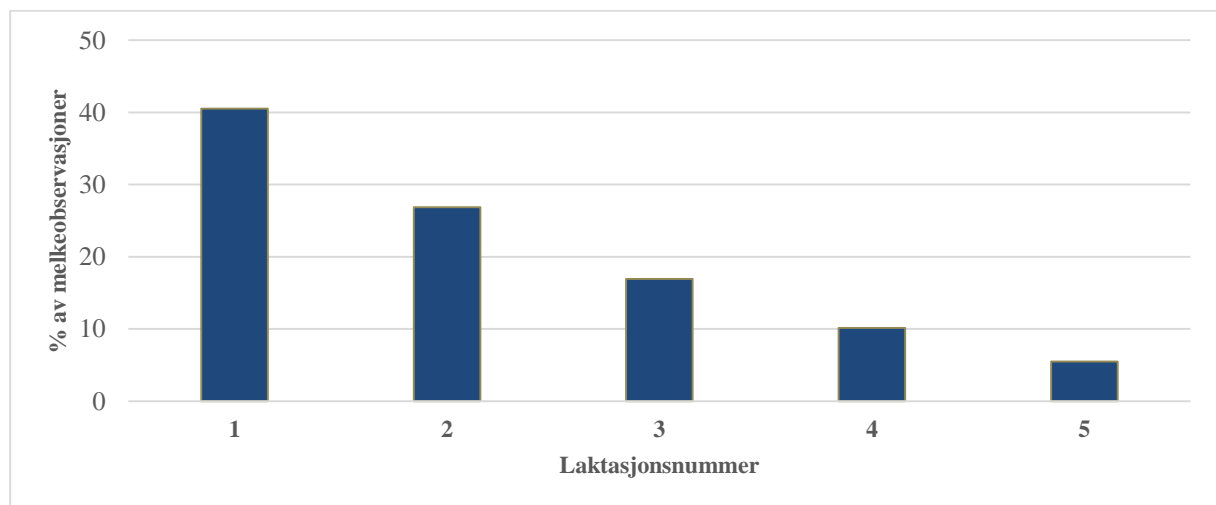
Individ-, kalvings- og laktasjonsopplysninger for alle kyr og årsoppgjør for besetningene ble hentet fra Kukontrollen. Oversikt over antall melkeobservasjoner, kyr med observasjoner, antall okser representert og antall besetninger er gitt i Tabell 6. Rådatamaterialet for historikk bestod av individer med totalt 2 589 797 observasjoner. Alle dyr uten melkedata registrert ble ekskludert og det gjensto 2 307 013 observasjoner fordelt på 11 456 laktasjoner og 6 249 kyr med minst én observasjon hver. Av disse ble det funnet slektskapsinformasjon på 5 651 i Kukontrollen og 942 fedre var representert. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet over alle registrerte melkeobservasjoner før endelig editering av datasett var 1,46 kg/min bokstid.

**Tabell 5. Beskrivende data for endelig editert datasett.**

	<b>Antall</b>
Antall melkeobservasjoner (dager i melk >0)	1 564 598
Antall kyr med observasjoner	4 981
Antall kyr registrert i Kukontrollen som arvegrad ble beregnet fra	4 945
Antall laktasjoner	8 271
Antall okser med døtre	794
Antall besetninger	44
Gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min bokstid)	1,48

Etter at utplukkskriterier var satt, ble totalt antall observasjoner redusert til 1 564 598 fordelt på 4 981 kyr i 44 besetninger. Av disse var 4 945 av kyrne registrert med sikker seminokse til far, totalt 793 seminokser. At enkelte kyr ikke er registrert med far skyldes bruk av gårdsokse eller manglende/feil insemineringsdata hos mor som gjør far usikker. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet i endelig editert datasett var 1,48 kg/min bokstid (Tabell 5).

Kyrne hadde observasjoner i til sammen 8 271 laktasjoner. Figur 7 viser fordelingen av melkeobservasjonene på laktasjonsnummer i prosent av kyrne i det endelig editerte datasettet.



**Figur 7. Fordeling alle melkeobservasjoner på laktasjonsnummer.**

Det var observasjoner fra 3 351 kyr i 1.laktasjon og 2. – 5.laktasjon hadde henholdsvis 2 223, 1 402, 840 og 455 kyr med observasjoner.

### **3.4. Data brukt til genetisk analyse**

Kun kyr registrert i Kukontrollen ble benyttet til genetisk analyse. Det ble beregnet gjennomsnittlig daglig ytelse og gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min bokstid) for hver enkelt laktasjon kua var registrert i. Det var totalt inkludert 8 219 observasjoner fordelt på 4 945 dyr datasettet til genetisk analyse. Dette var ulikt antall observasjoner og dyr i alle

periodene. Årsaken skyldes at utplukk av data ble gjort fra en bestemt dato til en annen, og alle kyr med observasjoner i denne perioden ble inkludert, uavhengig om de allerede hadde startet laktasjonen. Det samme ved slutten av utplukkperioden. I utvalget av data til genetisk analyse ble det ikke satt krav om fullstendig laktasjon for å inkluderes i datamaterialet. Det er heller ikke satt noe krav om at kyrne må ha en observasjon per dag innenfor perioden. På denne måten vil 305-dagers laktasjon ha størst antall observasjoner og antall dyr (Tabell 7).

**Tabell 6. Antall observasjoner, dyr, gjennomsnittlig utmelkingshastighet per minutt bokstid og gjennomsnittlig daglig ytelse i periodene 1 - 305, 1 - 30, 1 - 60, 1 - 90, 41 - 50 og 31 - 60 dager i laktasjonen. En observasjon per ku per laktasjon.**

Periode	Ant obs	Ant dyr	Gj.snitt kg/min	Gj.snitt kg/dag
<b>1 – 305</b>	8 219	4 945	1,43 ± 0,39	24,8 ± 7,2
<b>1 – 30</b>	7 153	4 564	1,38 ± 0,39	25,3 ± 7,2
<b>1 – 60</b>	7 364	4 659	1,38 ± 0,39	25,3 ± 7,1
<b>1 – 90</b>	7 552	4 729	1,41 ± 0,40	25,3 ± 7,1
<b>41 – 50</b>	6 658	4 221	1,50 ± 0,43	26,0 ± 6,6
<b>31 - 60</b>	6 899	4 370	1,50 ± 0,42	25,9 ± 6,6

Det var høyest gjennomsnittlig utmelkingshastighet per minutt bokstid i de to periodene hvor den første delen av laktasjonen var tatt ut. Både 41 – 50 og 31 – 60 dager i laktasjonen hadde gjennomsnittlig utmelkingshastighet på 1,50 kg/min bokstid. De to samme periodene hadde gjennomsnittlig høyest daglig ytelse med henholdsvis 26,0 og 25,9 kg. Lavest gjennomsnittlig utmelkingshastighet og daglig ytelse var registrert i de to periodene 1 – 60 og 1 – 90 dager med henholdsvis 1,38 kg/min bokstid og 25,3 kg/dag (likt i begge periodene).

### 3.5 Slektskap

Det ble funnet slektskap for 4 945 av de 4 981 individene som fylte utplukkskriteriene (Tabell 6). Det ble lagd ei slektskapsfil for å nøste opp slektskap mellom individene ved hjelp av far og mor. Slektskapet ble hentet så langt tilbake som mulig.

Det var fire variabler i slektskapsfila, individets ID, far, mor og fødselsår. Slektskapsfila inneholdt informasjon om tilsammen 43 156 individer.

### 3.6 Model

For å teste hvilke faktorer (faste effekter) som hadde signifikant effekt på utmelkingsegenskapene ble det kjørt en General Linear Model-analyse (GLM-analyse) i statistikkprogrammet SAS (SAS 2002-2010). Faktorene som ble testet for effekt på

gjennomsnittlig daglig utmelkingshastighet var laktasjonsnummer, antall daglige melkinger, gard, fylke, kuas fødselsår, antall daglige avspark, antall daglige melkinger med avspark, melketid i minutter, dager i melk, gjennomsnittlig daglig melkemengde, kg per melking og tid brukt per melking. For gjennomsnitt utmelkingshastighet i kg per minutt bokstid per laktasjon ble faktorene besetning, laktasjonsnummer, kuas fødselsår og gjennomsnittlig daglig melkemengde testet.

GLM-analysen viste at alle faktorene har signifikant effekt på utmelkingsegenskapene ( $p < 0,0001$ ). Alle faktorene ble derfor inkludert i modellene.

Hvis egenskapen er gjennomsnittlig utmelkingshastighet per dag må modellen inkludere en effekt av tidspunkt i laktasjonen, da dette også har effekt.

I en modell må dager i melk inkluderes i form av en obs per ku per dag, da en ser på Figur 11 at antall dager i melk har betydning for utmelkingshastigheten. Kuas laktasjonsnummer bør også inkluderes, da resultatene viser at laktasjonsnummer har effekt.

Følgende lineære dyremodell ble brukt for genetisk analyse av utmelkingshastighet:

$$Y_{ijklm} = \text{gard}_i + l.nr_j + fyy_k + b \text{ mumm305} + ku_l + pe_l + e_{ijklm}$$

Hvor:

$Y_{ijklm}$  = gjennomsnittlig utmelkingshastighet for ku  $l$  fra besetning  $i$ , i laktasjonsnummer  $j$ , med fødselsår  $k$ .

$\text{gard}_i$  = er fast effekt av besetning  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, 44$  med 44 klasser.

$l.nr_j$  = er fast effekt av laktasjonsnummer  $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, 5$  med 5 klasser.

$fyy_k$  = er fast effekt av fødselsår  $k$  til kua,  $k = 2001, 2002, \dots, 2011$  med 11 klasser.

$ku_l$  = tilfeldig effekt av ku  $l$ .

$pe_l$  = tilfeldig effekt av permanent miljø (av ku  $l$ ).

$b \text{ mumm305}$  = regresjon av gjennomsnittlig daglig ytelse for 305-dagers laktasjon.

$e_{ijklm}$  = tilfeldig effekt av feil  $m$ .



### 3.7. Arvegrad og gjentaksgard

Arvegraden  $h^2$  ble beregnet etter følgende formel:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2}$$

Hvor  $\sigma_a^2$  er varianskomponent for tilfeldig effekt av ku,  $\sigma_{pe}^2$  er varianskomponent for tilfeldig effekt av permanent miljø og  $\sigma_e^2$  er residual varians, feilledd som ikke kan forklares av de andre variablene.

Fordi vi hadde gjentatte observasjoner per ku inkluderte modellen en permanent miljø (pe) effekt. Gjentaksgard, som er et mål på hvor stor andel av total variansen som forklares av pe effekten, ble beregnet som:

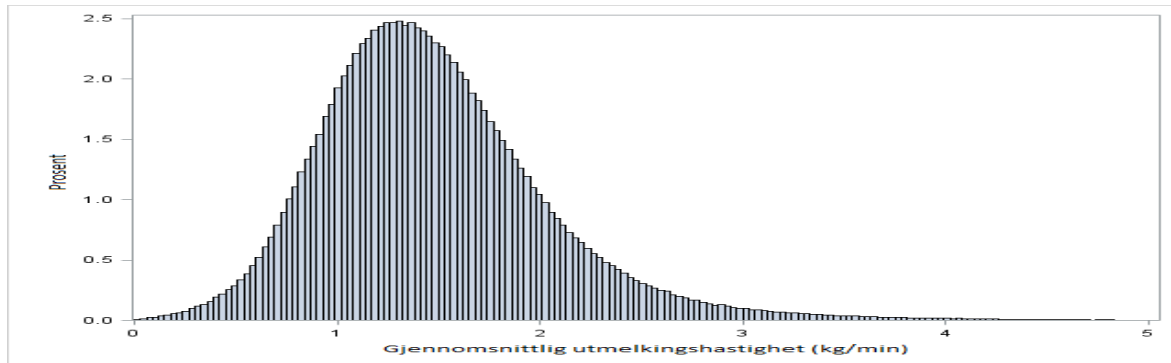
$$c^2 = \frac{\sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2}$$

Varianskomponenter ble estimert med DMU (Madsen & Jensen 2007). Modulen DMUAI ble benyttet. DMUAI benytter Average Information REstricted Maximum Likelihood (AI-REML) for å estimere varianskomponenter og korrelasjoner mellom egenskapene. DMU beregner varianskomponenter med REML basert på informasjon om egenskapene og en slektskapsfil.

## 4.0 Resultater

### 4.1 Utmelkingshastighet hos NRF

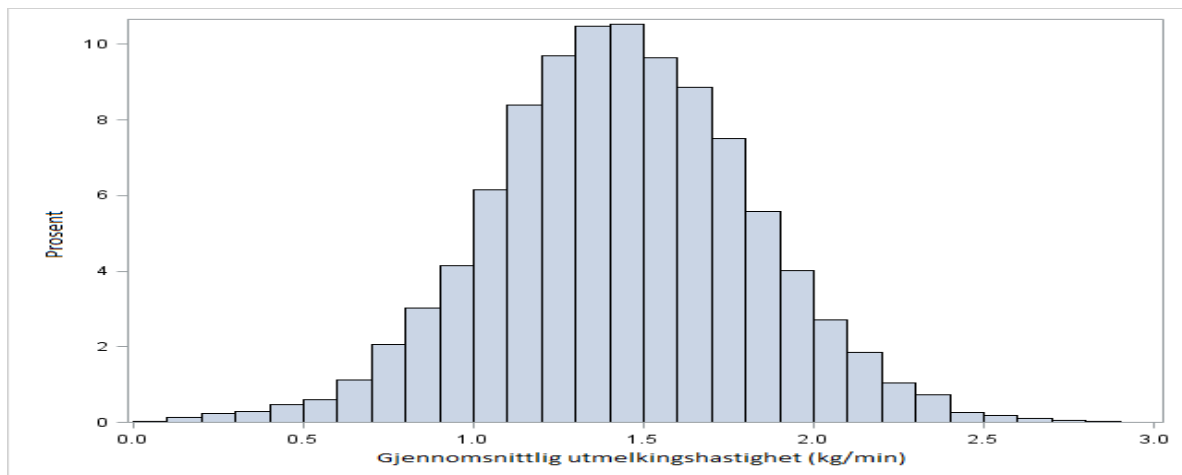
Fordeling over gjennomsnittlig daglig utmelkingshastighet for alle observasjoner i datasettet uavhengig av dager i melk og laktasjonsnummer er vist i Figur 8.



**Figur 8.** Fordeling utmelkingshastighet (kg/min) for alle observasjoner av utmelkingshastighet i datasettet i prosent.

Gjennomsnittlig utmelkingshastighet for alle observasjoner er  $1,46 \pm 0,57$  kg/min for kyr som melkes av DeLaval melkerobot. 95 % av alle observasjoner er innen intervallet 0,34 og 2,61 kg/min.

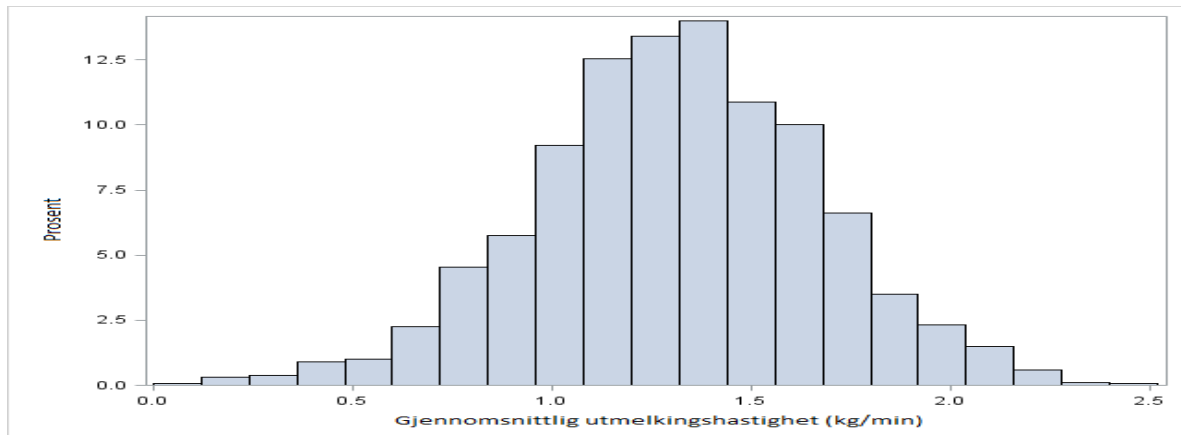
Figur 9 viser fordeling over gjennomsnittlig utmelkingshastighet i laktasjonen i kg/min for alle kyr uavhengig av laktasjon.



**Figur 9.** Fordeling gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min) alle kyr i 1. – 5.laktasjon lagd fra en observasjon per ku per laktasjon.

Når kun observasjoner i 1.laktasjon med en observasjon per ku inkluderes, går gjennomsnittlig utmelkingshastighet ned (Figur 10). Gjennomsnittlig utmelkingshastighet

beregnet på en observasjon per ku i 1.laktasjon er på 1,31 kg/min. Dette er lavere enn for 1. – 5.laktasjon samlet (1,43 kg/min).



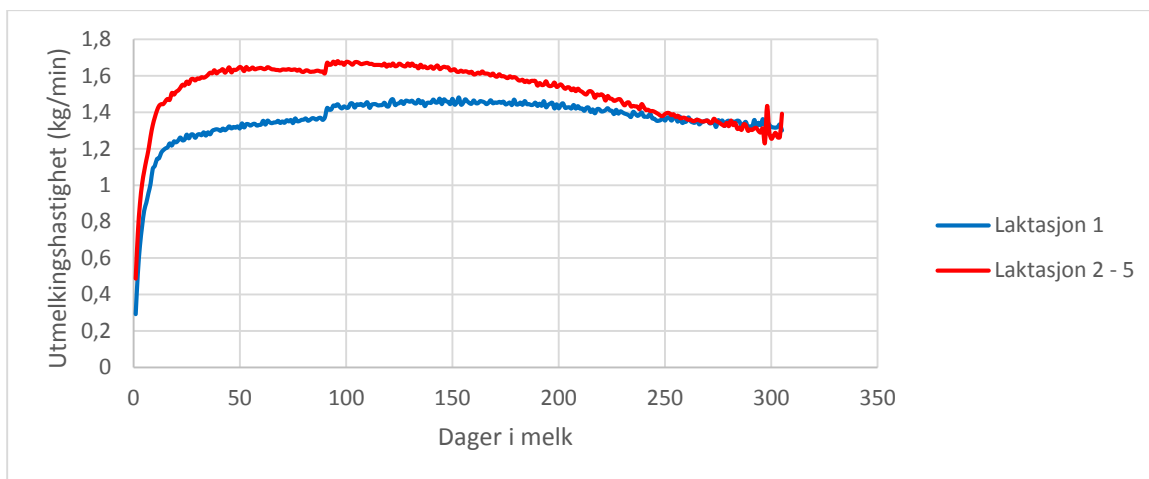
Figur 10. Fordeling gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min) alle kyr i 1.laktasjon lagd fra en observasjon per ku.

## 4.2 Faktorer som påvirker utmelkingshastighet

GLM-analysen viste at alle faktorene som ble sjekket som potensielle faste effekter hadde signifikant effekt på for utmelkingshastighet (p-verdi <0,0001). Det inkluderer laktasjonsnummer, antall daglige melkinger, besetning, kuas fødselsår, antall daglige avspark, antall daglige melkinger med avspark, daglig melketid, gjennomsnittlig daglig melkemengde, dager i melk, kg per melking og tid brukt per melking.

### 4.2.1 Effekt av tid i laktasjonen

Figur 11 viser utvikling i gjennomsnittlig utmelkingshastighet gjennom laktasjonen for 1.laktasjon og 2. – 5.laktasjon. Både 1. og 2. – 5.laktasjon har en bratt stigning i gjennomsnittlig utmelkingshastighet per minutt bokstid de omtrent 15 første dagene etter kalving, etter dette er økningen noe svakere til topp utmelkingshastighet nås. Kyr i 1.laktasjon har en senere topp i utmelkingshastighet enn kyr i 2. – 5.laktasjon.



Figur 11. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet i kg/min bokstid for dag 1 - 305 for laktasjon 1 og laktasjon 2 - 5.

Kyr i 2. – 5.laktasjon hadde en gjennomsnittlig høyere utmelkingshastighet frem til cirka dag 260 etter kalving. På dette tidspunktet var utmelkingshastighet lik uavhengig av laktasjonsnummer. Etter cirka dag 260 hadde kyr i første laktasjon høyest utmelkingshastighet. Kurvene har samme form som kurvene for gjennomsnittlig daglig melkemengde (Figur 12). Det er tilsynelatende ingen korrelasjon mellom utmelkingshastighet og dager i melk (-0,007) til tross for tendensen vist i Figur 11. Dette skyldes at sammenhengen mellom egenskapene gjennomsnittlig utmelkingshastighet og dager i melk ikke er lineær. Det ble derfor sett på korrelasjon mellom utmelkingshastighet og dager i melk avhengig av laktasjonsnummer (Tabell 7).

Tabell 7. Fenotypisk korrelasjon mellom utmelkingshastighet og dager i melk for laktasjon 1 - 5. Alle p-verdier < 0,0001.

Laktasjon	Korrelasjon	Ant obs
1	0,104	619 522
2	-0,057	438 641
3	-0,097	268 326
4	-0,079	154 951
5	-0,072	83 158
Alle laktasjoner	-0,007	1 564 598
2 – 5	-0,073	945 076

Tabell 7 viser at melkeobservasjoner gjort i 1.laktasjon har en svak positiv korrelasjon for utmelkingshastighet og dager i melk. For 2. – 5.laktasjon er korrelasjonen svak negativ, det vil si raskere utmelkingshastighet ved høyere melkeytelse. Kyr i 3.laktasjon har høyest utmelkingshastighet.

Det ble beregnet gjennomsnittlig utmelkingshastighet for ulike perioder i laktasjonen. Det ble så regnet korrelasjoner for de ulike periodene med hele laktasjonen. Korrelasjonene er vist i Tabell 8 og Tabell 9. Korrelasjoner > 0,90 er uthevet.

**Tabell 8. Fenotypiske korrelasjoner mellom utmelkingshastighet for utvalgte perioder i 1. - 5.laktasjon. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet i kg/min bokstid for perioden på diagonalen. Alle p-verdier <,0001. Forkortelser: A = alle observasjoner uavhengig av laktasjonsnummer i aktuell periode. 305 = 0 – 305 dager i laktasjonen, 11 – 305 = dager i melk, 11 – 60 = 11 – 60 dager i melk, 11 – 120 = 11 – 120 dager i melk, 41 – 50 = 41 – 50 dager i melk, 61 – 70 = 61 – 70 dager i melk, 91 – 100 = 91 – 100 dager i melk, 91 – 305 = 91 – 305 dager i melk, 31 – 60 = 31 – 60 dager i melk og 91 – 120 = 91 – 120 dager i melk.**

Dager i melk	A 305	A 11-305	A 11-60	A 11-120	A 41-50	A 61-70	A 91-100	A 91-305	A 31-60	A 91-120
A 305	1,43									
A 11-305	<b>0,98</b>	1,47								
A 11-60	0,89	<b>0,91</b>	1,45							
A 11-120	<b>0,94</b>	<b>0,96</b>	<b>0,97</b>	1,49						
A 41-50	0,87	0,87	<b>0,95</b>	<b>0,93</b>	1,50					
A 61-70	0,88	0,88	0,89	<b>0,93</b>	0,88	1,52				
A 91-100	0,88	0,88	0,82	<b>0,91</b>	0,80	0,84	1,57			
A 91-305	<b>0,95</b>	<b>0,96</b>	0,75	0,84	0,86	0,78	0,88	1,49		
A 31-60	0,89	<b>0,90</b>	<b>0,97</b>	<b>0,96</b>	<b>0,97</b>	<b>0,90</b>	0,83	0,76	1,50	
A 91-120	<b>0,91</b>	<b>0,91</b>	0,82	<b>0,93</b>	0,81	0,85	<b>0,96</b>	<b>0,90</b>	0,84	1,57

Tabell 8 viser korrelasjon mellom gjennomsnittlig utmelkingshastighet for ulike tidsintervall (basert på en observasjon per ku per laktasjon). Det ble tatt utgangspunkt i perioder som kan være aktuelle i forhold til å benytte data til å beregne avlsverdier

Det var generelt sterke fenotypiske korrelasjoner (>0.87) mellom gjennomsnittlig utmelkingshastighet kg per minutt bokstid og utmelkingshastighet for alle utvalgte perioder og i hele laktasjonen (Tabell 8). Korrelasjon mellom hel 305-dagers laktasjon og 11 – 305 dager er 0,98. Det kan se ut som at å ta bort de første dagene i laktasjonen gir en noe sterkere korrelasjon til alle andre perioder. Intervallet 11 – 305 dager har en korrelasjon på 0,96 med både 11 – 120 dager og 91 – 305 dager. Perioden har korrelasjon på 0,90 for 31 – 60 dager og 0,91 for 91 – 120 dager. Av de kortere 10-dagersintervallene er det jevnt over høy korrelasjon (0,87 – 0,88) med både 305-dagers laktasjon og 11 – 305 dager. Det ble beregnet 10-dagers gjennomsnitt for hele perioden 30 – 120 dager, og korrelasjonen mot full laktasjon ble

sterkere jo lengre ut i laktasjonen kyrne var. Svakest korrelasjon var det mellom intervallene 11 – 60 og 91 – 305 dager (0,75) og 31 – 60 og 91 – 305 dager (0,76).

**Tabell 9. Fenotypiske korrelasjoner mellom utmelkingshastighet for utvalgte perioder i 1.laktasjon. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet for perioden på diagonalen. Alle p-verdier < 0,0001. Forkortelser: F = alle observasjoner i 1.laktasjon i aktuell periode. 305 = 0 – 305 dager i laktasjonen, 11 – 305 = 11 – 305 dager i melk, 11 – 60 = 11 – 60 dager i melk, 11 – 120 = 11 – 120 dager i melk, 41 – 50 = 41 – 50 dager i melk, 61 – 70 = 61 – 70 dager i melk, 91 – 100 = 91 – 100 dager i melk, 91 – 305 = 91 – 305 dager i melk, 31 – 60 = 31 – 60 dager i melk og 91 – 120 = 91 – 120 dager i melk.**

	F 305	F 11-305	F 11-60	F 11-120	F 41-50	F 61-70	F 91-100	F 91-305	F 31-60	F 91-120
<b>F 305</b>	1,31									
<b>F 11-305</b>	<b>0,98</b>	1,35								
<b>F 11-60</b>	0,87	<b>0,90</b>	1,27							
<b>F 11-120</b>	<b>0,93</b>	<b>0,95</b>	<b>0,97</b>	1,32						
<b>F 41-50</b>	0,85	0,85	<b>0,93</b>	<b>0,92</b>	1,31					
<b>F 61-70</b>	0,85	0,85	0,85	<b>0,91</b>	0,85	1,35				
<b>F 91-100</b>	0,86	0,86	0,78	0,89	0,77	0,82	1,43			
<b>F 91-305</b>	<b>0,94</b>	<b>0,95</b>	0,72	0,84	0,73	0,77	0,86	1,41		
<b>F 31-60</b>	0,87	0,88	<b>0,96</b>	<b>0,95</b>	<b>0,96</b>	0,88	0,80	0,75	1,31	
<b>F 91-120</b>	0,89	<b>0,90</b>	0,78	<b>0,91</b>	0,77	0,83	<b>0,96</b>	<b>0,91</b>	0,81	1,43

Tabell 9 viser antydning til jevnt over noe svakere korrelasjoner mellom intervaller i 1.laktasjon, men korrelasjonene er fortsatt veldig sterke. Sterkest er korrelasjonen mellom hel 305-dagers laktasjon og 11 – 305 dager (0,98). I likhet med korrelasjonene for alle laktasjoner gir det her noe sterkere korrelasjon å ta bort de første 11 dagene i laktasjonen. Det er ikke like sterk effekt på 10-dagers korrelasjonene, de er like i tabellen (0,85 – 0,86). Sterkest korrelasjon er det mellom 11 – 305 dager og 11 – 120 dager (0,95) og 91 – 305 dager (0,95). Svakest korrelasjon var det mellom 91 – 305 dager og intervallene 11 – 60 dager (0,72) og 41 – 51 dager (0,73).

#### 4.2.2 Effekt av laktasjonsnummer

Det var relativt lite forskjell i både utmelkingshastighet og melkemengde for 2. – 5.laktasjon. Observasjonene i 1.laktasjon skilte seg ut med lavere gjennomsnitt for både utmelkingshastighet og melkemengde (Tabell 10).

**Tabell 10. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min bokstid) og daglig melkemengde (kg/dag) for alle observasjoner innen dag 1 – 305 i 1. – 5.laktasjon.**

Laktasjon	N	Kg/min	Sd dev	Kg/dag	Sd dev
1	619 522	1,37	0,53	21,9	6,6
2	438 641	1,53	0,57	26,8	8,6
3	268 326	1,57	0,59	28,9	9,3
4	154 951	1,55	0,59	29,1	9,5
5	83 158	1,55	0,60	29,4	9,3
2 – 5	945 076	1,55	0,58	28,0	9,1
<b>Alle laktasjoner</b>	<b>1 564 598</b>	<b>1,48</b>	<b>0,57</b>	<b>25,6</b>	<b>8,7</b>

Gjennomsnittlig utmelkingshastighet varierte fra 1,37 kg/min i 1.laktasjon til 1,57 kg/min i 3.laktasjon. Gjennomsnittlig utmelkingshastighet for 2. – 5.laktasjon var 1,56 kg/min.

Gjennomsnittlig daglig melkemengde varierte fra 21,9 kg i 1.laktasjon til 29,4 kg i 5.laktasjon. Gjennomsnittlig daglig melkemengde over alle laktasjoner var 25,6 kg, ved å ekskludere 1.laktasjon gikk gjennomsnittlig daglig melkemengde opp til 28,0 kg (Tabell 10).

Fenotypisk korrelasjon mellom utmelkingshastighet og melkemengde for ulike perioder i laktasjonen når de henholdsvis 30, 50 og 100 første dagene etter kalving ekskluderes for de 5 første laktasjonene er gitt i Tabell 11.

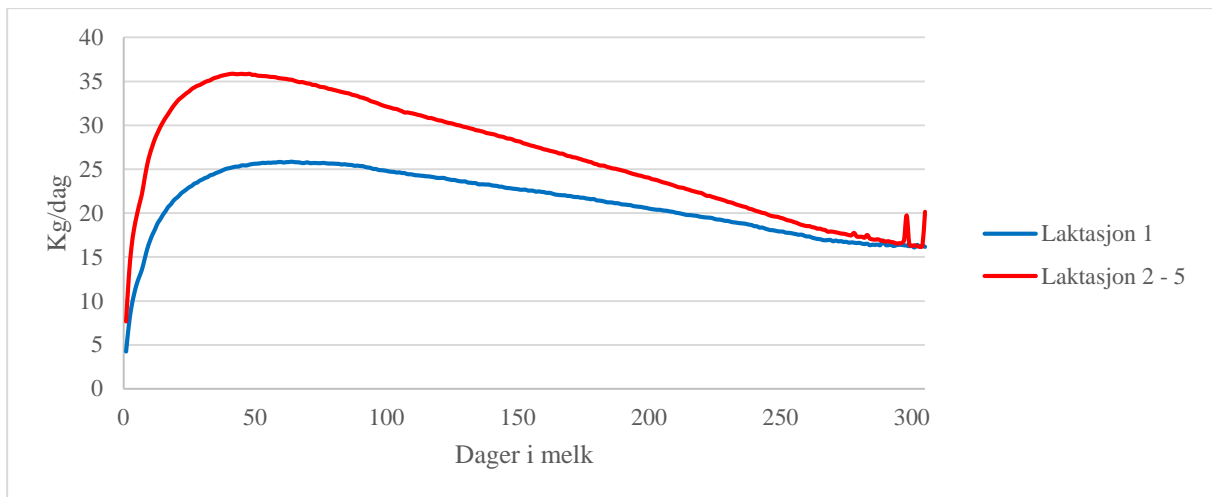
**Tabell 11. Fenotypiske korrelasjoner med p-verdi mellom gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min bokstid) og daglig melkemengde (kg) for periodene 1-305 dager, 31-305 dager og 51-305 dager i laktasjonen. Alle p-verdier < 0,0001.**

Laktasjon	1 – 305	31 - 305	51 - 305	101 – 305
1	0,36	0,31	0,32	0,36
2	0,38	0,36	0,38	0,41
3	0,39	0,37	0,38	0,40
4	0,38	0,36	0,37	0,40
5	0,37	0,35	0,36	0,40
<b>Alle laktasjoner</b>	<b>0,40</b>	<b>0,37</b>	<b>0,38</b>	<b>0,40</b>

Tabellen viser at korrelasjonen blir sterkere jo større andel av starten av laktasjonen som ekskluderes. Det er middels positiv korrelasjon mellom utmelkingshastighet og kg melk. Korrelasjonen er noe svakere for dyr i første laktasjon, enn for de øvrige laktasjonene.

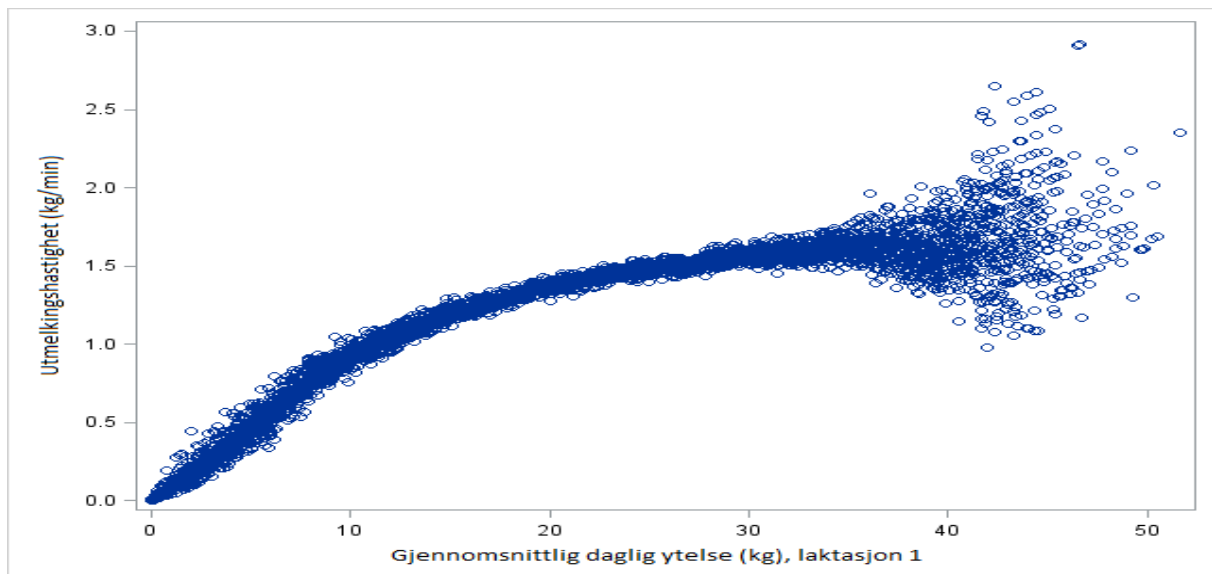
#### 4.2.3 Sammenheng med melkemengde

Figur 12 viser utvikling i gjennomsnittlig daglig melkemengde for dag 1 – 305 i laktasjon 1 og laktasjon 2 – 5.



Figur 12. Gjennomsnittlig melkemengde i kg for dag 1 – 305 for laktasjon 1 og laktasjon 2 – 5.

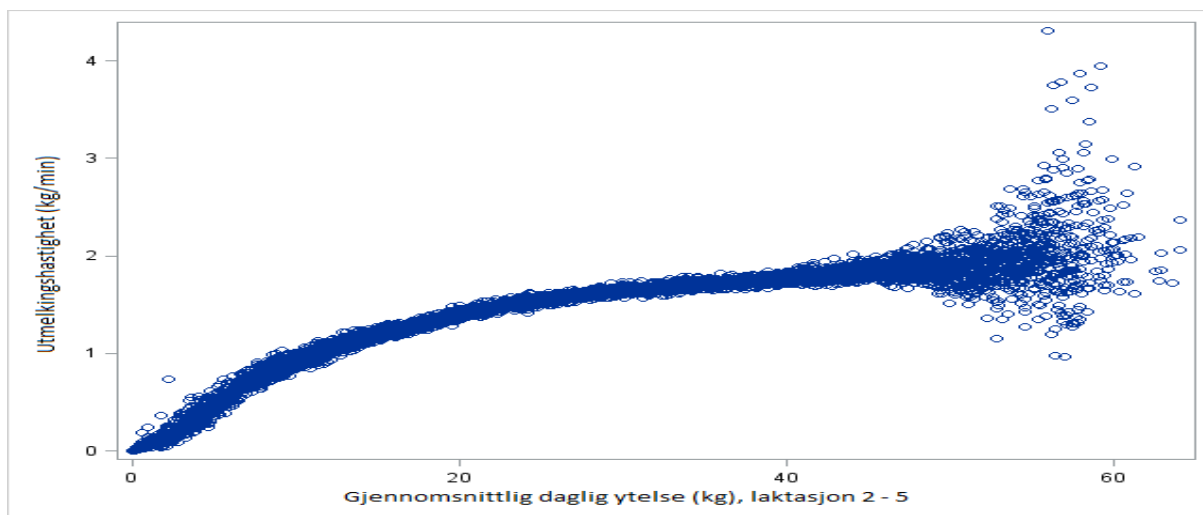
Kyr i 1.laktasjon nådde topplaktasjon på et senere tidspunkt (dag 64) enn kyr i 2. – 5.laktasjon (dag 42). De hadde også en mindre nedgang i produksjon mot dag 305 etter kalving i forhold til kyr i 2. – 5.laktasjon. Utvikling i gjennomsnittlig daglig ytelse er lik utvikling i gjennomsnittlig utmelkingshastighet kg/min bokstid. Gjennomsnittlig daglig ytelse har en større reduksjon på slutten av laktasjonen.



Figur 13. Sammenheng mellom gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min bokstid) og gjennomsnittlig daglig ytelse (kg) for observasjoner i 1.laktasjon.

Det er en tydelig sammenheng mellom utmelkingshastighet og gjennomsnittlig daglig ytelse i 1.laktasjon (Figur 13). Responsen i utmelkingshastighet er sterkest ved lave, gjennomsnittlige daglige ytelser, og flater noe ut når gjennomsnittlig daglig ytelse kommer opp i 20 kg per dag. Få observasjoner er sannsynligvis årsaken til «vifteformen» som sees fra ytelser på 35 kg per dag og mer.





Figur 14. Sammenheng mellom gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min bokstid) og gjennomsnittlig daglig ytelse (kg) for observasjoner i 2. – 5.laktasjon.

Figur 14 viser tilsvarende sammenheng mellom gjennomsnittlig utmelkingshastighet (kg/min bokstid) og gjennomsnittlig daglig ytelse for observasjoner gjort i 2. – 5.laktasjon som for observasjoner i 1.laktasjon. Samme utflating i utmelkingshastighet (kg/min bokstid) sees fra gjennomsnittlig daglig ytelse på omtrent 20 kg. Få observasjoner er sannsynligvis årsaken til den store spredningen i utmelkingshastighet fra omtrent 45 kg per dag.

#### 4.2.4 Andre faktorer

Tabell 12 viser estimerte fenotypiske korrelasjoner mellom ulike faktorer knyttet til utmelkingshastighet. Fenotypiske korrelasjoner  $> 0,30$  er uthevet.

Tabell 12. Fenotypiske korrelasjoner (med tilhørende p-verdi) mellom ulike faktorer knyttet til gjennomsnittlig utmelkingshastighet per minutt bokstid. Forkortelser: Kg/min = gjennomsnittlig utmelkingshastighet i kg per min bokstid, Kg/d = melkemengde i kg per dag, Kg/m = kg melk per melking, DIM = dager i melk, Min = daglig melketid i minutter, Melk = daglige melkinger, Tid/m = tid brukt per melking, L.nr = laktasjonsnummer.

	Kg/min	Kg/d	Kg/m	DIM	Min	Melk	Tid/m	L.nr
Kg/min	1							
Kg/d	<b>0,40</b> <,0001	1						
Kg/m	<b>0,76</b> <,0001	<b>0,48</b> <,0001	1					
DIM	-0,007 0,0005	<b>-0,42</b> <,0001	-0,11 <,0001	1				
Min	<b>-0,53</b> <,0001	<b>0,45</b> <,0001	-0,19 <,0001	<b>-0,36</b> <,0001	1			
Melk	0,015 <,0001	0,14 <,0001	<b>-0,48</b> <,0001	-0,033 <,0001	0,067 <,0001	1		
Tid/m	<b>-0,29</b> <,0001	0,19 <,0001	<b>0,34</b> <,0001	-0,14 <,0001	<b>0,54</b> <,0001	<b>-0,48</b> <,0001	1	
L.nr	0,13 <,0001	<b>0,32</b> <,0001	0,21 <,0001	-0,012 <,0001	0,15 <,0001	0,022 <,0001	0,17 <,0001	1

Tabell 12 viser en moderat positivt fenotypisk korrelasjon mellom utmelkingshastighet og daglig melkemengde (0,40) og en sterk korrelasjon mellom utmelkingshastighet og kg melk per melking (0,76). Det betyr at høytstående kyr har høyere gjennomsnittlig utmelkingshastighet, og høyere ytelse per melking gir økt utmelkingshastighet. Høy fyllingsgrad i juret ser ut til å være en faktor av betydning for dette. Det er middels sterk korrelasjon mellom kg melk per dag og kg melk per melking (0,48). En tydelig negativ korrelasjon mellom utmelkingshastighet og melketid i minutter (-0,53) er en klar indikasjon på redusert melketid i minutter når utmelkingshastighet øker. Moderat til svak negativ korrelasjon mellom utmelkingshastighet og tid brukt per melking (-0,29) betyr det samme, bare for hver enkelt melking.

Gjennomsnittlig daglig melkemengde er positivt korrelert med laktasjonsnummer (0,32), melketid i minutter (0,45), daglige melkinger (0,14) og tid brukt per melking (0,21). Dette betyr at melkeytelsen øker med laktasjonsnummer, og at høy ytelse tenderer til flere daglige melkinger og også tid brukt per melking. Gjennomsnittlig daglig melkemengde er negativt korrelert med dager i melk (-0,42), det er forventet at daglig melkemengde reduseres utover i laktasjonen.

I tillegg til allerede nevnte korrelasjoner er daglig melketid i minutter moderat til sterkt korrelert med tid brukt per melking (0,54) og svakt positivt korrelert med laktasjonsnummer (0,15). Daglig melketid i minutter er moderat negativt korrelert med dager i melk (-0,36) og svakt negativt korrelert med kg melk per melking (-0,19). Dette indikerer at daglig melketid i minutter minker utover i laktasjonen, den samme utviklingen har melkemengde per melking. Kg melk per melking er moderat positivt korrelert med tid brukt per melking (0,34), når ytelsen øker per melking, øker også tid brukt per melking.

### 4.3 Arvegrad og gjentaksgard

Tabell 13. Arvegrad ( $h^2$ ), gjentaksgard ( $c^2$ ), varianskomponent for dyr ( $\sigma_a^2$ ), permanent miljø ( $\sigma_{pe}^2$ ), feilledd og regresjonskoeffisient for gjennomsnittlig daglig melkemengde på utmelkingshastighet i periodene 1 - 305, 1 - 30, 1 - 60, 1 - 90, 41 - 50 og 31 - 60 dager i laktasjonen.

Periode	$h^2$	$c^2$	$\sigma_a^2$	$\sigma_{pe}^2$	$\sigma_e^2$	Reg.koeff
1 – 305	0,29	0,40	0,027 <sub>0,0033</sub>	0,037 <sub>0,0028</sub>	0,028 <sub>0,0007</sub>	0,028 <sub>0,0005</sub>
1 – 30	0,22	0,31	0,022 <sub>0,0032</sub>	0,031 <sub>0,0030</sub>	0,045 <sub>0,0012</sub>	0,021 <sub>0,0006</sub>
1 – 60	0,27	0,37	0,028 <sub>0,0036</sub>	0,038 <sub>0,0032</sub>	0,037 <sub>0,0010</sub>	0,023 <sub>0,0006</sub>
1 – 90	0,29	0,38	0,029 <sub>0,0037</sub>	0,039 <sub>0,0032</sub>	0,034 <sub>0,0009</sub>	0,025 <sub>0,0006</sub>
41 – 50	0,27	0,36	0,035 <sub>0,0049</sub>	0,047 <sub>0,0043</sub>	0,047 <sub>0,0013</sub>	0,020 <sub>0,0008</sub>
31 - 60	0,30	0,38	0,037 <sub>0,0048</sub>	0,047 <sub>0,0041</sub>	0,039 <sub>0,0011</sub>	0,020 <sub>0,0007</sub>

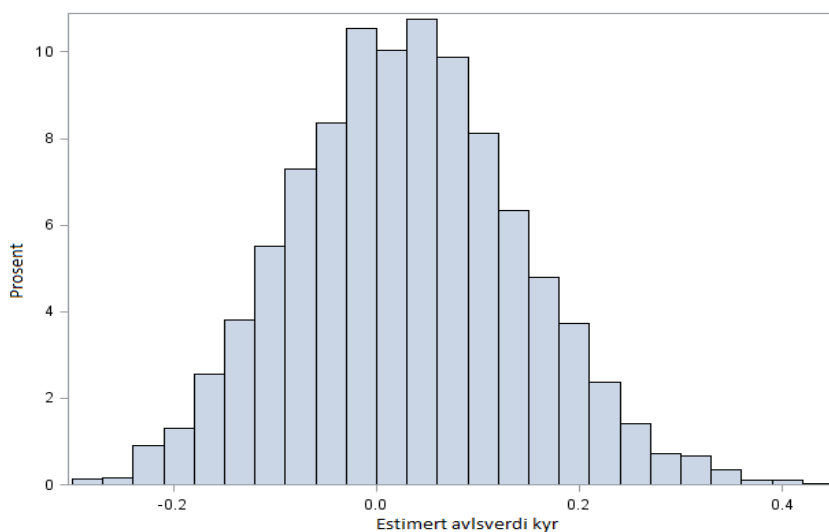
Det ble beregnet arvegrad for utmelkingshastighet for 305-dagers laktasjon i tillegg til ulike perioder i laktasjonen (Tabell 13).

Arvegraden til gjennomsnittlig utmelkingshastighet over 305-dagers laktasjon var 0,29. Perioden 31 – 60 dager i laktasjon hadde høyest beregnet arvegrad med 0,30. Svakest arvegrad har perioden 1 – 30 dager med 0,22 (Tabell 13).

Det var middels høy gjentaksgard for 305-dagers laktasjon (0,40). Gjentaksgarden var noe lavere for gjennomsnittlig utmelkingshastighet i perioden 1 – 30 dager etter kalving (0,31) i forhold til de øvrige periodene (0,36 – 0,38). Regresjonskoeffisienten var 0,028 for 305-dager laktasjon. Dette betyr at 1 kg økt ytelse gir 0,028 kg/min raskere utmelking.

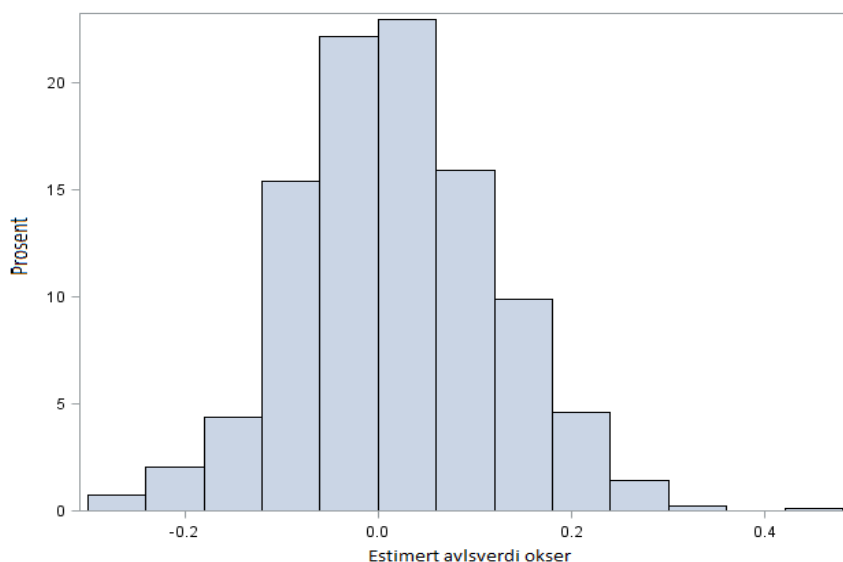
#### 4.4 Avlsverdier

Det ble beregnet avlsverdier for utmelkingshastighet (kg/min bokstid) for henholdsvis kyr med observasjoner i datasettet, og for seminokser med døtre med observasjoner i datasettet. For kyr ble avlsverdiene beregnet fra gjennomsnittlig utmelkingshastighet per laktasjon med observasjon.



**Figur 15. Fordeling av estimert avlsverdi for gjennomsnittlig utmelkingshastighet per laktasjon for kyr.**

Estimert avlsverdi for gjennomsnittlig utmelkingshastighet per laktasjon for kyr var normalfordelt og varierte mellom -0,30 og 0,44 (Figur 15).



**Figur 16.** Fordeling av estimert avlsverdi for gjennomsnittlig utmelkingshastighet for okser med døtre i datasettet.

Estimert avlsverdi for okser med døtre i datasettet varierte mellom -0,29 og 0,46 (Figur 16). Fordelingen ville sannsynligvis vært enda mer normalfordelt om flere okser hadde vært representert i datasettet.

**Tabell 14.** De ti beste okser på utmelkingshastighet (kg/min bokstid) blant okser med døtre i datasettet sammenlignet med offisiell avlsverdi fra Geno. EBV = estimert avlsverdi.

Rangering	Okse	EBV	Geno EBV*
<b>1</b>	10 115	0,461	121
<b>2</b>	10 967	0,351	-
<b>3</b>	10 982	0,348	-
<b>4</b>	10 519	0,292	106
<b>5</b>	5 848	0,290	111
<b>6</b>	10 177	0,273	115
<b>7</b>	10 592	0,266	111
<b>8</b>	10 971	0,261	-
<b>9</b>	10 953	0,257	-
<b>10</b>	10 600	0,251	115

\*(Geno 2013)

Tabell 14 viser rangering av de 10 beste oksene som er på utmelkingshastighet blant de 779 oksene med døtre i datasettet. Fire av oksene har ikke blitt avkomsgransket ennå, og har dermed ikke fått estimert avlsverdi for utmelkingshastighet. Alle oksene med estimert avlsverdi fra Geno er bedre på utmelkingshastighet enn populasjonsgjennomsnittet. Den høyest rangerte oksen, 10 115, havner allikevel kun på 43.plass på Genos rangeringsliste over okser med høyest utmelkingshastighet.

## **5.0 Diskusjon**

### **5.1 Definisjon av utmelkingshastighet**

Det ble funnet en gjennomsnittlig daglig utmelkingshastighet på 1,46 kg/min bokstid for alle observasjoner i datasettet. Andre studier har funnet gjennomsnittlig utmelkingshastighet på 2.36 - 2,5 kg/min (Gäde et al. 2007; Sandrucci et al. 2007). I studien til Gäde et al. (2007) ble utmelkingshastigheten beregnet fra når første spene startet nedgiving til siste spenekopp ble tatt av. I Sandrucci et al. (2007) sin studie ble kyrne melket i melkestall, ikke melkerobot, og utmelkingshastigheten ble beregnet fra påsett til avtak. Årsaken til den tilsynelatende noe lave utmelkingshastigheten hos NRF ligger i målet på tid som ble brukt i utregningen. Målet som ble benyttet tar utgangspunkt i tiden fra kua blir registrert i roboten og til en fotocelle i midten av roboten ikke lenger registrerer kua. Det vil si at både forbehandlingstid og eventuelt drøying før kua går ut av roboten vil innvirke på gjennomsnittlig utmelkingshastighet registrert i denne studien. Fordelen med dette målet for utmelkingshastighet er at det har en direkte sammenheng med kapasiteten til melkeroboten. Det er altså et direkte og godt mål på reell ytelse og produksjon i tiden melkeroboten er okkupert.

Utmelkingshastighet målt i kg/min bokstid er en komplisert egenskap å måle da en rekke andre faktorer enn selve egenskapen vil virke inn. Jureksteriør, lynne, avspark, antall ufullstendige melkinger og annet plunder og heft, for eksempel at kua venter lenge i roboten før hun går ut spille inn. Besetninger med dyr som passer godt inn med roboten, vil kunne tjene mye.

En melkerobot som produserer 1,48 kg/min bokstid oppnår omtrent 2000 kg per døgn når det er lagt inn tid for tre hovedvasker (vask av melkerobot og melkerør). På ett år vil denne ha levert i underkant av 750 tonn melk. Besetninger som ligger rundt dette målet bør ha fokus på å velge ut riktig dyremateriale for å unngå fall i ytelse som følge av manglende kapasitet hos robot.

### **5.2. Faktorer som påvirker utmelkingshastighet**

#### **5.2.1 Sammenheng med tid i laktasjonen**

Utvikling av gjennomsnittlig utmelkingshastighet gjennom laktasjonen samsvarer med resultater fra tilsvarende studier, både for 1.laktasjon, 2. – 5.laktasjon og alle laktasjoner samlet (Byskov et al. 2012; Gäde et al. 2006; Gäde et al. 2007; Meyer & Burnside 1987).

Studier har vist at nedgivinga har lengre responstid fra start av stimuli jo lengre kua er kommet i laktasjonen, og at start av nedgiving også er en funksjon av grad av jurfylling (Bruckmaier & Hilger 2001; Mayer et al. 1991; Weiss & Bruckmaier 2005). Alle disse studiene anbefalte å øke stimuleringstiden på kyr i sen-laktasjonen. Økt stimulitid for kyr i sen-laktasjonen gir da økt gjennomsnittlig utmelkingshastighet målt fra påsett av spenekopper til siste spenekopp er tatt av (Bruckmaier & Hilger 2001; Weiss & Bruckmaier 2005). Dette gir også en kortere tid der melkeorganet er påsatt uten at kua gir ned melk og en mindre andel bimodalitet i melkekurven. Bimodalitet forårsakes av forsinket nedgivingsrefleks i starten av melkingen, og kommer til syne i form av kraftig redusert utmelkingshastighet når melkecisternen er tom for melk, og melkealveolene ikke har startet nedgiving av melk ennå (Samore et al. 2011). Bimodalitet observeres oftere i sen-laktasjonen og har en sterk sammenheng med lengde på forstimulering av juret (Bruckmaier & Hilger 2001; Weiss & Bruckmaier 2005). Når melkereflexen starter og melkealveolene gir ned melk, tar melkestrømmen seg opp igjen. Studier har også vist at gjennomsnittlig utmelkingshastighet er høyere ved økt jurfylling (Weiss & Bruckmaier 2005).

Sandrucci et al. (2007) fant en signifikant sammenheng ( $p < 0,001$ ) for utmelkingshastighet i første halvdel av laktasjonen (2,48 kg/min) mot andre halvdel av laktasjonen (2,36 kg/min). Sammenhengen var også signifikant ( $p < 0,001$ ) mellom laktasjoner. Sammenhengen mellom utmelkingshastighet i de to halvdelene i laktasjonen ble forklart med økning i observerte melkekurver med bimodalitet, sammen med redusert melketid (7,63 min/melking mot 6,31 min/melking) og gjennomsnittlig utmelkingshastighet. Dette bygger under studien til Weiss og Bruckmaier (2005), -som viste at andel cisternemelk avtar i takt med nedgang i ytelsesnivået, og en seinere nedgivingsrefleks som totalt gir lengre melketid. Pfeilsticker et al. (1996) fant at melkemengden i cisternen gikk fra 17 % i tidlig laktasjon til 12 % i sen laktasjon. Det antydes i studien at effekten av oxytocin ikke blir svakere, men at jurvevet har en lengre reaksjonstid ved senere laktasjonstidspunkt og ved lav fyllingsgrad i juret (Bruckmaier & Hilger 2001; Mayer et al. 1991). Lengre forstimulering vil gi jurvevet ekstra tid til å reagere på oxytocinet og dermed redusere andelen bimodalitet. På denne måten vil melkestrømmen bli jevnere gjennom melkingen, også i sen-laktasjonen.

I denne studien er det ikke kjent hvor lang forstimulitid kyrne får til ulike tider i laktasjonen, og om denne i det hele tatt varierer. Det vil uansett anbefales å øke forstimuleringstiden for kyr i sen-laktasjon og ved korte intervall mellom melkinger for å redusere tomgangsmelking (melking uten nedgiving) og vakuumslettasje på spenene (Weiss & Bruckmaier 2005).

Bimodalitet og forsinket nedgivning er med på å gi en lavere utmelkingshastighet hos kyr sent i laktasjonen. Utvikling i ytelse kan forklare hvorfor kyr i 1.laktasjon har en senere topp utmelkingshastighet og lavere nedgang i gjennomsnittlig utmelkingshastighet enn eldre kyr. Disse når maks daglig ytelse på et senere tidspunkt og har en mindre reduksjon i ytelse enn eldre kyr. Kyr i 1.laktasjon vil dermed ha en økt andel cisternemelk gjennom laktasjonen som derfor ikke gir samme reduksjon i utmelkingshastighet som hos eldre kyr.

Formen på kurvene over utmelkingshastighet (kg/min bokstid) (Figur 11) forklarer hvorfor kyr i 1.laktasjon hadde en svak positiv korrelasjon mellom utmelkingshastighet (kg/min bokstid) og dager i melk, hvor kyr i 2. – 5.laktasjon hadde en svak negativ korrelasjon. En senere og mer avflatet topp i maks utmelkingshastighet (kg/min bokstid) er årsak til positiv korrelasjon mellom egenskapen og dager i melk for 1.laktasjon. Den tidligere, høyere og mer markante topp i utmelkingshastigheten (kg/minutt bokstid) for kyr i 2. – 5.laktasjon gir en samlet, svak negativ korrelasjon.

En studie gjort av Tancin et al. (2003) så på faktorer som påvirker utmelkingshastighet på kjertelnivå konkluderte med at sted i laktasjonen ikke hadde signifikant effekt på gjennomsnittlig utmelkingshastighet. Denne studien var imidlertid basert på kun 39 kyr og det kan tenkes at det begrensede dyrematerialet påvirket resultatene noe.

De jevnt over sterke fenotypiske korrelasjonene for gjennomsnittlig utmelkingshastighet for ulike perioder i laktasjonen mot samlet 305-dagers laktasjon er gunstig med tanke på utnytting av data fra melkeroboter i avlsarbeidet. Et slikt mål tidlig i laktasjonen vil gjøre at oxen vil ha mange døtre med observasjoner ved tidspunkt for avkomsgranskning.

### **5.2.2 Sammenheng med laktasjonsnummer**

Resultatene viser at laktasjonsnummer påvirker utmelkingshastigheten noe, og 1.laktasjonskyr har lavere gjennomsnittlig utmelkingshastighet enn kyr i 2. – 5.laktasjon. Dette støttes opp av tidligere studier som viser samme form på kurven for utmelkingshastighet gjennom laktasjonen (Gäde et al. 2007; Meyer & Burnside 1987; Sandrucci et al. 2007; Vicario et al. 2006).

Studien til Meyer og Burnside (1987) viste sammenheng mellom kalvingsalder (i år) og gjennomsnittlig subjektiv score for utmelkingshastighet hos Ayrshire og Holstein. Ayrshire hadde større sammenheng mellom utmelkingshastighet og alder i år enn Holstein. Noe av årsaken til økt utmelkingshastighet hos kyr i 2. – 5. laktasjon kan forklares med økt

melkemengde (Sandrucci et al. 2007). Eldre kyr har høyere ytelse per melking og høyere maksimal melkestrøm. Vicario et al. (2006) antydte i sin studie at den lavere utmelkingshastigheten for 1.laktasjonskyr, sammenlignet med eldre kyr av rasen italiensk Simmental, hovedsakelig skyldes lavere melkemengde.

Kyr i 1.laktasjon øker utmelkingshastighet utover laktasjonen over lengre tid enn hva kyr i 2. – 5.laktasjon gjør. Det er ikke klarlagt hva årsaken til dette er. En årsak er stress ved melking gir lavere respons på nedgivingsrefleksjonen, en annen er at jurvevet først når sin fulle kapasitet etter en tilvenningsperiode (Bagnato et al. 2003).

Fenotypisk korrelasjon mellom utmelkingshastighet og laktasjonsnummer var, som forventet, svak. Dette skyldes en ikke-lineær sammenheng mellom egenskapene.

### **5.2.3 Sammenheng med melkemengde**

Sammenhengen mellom utmelkingshastighet per minutt bokstid og gjennomsnittlig daglig ytelse var lik for 1.laktasjon og 2. – 5.laktasjon (Figur 13 og Figur 14) på tross av ulik gjennomsnittlig daglig ytelse gjennom laktasjonen (Figur 12). Dette kan tyde på at utmelkingshastighet er nært knyttet opp til melkemengde, og melkemengde er dermed en viktig faktor som må inkluderes i

Estimert fenotypisk korrelasjon for alle observasjoner mellom utmelkingshastighet og melkemengde var (Tabell 8) moderat til høy, og tydeligere enn tidligere studier. Luttinen og Juga (1997) estimerte fenotypisk korrelasjon på 0,06 mellom subjektivt målt utmelkingshastighet og melkemengde hos både Finsk Ayrshire (FAY) og Finsk Holstein-Friser (FHF). Imidlertid var denne sterkere hos FHF i førstelaktasjon (0,24).

Kyr sent i laktasjonen bruker lengre tid på å gå ut av roboten (Jacobs et al. 2012). Hva årsaken bak dette er, er ikke kjent, men en teori kan være at kyr sent i laktasjonen har lavere energibehov, og har dermed mer overskudd til å studere omgivelser og bare henge rundt. I motsetning til kyr tidlig i laktasjonen som bruker store deler av døgnet på soving, spising og hvile.

### **5.2.4 Andre faktorer**

Fenotypisk korrelasjon mellom utmelkingshastighet og melketid var negativ. Dette er logisk da kyr med lavere gjennomsnittlig utmelkingshastighet vil ha lengre melketid. Gäde et al. (2007) estimerte også negativ fenotypisk korrelasjon mellom disse for egenskapene i en studie



(-0,51). Meyer og Burnside (1987) har sett at eldre kyr og kyr seint i laktasjonen gjerne hadde seinere utmelkingshastighet, i tillegg hadde eldre kyr større melkemengde. Dette ble også sett her. Det ble kun sett en svak effekt av seinere utmelkingshastighet hos kyr seint i laktasjonen, dette skyldes at faktorene ikke er lineære, og korrelasjonen vil gjerne bli 0.

Det var en fenotypisk korrelasjon på 0,48 mellom daglig ytelse og antall daglige melkinger. Det er kjent at økt antall melkinger gir økt melkemengde forutsatt at energibehovet til kua dekkes. (Løvendahl & Chagunda 2011; Ouweltjes et al. 2007; Pearson et al. 1979). Det ble ikke observert noen fenotypisk korrelasjon mellom gjennomsnittlig utmelkingshastighet i kg per minutt bokstid og antall melkinger. Dette kan settes i sammenheng med økt antall daglige melkinger ved høye daglige ytelser som gjør at gjennomsnittlig utmelkingshastighet reduseres (Pearson et al. 1979).

### **5.3 Arvegrader og gjentakegrad**

Arvegraden til utmelkingshastighet for 305-dagers laktasjon (0,29) var noe lavere enn hva arvegrad for gjentatte mål på utmelkingshastighet har blitt estimert til i tidligere studier. Disse har fått arvegrader fra 0,42 – 0,63 (Byskov et al. 2012; Gäde et al. 2006; Gäde et al. 2007). Den var allikevel høyere enn arvegrader estimert fra subjektiv vurdering av utmelkingshastighet, 0,10 – 0,24 (Luttinen & Juga 1997; Rensing & Ruten 2005; Rupp & Boichard 1999). En årsak til den noe lavere arvegraden sett i forhold til andre tilsvarende studier kan ligge i målet for tid utmelkingshastigheten ble beregnet fra. Målet på tid som ble benyttet registrerte ikke bare total melketid, men tiden fra kua ble registrert i melkeroboten og til en fotocelle midt i melkeboksen ikke lengre kunne registrere kua i boksen. Det vil si at det i målet på utmelkingshastighet også er inkludert den tiden kua måtte ha brukt på å bare stå å henge i melkeroboten etter endt melking. Når kua er ferdig melket og melkeroboten åpner porten er det ingen ting som «jager» kua ut, hun må selv bestemme at hun ønsker å gå ut. En kan derfor risikere at kua blir stående igjen i roboten i lang tid etter melking, og dette blir da inkludert i total melketid som sammen med gjennomsnittlig daglig melkemengde er benyttet for å beregne utmelkingshastigheten i denne studien.

Geno benytter i dag en arvegrad på 0,19 i beregning av avlsverdier (Steine et al. 2004), og en tidligere mastergradsoppgave estimerte utmelkingshastighet hos NRF på 0,18 (Sivertsen 2011). Det er grunnlag for å tro at arvegrad for utmelkingshastighet hadde blitt høyere om det hadde vært et mer presist mål på reell melketid tilgjengelig. Resultatene viser at gode

resultater kan oppnås med å bruke data på utmelkingshastighet fra melkeroboter. Data fra melkeroboter kan supplere og på sikt erstatte dagens registreringer for utmelkingshastighet.

Gjentaksgraden var lavere (0,40) i forhold til tidligere studier (0,47 – 0,76) (Gäde et al. 2006). Dette kommer av at det ikke var satt veldig strenge kriterier, og mange ufullstendige laktasjoner inkludert i datamaterialet ga en lavere gjentaksgrad enn normalt. Med et større datamateriale ville det vært mulig å gjøre strengere utvalgs-kriterier, for eksempel kun inkludere dyr med fullstendige laktasjoner. (Gäde et al. 2006) estimerte i sin studie en gjentaksgrad på 0,76 basert på 320 834 observasjoner på gjennomsnittlig utmelkingshastighet fordelt på 401 kyr. Gjentaksgrad til utmelkingshastighet i 1.laktasjon målt med LactoCorder er blitt estimert til 0,47 (Rensing & Ruten 2005).

#### **5.4. Avlsverdier**

Beregnete avlsverdier kan da benyttes for både kyr og okser til å velge ut hvilke individer en ønsker skal bidra videre i avlsarbeidet. Mye tyder på at utmelkingshastighet er en optimumsegenskap da høy utmelkingshastighet har en høy korrelasjon med lekkasje og forhøyet celletall, og det er derfor ønskelig å unngå de mest ekstreme utmelkingshastighetene (Luttinen & Juga 1997; Sivertsen 2011). I tillegg er kyr i melkerobotbesetninger mer utsatt for lekkasje som en følge av ufullstendige melkinger (Persson Waller et al. 2003). Sein utmelkingshastighet er heller ikke ønskelig da det tar for mye av kapasiteten til melkeroboten.

Alle oksene på topp ti i dette datasettet hadde høyere avlsverdi for utmelkingshastighet enn populasjonsgjennomsnittet. Dette viser at den registreringen som gjøres i dag er god, og det kommer tydelig frem hvilke okser som har høy og lav utmelkingshastighet. Ved å benytte data fra melkeroboter til å beregne utmelkingshastighet hos kua kan en få ut avlsverdier for utmelkingshastighet på et tidligere tidspunkt. Dette sees da fire av oksene ikke har blitt avkomsgranska enda, men har fått ut avlsverdier i dette datasettet.

#### **5.5 Feilkilder og begrensninger**

Hovedfeilkilden og begrensningen i denne oppgaven var tidsvariabelen som ble brukt til å beregne utmelkingshastighet. Som tidligere nevnt var tidsvariabelen som ble benyttet i beregning av gjennomsnittlig utmelkingshastighet i kg per minutt bokstid et mål på tiden fra kua ble registrert i melkeroboten og til kua ikke lengre ble observert i melkeroboten av ei fotocelle i midten av melkeroboten. Det var kuas egen motivasjon ene og alene til å forlate

melkeroboten som bestemte hvor lenge hun ble stående. Denne motivasjonen blir påvirket av flere faktorer, tid i laktasjonen, grad av vellykkethet på melkinger, sosial rang i flokken, utforming og plassering av melkeroboten.

Underveis i innsamling av godkjenninger på deltakelse i studien fortalte produsentene om flere faktorer som kan påvirke resultatene på besetningsnivå og som det må vurderes i hvilken grad det skal tas hensyn til. Et av temaene som ble tatt opp var vakuumnivå på melkeanlegget. Forskjell i vakuumnivå på melkeanleggene kan påvirke utmelkingshastigheten i den enkelte besetning. Høyere vakuumnivå vil gi raskere utmelkingshastighet og omvendt. Det ble også tatt opp at kvalitet på service på melkeroboten var viktig. En produsent kunne fortelle at hans kyr i gjennomsnitt hadde gått igjennom roboten vesentlig raskere etter en service på melkeroboten og –anlegget. Dette mente han i all hovedsak skyldtes smuss og dugg på innsiden av glasset til robotarmen som benyttes til å finne spenene. Dette er ganske mye, og vil helt klart påvirke kapasiteten til roboten, spesielt om den ligger tett opp mot kapasitetsgrensa.

En besetning lot kalvene gå med kyrne de første 30 dagene etter kalving. Dette vil påvirke og gi en tilsynelatende mindre melkemengde og færre besøk i melkeroboten for disse kyrne enn hva situasjonen ville vært om de ble fratatt kalven med en gang etter kalving.

Den største begrensningen for oppgaven var mengden data. På tross av at det ble hentet data fra 46 besetninger over en toårs periode, hos en stor del tre år, var perioden for kort til å hente inn data fra mange kyr med fullstendige laktasjoner med det antallet besetninger ble mengden data kraftig redusert da utplukkskriteriene ble satt. Antall observasjoner gikk fra 2,3 millioner til i overkant av 1,5 millioner, kun ved å ekskludere verdier en anser å være for svake. På grunn av det begrensede datamaterialet ble det i denne undersøkelsen besluttet å inkludere alle alle kyr uavhengig av hvor mange observasjoner de måtte ha.

## **5.6 Fordeler og ulemper med ulike mål på utmelkingshastighet**

Studien viser at faktorer som påvirker gjennomsnittlig utmelkingshastighet per minutt bokstid er melkemengde, tid i laktasjonen og laktasjonsnummer. Faktorer som antall melkinger og mengde per melking har også innvirkning, men disse kommer mer som en følgeeffekt av melkemengde hos kua. Melkemengde er i tillegg noe styrt av laktasjonsnummer, og antall dager i melk. Et økt antall daglige melkinger gir en noe redusert gjennomsnittlig utmelkingshastighet i kg per minutt bokstid, sannsynligvis på grunn

Tabell 7 og 8 viste at det er svært sterke korrelasjoner mellom 305-dagers laktasjon og ulike perioder innen laktasjonene. Dette betyr at det er mulig å hente ut data om utmelkingshastighet på et tidlig tidspunkt i laktasjonen.

Når det gjelder data fra melkeroboter er det flere ulike mål som er aktuelle. I dette datasettet var det bare et mål tilgjengelig for å regne ut utmelkingshastigheten, i tillegg var dette målet noe usikkert da tidtaking for melking ikke stoppet før kua hadde gått ut av melkeroboten. Det var mulig å velge andre typer rapporter i DelPro, der var det også mulig å hente ut ren melketid fra kua kom inn i roboten til siste spenekopp var tatt av. Det ble valgt å ikke benytte denne rapporten da den kun inkluderte en måling per ku, og ingen historiske data.

### **5.7 Videre arbeid og anbefaling**

Gjennomgangen av datamaterialet fra DeLaval melkeroboter har pekt på noen av utfordringene relatert til data fra melkerobot. Det er behov for en standardisering av variabler som må benyttes for å få til en samkjøring med allerede eksisterende data i Kukontrollen, som gårdsnummer og dyrenummer. Den viktigste informasjonen en trenger for å kunne kombinere data er kuas ørenummer og gården kua tilhører. For variabler knyttet til kvigevurderinga, som blant annet utmelkingshastighet, ville det vært en fordel om dette kunne overføres direkte.

Andre egenskaper som registreres av melkeroboten og som potensielt kan brukes i avlsarbeidet er speneavstand, speneplassering og avstand fra spene til gulv (Byskov et al. 2012). Roboten lagrer koordinatene for speneplassering og benytter dem for raskere påsett. Antall avspark og/eller antall ufullstendige melkinger er eksempler på egenskaper som registreres i robot og som kan brukes for å beskrive lynne. Konduktivitet et helserelatert mål som muligens kan utnyttes som indikator på jurhelse.

## 6.0 Konklusjon

Gjennomsnitt utmelkingshastighet for alle observasjoner i datasettet var på 1,46 kg/min bokstid, og fordelingen er normalfordelt. Faktorer som påvirker utmelkingshastighet er melkemengde, tid i laktasjonen og laktasjonsnummer.

Om utmelkingshastighet i fremtiden fortsatt skal kategoriseres som rask, middels og sein, viser denne oppgaven at kyr i DeLaval melkeroboter med en utmelkingshastighet mellom 0,9 kg/min bokstid og 2,0 kg/min bokstid har middels utmelkingshastighet. Kyr med høyere utmelkingshastighet enn 2,0 kg/min bokstid er raske, og seine kyr har utmelkingshastighet lavere enn 0,9 kg/min bokstid. Det er en forutsetning at målet *MilkDurationInMin* benyttes sammen med *Gjennomsnittlig daglig mengde forrige 7 dager* i målet for historikk.

Arvegraden var 0,29 for 305-dagers laktasjon. Dette er betydelig høyere enn arvegraden som benyttes for utmelkingshastighet i dag.

## 7.0 Referanser

- Bagnato, A., Rossoni, A., Maltecca, C., Vigo, D. & Ghiroldi, S. (2003). Milk emission curves in different parities in Italian Brown Swiss cattle. *Italian Journal of Animal Science*, 2 (Suppl. 1): 46 - 48.
- Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M. & Kolstad, B. W. (1998). Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation, and milking speed. *Journal of Dairy Science*, 81 (4): 1157-1168.
- Bruckmaier, R. M. & Hilger, M. (2001). Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. *Journal of Dairy Research*, 68 (3): 369-376.
- Byskov, K., Buch, L. H. & Aamand, G. P. (2012). Possibilities of implementing measures from automatic milking systems in routine evaluations of udder conformation and milking speed. *Interbull Bulletin*, 46: 28 - 33.
- DeLaval. (2012). *Frihet til å velge. DeLaval frivillig melkesystem VMS*: DeLaval, Ski, Norge.
- Erdman, R. A. & Varner, M. (1995). Fixed yield responses to increased milking requery. *Journal of Dairy Science*, 78: 1199 - 1203.
- Geno. (2006). *NRF i verden*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/Om-NRF-kua/NRF-i-verden/> (lest 13.07.2013.).
- Geno. (2009a). *Avlsarbeidet med NRF*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/Avlsarbeidet-med-NRF/> (lest 13.07.2013).
- Geno. (2009b). *Avlsmålet for NRF*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/Avlsmalet-for-NRF/> (lest 29.06.2013).
- Geno. (2009c). *Utmjølking*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Forsiden/NRF/Egenskapene-i-avlsarbeidet/Utmjolkning/> (lest 10.07.2013).
- Geno. (2010). *NRF og avl*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/> (lest 28.06.2013).
- Geno. (2012). *Historisk tilbakeblikk*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/Om-NRF-kua/Historikk/> (lest 11.07.2013).
- Geno. (2013). *Geno oksekatalogen*. Tilgjengelig fra: <http://www.oksekatalogen.no/> (lest 14.08.13).
- Gäde, S., Stamer, E., Junge, W. & Kalm, E. (2006). Estimates of genetic parameters for milkability from automatic milking. *Livestock Science*, 104 (1-2): 135 - 146.
- Gäde, S., Stamer, E., Bennewitz, J., Junge, W. & Kalm, E. (2007). Genetic parameters for serial, automatically recorded milkability and its relationship to udder health in dairy cattle. *Animal*, 1 (6): 787 - 796.
- Helsetjenesten for Storfe. (2013). *Årsmelding 2012*. Tilgjengelig fra: [https://medlem.tine.no/cms/aktuelt/nyheter/fagnytt/\\_attachment/303820?\\_ts=13fceaf b62](https://medlem.tine.no/cms/aktuelt/nyheter/fagnytt/_attachment/303820?_ts=13fceaf b62) (lest 01.08.2013).

- Jacobs, J. A., Ananyeva, K. & Siegford, J. M. (2012). Dairy cow behavior affects the availability of an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 95: 2186 - 2194.
- Luttinen, A. & Juga, J. (1997). Genetic relationships between milk yield, somatic cell count, mastitis, milkability and leakage in Finnish dairy cattle population. *Interbull Bulletin*, 15: 78 - 83.
- Løvendahl, P. & Chagunda, M. G. G. (2011). Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. *Journal of Dairy Science*, 94: 5381 - 5392.
- Madsen, P. & Jensen, J. (2007). A user's guide to DMU, version 6, release 5.1. *Faculty of Agricultural Sciences, University of Aarhus, Aarhus, Denmark*.
- Mayer, H., Bruckmaier, R. & Schams, D. (1991). Lactational changes in oxytocin release, intramammary pressure and milking characteristics in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 58: 159-169.
- Meyer, K. & Burnside, E. B. (1987). Scope for a subjective assessment of milking speed. *Journal of Dairy Science*, 70: 1061 - 1068.
- Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I. R., Friggens, N. C., Sloth, K. H. M. N. & Løvendahl, P. (2004). Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. *Journal of dairy science*, 87 (4): 1099-1107.
- Ouweltjes, W., Beerda, B., Windig, J. J., Calus, M. P. L. & Veerkamp, R. F. (2007). Effects of management and genetics on udder health and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90 (1): 229 - 238.
- Pearson, R. E., Fulton, L. A., Thompson, P. D. & Smith, J. W. (1979). Three times a day milking during the first half of lactation. *Journal of Dairy Science*, 62: 1941 - 1950.
- Persson Waller, K., Westermark, T., Ekman, T. & Svennersten-Sjaunja, K. (2003). Milk leakage - an increased risk in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 86: 3488 - 3497.
- Pfeilsticker, H. U., Bruckmaier, R. M. & Blum, J. W. (1996). Cisternal milk in the dairy cow during lactation and after preceding teat stimulation. *Journal of Dairy Research*, 63 (4): 509 - 515.
- Rensing, S. & Ruten, W. (2005). Genetic evaluation for milking speed in German Holstein population using different traits in a multiple trait repeatability model. *Interbull Bulletin*, 33: 163 - 166.
- Rupp, R. & Boichard, D. (1999). Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation holsteins. *Journal of Dairy Science*, 82 (10): 2198-2204.
- Samore, A. B., Roman-Ponce, S. I., Vacirca, F., Frigo, E., Canavesi, F., Bagnato, A. & Maltecca, C. (2011). Bimodality and the genetics of milk flow traits in the Italian Holstein-Friesian breed. *Journal of Dairy Science*, 94 (8): 4081-4089.
- Sandrucci, A., Tamburini, A., Bava, L. & Zucali, M. (2007). Factors affecting milk flow traits in dairy cows: results of a field study. *Journal of Dairy Science*, 90 (3): 1159-1167.

- SAS. (2002-2010). *9.3 utg.*: USA: SAS Institute Inc.
- Sivertsen, K. N. (2011). *Genetiske sammenhenger mellom utmjølkingssegenskaper og mastitt i Norsk Rødt Fe (NRF)*. Masteroppgave. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. 42 s.
- Sprengel, D., Dodenhoff, J., Götz, K.-U., Duda, J. & Dempfle, L. (2001). International genetic evaluation for milkability. *Interbull Bulletin*, 27: 35 - 40.
- Steine, T. (1988). Utmjølkingsegenskaper. *Budskap og avdrått*, 40 (2): 88 - 89.
- Steine, T., Sehested, E., Svendsen, M., Ranberg, I. M. A., Larsgard, A. G., Heringstad, B., Karlsen, A. & Rise, O. (2004). *Storfeavl*. Gan forlag.
- Tancin, V., Ipema, A. H., Peskovicova, D., Hogewerf, P. H. & Macuhova, J. (2003). Quarter milk flow patterns in dairy cows: factors involved and repeatability. *Veterinarni Medicina*, 48 (10): 275-282.
- Tancin, V., Ipema, B., Hogewerf, P. & Macuhova, J. (2006). Sources of variation in milk flow characteristics at udder and quarter levels. *Journal of Dairy Science*, 89 (3): 978-988.
- TINE. (2003). *Årsmelding og regnskap 2002*. Tilgjengelig fra: [http://www.tine.no/om-tine/aktuelt-og-media/arsrapporter/\\_attachment/8958?true&\\_ts=109ab6380c9](http://www.tine.no/om-tine/aktuelt-og-media/arsrapporter/_attachment/8958?true&_ts=109ab6380c9) (lest 05.05.2013).
- TINE. (2013a). *Nye tall fra Kukontrollen, årsresultat 2012*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/trm/tp/page?id=58&key=16772> (lest 05.05.2013).
- TINE. (2013b). *Årsrapport 2012. Tine og bonden*. Tilgjengelig fra: <http://arsrapport2012.tine.no/melk-og-myter/tine-og-bonden> (lest 05.05.2013.).
- Vicario, D., Degano, L. & Carnier, P. (2006). Genetic evaluation for milkability using subjective and measured observations in Italian dual purpose Simmental cows. *Interbull Bulletin*, 35: 53 - 57.
- Weiss, D., Weinfurtner, M. & Bruckmaier, R. M. (2004). Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 3280 - 3289.
- Weiss, D. & Bruckmaier, R. M. (2005). Optimization of individual prestimulation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88 137 - 147.
- 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 (3): 1004-1009.
- Zwald, N. R., Weigel, K. A., Chang, Y. M., Welper, R. D. & Clay, J. S. (2005). Genetic evaluation of dairy sires for milking duration using electronically recorded milking times of their daughters. *Journal of Dairy Science*, 88 (3): 1192-1198.