



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2017 60 stp
Fakultet for biovitenskap

Forslag til nye egenskaper for lynne på Norsk Rødt Fe i data fra automatiske melkesystemer

Possible new measures of temperament in
Norwegian Red in data from automatic milking
systems

Stine Helmsgård
Husdyrvitenskap

Forord

Gjennom hele barndommen og frem til voksen alder har interessen for husdyr vært stor. Det var derfor helt naturlig for meg som byjente fra Oslo å studere husdyrvitenskap på NMBU. De ulike fagretningene i studiet har gitt en bred forståelse av fagfeltet, og evnen til å se problemstillinger fra et stort perspektiv. Etologi og genetikk pekte seg ut for meg, og det har vært givende å få skrive masteroppgave om både atferd og avl. Jeg håper grunnlaget jeg legger i dette studiet kan bygges videre på, og være til nytte for utviklingen av Norsk Rødt Fe.

I løpet av studieperioden har jeg møtt mange flotte mennesker jeg setter stor pris på. Spesielt vil jeg takke Gunnhild Helene Breiland, Cathrine Brekke og Lina Ruud for fem fine år.

Jeg vil også takke veilederne mine Bjørg Heringstad, Ruth Newberry og Karoline Bakke Wethal. Det har vært lav terskel for å stille spørsmål, og dere er alltid raske til å svare. Takk til Bjørg for uvurderlig hjelp, og for at du alltid tar deg tid. Takk til Ruth for gode innspill fra et etologisk synspunkt, og takk til Karoline for at du tok deg til tid å vise meg rundt i fjøset. I tillegg vil jeg takke Gunnar Klemetsdal for forslag til tema på oppgaven.

Til slutt vil jeg takke familien for all støtten. Takk for at jeg har fått å gå min egen vei, og at dere alltid har troen på meg.

NMBU, 9 mai 2017

Stine Helmsgård

Sammendrag

Ved melking i automatisk melkesystem (AMS) settes det nye krav til kuas atferd, og med økende bruk av robot i melkeproduksjonen er det derfor nødvendig å fornye avlsmålet til kuene. Det ligger et potensiale å benytte objektive registreringer fra AMS i dette arbeidet.

Formålet med dette studiet var å finne nye egenskaper for lynne hos Norsk Rødt Fe, i data fra melkerobot. Data ble hentet fra universitets besetningen på Senter for husdyrforsøk og Kukontrollen, og i alt 62842 observasjoner fra 102 kuer i 1 til 6 laktasjon ble benyttet i beregningene. Melkerobotdata ble registrert i et styrt og et fritt melkesystem. Kuene i studien var med i et seleksjonsforsøk med to seleksjonslinjer, selektert for høy melkeproduksjon og lav mastittfrekvens respektivt.

Analyserte egenskaper var andel avspark av spenekopper per laktasjon (pAvspark), andel ufullstendige melkinger per laktasjon (pUf), antall avviste melkinger per ku per dag (AntAv), tidspunkt for melking per ku per melking per time (tidsp), og del av døgnet (t), antall melkinger per ku per dag (AntMd), oppholdstid i roboten per ku per melking (Otid), varighet av melkeprosessen per ku per melking (Mtid), varighet av behandlingstid i roboten per ku per melking (Btid). Egenskapene ble analysert med lineære modeller, og det ble sett på effekt av seleksjonslinje, melkesystem og laktasjonsnummer. For egenskaper med observasjoner per dag eller per melking, ble i tillegg effekt av laktasjonsdag som regresjon spesifikk for hver linje analysert.

Signifikante effekter (p-verdi) ble funnet for pAvspark (seleksjonslinje $<0,02$), pUf (seleksjonslinje og melkesystem $<0,05$), AntAv (alle $<,0001$), t (melkesystem $<0,02$, første- og andregrads regresjonsledd $\leq 0,003$), AntMd (alle $<,0001$), Otid (laktasjonsnummer og førstegrads regresjonsledd $<,0001$), Mtid (alle $<,0001$), og Btid (alle $<,0001$). Resultatene viser at data fra AMS har potensiale til å beskrive egenskaper for lynne, og signifikant effekt av seleksjonslinje indikerer at det er genetisk variasjon i egenskapen.

Abstract

Dairy cows meet new challenges in automatic milking systems (AMS), and with an increasing use of AMS in milk production it is necessary to reevaluate breeding goals for cows. There is a potential to use objective registrations from the milking robot to define new traits that could be used in breeding.

The aim of this study was to identify new traits for temperament in Norwegian Red, based on data from the milking robot. Data were collected from the university herd in Senter for husdyrforsøk and Kukontrollen, and 62842 observations from 102 cows in lactation numbers 1-6 were used in the analyses. The herd had two milking robots, an one-way-traffic milking system, and a free milking system. The cows in the study were part of a selection experiment with two selection lines, selected for high milk production and low mastitis frequency, respectively.

The analysed traits were proportion of milkings with kick-off of teat cups per lactation (pAvspark), proportion of incomplete milkings per lactation (pUf), number of rejected milkings per cow per day (AntAv), time (hour of the day) of milking per cow per milking (tidsp) and part of a 24 hour period (t), frequency of milking per cow per day (AntMd), duration of visits to the robot per cow per milking (Otid), duration of the milking process by the robot per cow per milking (Mtid), and duration of handling time at the robot per cow per milking (Btid). The traits were compared between selection lines, milking systems and lactations. For traits with observations per day or milking, effect of days in milk was included in the model, as a regression specific for each selection line.

Significant effects (p-values) were found for pAvspark (selection line <0,02), pUf (selection line and milking system <0,05), AntAv (all <,0001), t (milking system <0,02, first- and second-degree regression \leq 0,003), AntMd (all <,0001), Otid (lactation number and first-degree regression <,0001), Mtid (all <,0001), and Btid (all <,0001). The results suggest that data from AMS has the potential to describe temperament traits, and the significant effects of selection line indicates that there is genetic variation in the trait.

Innhold

1.0 Innledning.....	1
2.0 Litteratur.....	1
2.1 Generelt om lynne	1
2.2 Avlsarbeid og lynne hos NRF	3
2.3 Kuas atferd i løsdrift med AMS	4
2.4 Viktighet av lynne i avlen.....	6
2.5 AMS data i avlsarbeidet	6
3.0 Material og metode.....	7
3.1 Datamateriale.....	7
3.2 Definisjon av egenskaper.....	8
3.3 Beskrivende data.....	10
3.4 Modellene	13
4.0 Resultat.....	14
4.1 Avspark.....	14
4.2 Ufullstendig melking	14
4.3 Avvisning.....	15
4.4 Melketidspunkt	16
4.5 Antall melkinger	16
4.6 Oppholdstid, melketid og behandlingstid	17
5.0 Diskusjon.....	19
5.1 Avspark.....	19
5.2 Ufullstendig melking	20
5.3 Avvisning.....	20
5.4 Melketidspunkt	20
5.5 Antall melkinger	21
5.6 Oppholdstid	21

5.7 Melketid.....	22
5.8 Behandlingstid.....	22
5.9 Generell diskusjon.....	22
6.0 Konklusjon.....	23
7.0 Referanser.....	24

1.0 Innledning

Antall løsdriftsfjøs med automatisk melke system (AMS) er økende, og i fremtiden er det mulig at de fleste besetninger med melkekyr i Norge benytter melkerobot (Bakke 2014; Rinell et al. 2014). Et slikt system er basert på at kuene går fritt, oppsøker roboten frivillig, og fungerer i sosiale grupper. Det settes derfor andre krav til melkekua i AMS enn i et båsfjøs med manuell melking. På bakgrunn av dette kan AMS kreve en fornyelse av avlsmålet til melkekua, og det kan bli viktigere å måle atferds egenskaper (Boichard & Brochard 2012; Rinell et al. 2014).

I avlssystemet til Norsk Rødt Fe (NRF) er det i dag kuas oppførsel ved melking som er atferds egenskap i avlsmålet, og betegnes som lynne (Geno 2016c). Atferd under melking er en viktig egenskap å måle i AMS, men de nye utfordringene kua får i dette systemet krever at lynneegenskapen utvides. For å utvikle lynneegenskapen må både metode for datainnsamling og hvilke egenskaper for lynne som registreres fornyes. Melkeroboten registrerer informasjon om kuene som potensielt kan benyttes i avlsarbeidet (Carlström et al. 2013).

Formålet med dette studiet er å finne nye egenskaper for lynne i data fra AMS som kan benyttes til å utvikle lynneegenskapen i avlsmålet til NRF. Egenskapene avspark av spenekopp, ufullstendige melkinger, avvist melking, melketidspunkt, antall melkinger, oppholdstid, melketid og behandlingstid ble vurdert, og sammenlignet mellom to seleksjonslinjer av NRF i to forskjellige AMS systemer.

2.0 Litteratur

2.1 Generelt om lynne

Lynne er et begrep som brukes om et individs natur og væremåte, og som sier noe om hvilken atferd som er karakteristisk for et individ i en gitt situasjon. Lynne beskrives også som temperament, personlighet eller mestringsstrategi, og det er liten forskjell mellom disse begrepene (Coleman 2012; Freeman & Gosling 2010; Haskell et al. 2014; Koolhaas et al. 1999).

For å få en klarere forståelse av hva lynne betyr, er det nødvendig å studere forskning på tvers av fagfelt, arter og metoder (Blosser 1979; Freeman & Gosling 2010; Gosling & Eisenberg 2001; Williams 1958). På tross av mange studier i flere fagfelt, finnes det ikke en klar definisjon på hva lynne er (Gosling & Eisenberg 2001; Réale et al. 2007; Strelau 2001).

Prinsipper fra personlighetsvurdering på menneske kan brukes videre i forskning på personlighet hos dyr (Gosling & Eisenberg 2001), samtidig er det viktig å huske at vi ikke vet hva dyrene tenker, eller hva bakgrunnen for atferden deres er (Nagel 1974). Tabell 1 gir en oversikt over ulike begreper og definisjoner av lynne.

Tabell 1. Definisjoner av ulike lynnebegreper.

Referanse	Definisjon
(Carere & Eens 2005)	Personlighet representerer tilpassende korrelerte atferder som uttrykkes i ulike situasjoner
(Haskell et al. 2014)	Temperament hos dyr kan defineres som respons på miljømessige og sosiale stimuli
(Kilgour 1975)	Temperament kan defineres som den atferdsmessige karakteristikken som resulterer fra individets fysiske, hormonelle og nervøse sammensetning, og fører til det unike lynnet til et dyr i kontrast til andre artsmedlemmer
(Koolhaas et al. 1999)	En mestringsstrategi kan bli definert som et sammenhengende sett atferdsmessige og fysiologiske stressresponser som varer over tid og som er karakteristisk for en bestemt gruppe individer
(Nettle 2005)	Personlighet beskriver konsekvent atferd fra et bredt spekter innen dyret selv og på tvers av situasjoner
(Réale et al. 2007)	Temperament beskriver ideen om at forskjeller i individuell atferd er repeterbare over tid, og på tvers av situasjoner
(Strelau 2001)	Temperament refererer til grunnleggende, relativt stabile personlighetsegenskaper som har vært uttrykt siden tidlig barndom, uttrykkes hos menneske, og har sitt motstykke i dyr

Anatomi og fysiologi er forskjellig både mellom og innen arter. Hjertestørrelse, muskelmasse, skjellet og størrelse på hormonproduserende kjertler er eksempler på faktorer som varierer mellom individer av samme art, og fører til atferdsmessige forskjeller mellom individene (Gosling & Eisenberg 2001; Koolhaas et al. 1999; Nagel 1974; Réale et al. 2007). Det finnes dermed ulike mestringsstrategier for å takle en gitt situasjon (Koolhaas et al. 1999), og lynne påvirker hvordan en situasjon tolkes og takles (Sapolsky 2004).

I forskningen på lynne hos dyr er det ofte fokusert på dyrets reaksjon på et ukjent objekt eller situasjon. Dette gir dyrene en utfordring de må takle, der dyrets mestringsstrategi vurderes. Eksempler på egenskaper som registreres er aggressivitet, unngåelse, villighet til å ta risiko og utforskning. Disse egenskapene reflekterer kun en dimensjon av dyrets atferds spekter. Lynne omfatter atferd i både positive og negative situasjoner, men når dyret utsettes for en utfordring blir lynnet uttrykt tydeligere, og derfor er denne metoden mye brukt i lynneforskningen på dyr. (Coleman 2012; Freeman & Gosling 2010; Réale et al. 2007).

Lynne er vist å være arvelig. Vukasović et al. (2015) utførte en studie på mennesker der de fant at genetikkl forklarte i gjennomsnitt 40% av den individuelle variasjonen i personlighet. Egenskaper som arves har en arvegrad (h^2), som forteller hvor stor del av fenotypisk varians som kan forklares med additiv genetisk varians (Lynch & Walsh 1998). Denne type informasjon brukes i avlsarbeid på dyr for å beregne avlsverdier for ulike egenskaper, slik at de genetisk beste dyra kan selekteres.

Analyser av lynne på melkeku har ofte et fokus på kuas atferd ved melking og håndtering (Haskell et al. 2014). Samtidig som lynne er vanskelig å definere, finnes det ingen standard metode for å registrere lynne på melkeku. Det er blitt benyttet skalaer av egenskaper for lynne som bedømmes subjektivt av en person (Egger-Danner et al. 2015). Slike skalaer varierer, og går for eksempel fra 1 (rolig) til 3 (rastløs), eller 1 (nervøs) til 50 (medgjørlig). Analysene har gitt arvegrader på lynne fra 0,01 til 0,53, men fordi ulike metoder er brukt kan ikke disse sammenlignes direkte (Dickson et al. 1970; Erf et al. 1992; Kramer et al. 2013; Lawstuen et al. 1988; Sewalem et al. 2011). Lynne er en bruksegenskap det er vanskelig å sette en økonomisk verdi på, og arvegradene er moderate til lave. Mange land har av den grunn ikke lynne med i avlsmålet for melkeku (Haskell et al. 2014).

2.2 Avlsarbeid og lynne hos NRF

NRF er en melkekurase med genmateriale fra gamle norske- og importerte raser. Avlsarbeidet på NRF startet i 1935, og i dag er det den mest utbredte melkekurasen i Norge (Geno 2014; Geno 2017g). Det har tidlig vært fokus på et avlsmål med mange egenskaper. Fruktbarhet har vært vektlagt siden 1970-tallet, og bruksegenskaper har utgjort 20-25% av avlsmålet. Et bredt og langsiktig avlsmål gir bedre grunnlag for å få friske dyr, og sørger for genetisk variasjon til kommende generasjoner. Dette har ført til at dagens NRF-ku har spesielt gode egenskaper for helse og fruktbarhet, og har et ettertraktet genmateriale som eksporteres til over 30 land (Geno 2016a; Geno 2016b; Geno 2016d).

Det har de siste årene vært en omlegging av avlsarbeidet på NRF, og fra februar 2017 benyttes ett-steps genomisk seleksjon til beregning av avlsverdier (Geno 2017a). En genombasert avlsverdi estimeres ut fra genetiske markører (SNP'er) på kromosomene i dyrets DNA, og denne informasjonen brukes til å kartlegge genomisk slektskap mellom dyrene (Geno 2017e). Slektskapet til dyr som ikke er genotypet er fortsatt basert på stamtavle, og egenskaper som observeres på dyret (fenotype) er de samme som når avlssystemet var basert på avkomsgranskning (Geno 2016e) og (Heringstad 2017, pers. kom.).

Et-steps genomisk seleksjon fører til kortere generasjonsintervall og raskere genetisk fremgang. Oksene blir genotypet allerede som kalver, slik at de beste individene kan selekteres på et tidligere tidspunkt. Det benyttes også genotyping på kuene for de samme egenskapene som hos oksene. Dette gir mer informasjon om avlsdyrene, og kombinert med at ett-steps genomisk seleksjon gir høyere sikkerhet på avlsverdi for unge genotypa dyr, vil denne metoden gi positiv genetisk fremgang i avlen (Geno 2017a).

Avlsmålet viser hvilke egenskaper det selekteres for i avlen og hvor mye hver enkelt egenskap vektlegges. Dagens avlsmål på NRF ble sist endret i 2015 (Geno 2016d), se tabell 2.

Tabell 2. Gjeldende vektlegging av egenskapene i avlsmålet til NRF (Geno 2016d).

Egenskap	Vektlegging (%)
Melk	28
Jurhelse	18
Fruktbarhet	18
Jur	18
Kjøtt	6
Andre sykdommer	4
Klovhelse	4
Bein	2
Lynne	1
Kalvingsvansker	0,5
Dødfødsler	0,5

Lynneegenskapen har vært inkludert i avlsmålet siden 1978, og utgjør i dag 1 % av samlet avlsverdi (Geno 2016c; Geno 2016d). Lynne beregnes ut fra dyrets respons på melking, og måles på kviger som har fått sin første kalv. Kvigene evalueres av bonden ut fra en tredelt skala, 1 = Ekstra snill, rolig, 2 = Alminnelig, og 3 = lei, og resultatet av vurderingen sendes til Kukontrollen. For å få en riktigst mulig vurdering av lynne får kvigene gå minst 30 dager etter kalving før de blir vurdert. Lynne måles en gang i kuas liv, og dagens lynneegenskap har en arvegrad på 0,09 (Bakke 2014; Geno 2016c; Steine et al. 2004).

2.3 Kuas atferd i løsdrift med AMS

I et løsdriftsfjøs med AMS går kuene fritt, der de selv må oppsøke roboten som en individuell handling (Jacobs et al. 2012; Jacobs & Siegfjord 2012a; Rousing et al. 2006). Systemet er avhengig av at kuene oppsøker roboten flere ganger om dagen, og dette styres både av kuas motivasjon til å gå i roboten og bondens ønskede melkingsintervall (Rousing et al. 2006). Stefanowska et al. (1999) studerte samme gruppe på 24 kuer i tre forskjellige systemer, fritt

system, fritt system med venteareal og styrt system med venteareal. Kuene gikk fire uker i hvert system, og gjennomsnittlig melkefrekvens ble beregnet til 3,0, 2,9 og 3,1 melkinger per ku per dag respektivt, med standard avvik på 0,4 i alle systemene. Resultatene til (Winter & Hillerton 1995) viste et gjennomsnittlig melkeintervall på 5,4 timer.

Roboten gjenkjenner hvert individ i besetningen, og registrerer tidspunkt for melking. Ved besøk av roboten oftere enn ønsket melkingsintervall vil kua bli avvist. Dette kan føre til nedsatt kapasitet av AMS, da kuer som ikke har melketillatelse skaper kø og reduserer tilgangen til roboten (Bugten 2013). For sjeldne besøk fører til at kua må hentes av bonden og ledes inn i roboten, noe som er arbeids- og tidskrevende. For ofte og for sjeldne besøk i roboten har dermed negativ innvirkning på produksjonen og robotens kapasitet (Jacobs & Siegford 2012b; Ketelaar-de Lauwere et al. 1998).

Kuas motivasjon til å oppsøke melkeroboten påvirkes av om systemet er fritt eller styrt. I et fritt system har kua tilgang til fôrhekk og liggeareal, og kan til enhver tid oppsøke roboten. I motsetning fungerer et styrt system ved at kua må passere gjennom roboten for å komme fra fôrhekk til liggeareal (Ketelaar-de Lauwere et al. 1998). Det finnes ulike varianter av hvordan styrt system er utformet (Stefanowska et al. 1999). Utdeling av kraftfôr i roboten brukes som motivasjon i begge systemene (Jacobs & Siegford 2012b). Kuenes motivasjon for å bli melket i seg selv er lav (Prescott et al. 1998), og (Melin et al. 2006) fant i sin studie at i et fritt system var kuene mer motivert for å besøke roboten for å få kraftfôr enn for å bli melket.

Utforming av areal og sosial dynamikk har også innflytelse på kuenes bruk av melkeroboten. Ganger og porter før og etter roboten påvirker dyreflyt og interaksjoner mellom kuene (Jacobs et al. 2012), og et åpent venteareal foran roboten gir kuene mer kontroll over miljøet (Melin et al. 2006). I AMS er det en eller to melkeroboter fordelt på hele besetningen (Lauwere et al. 1996), og det kan oppstå konkurranse om tilgangen til roboten (Rinell 2013). I en studie på sosial atferd i AMS fant (Lauwere et al. 1996) at kuer med høy rang blokkerte tilgangen til roboten for kuer med lavere rang, noe som resulterte i at kuene med lav rang brukte lenger tid på å komme inn i roboten. Det er også funnet at kuer nølte med å forlate melkeroboten hvis det sto en annen ku ved utgangen. Kuer i sen laktasjon nølte mer enn kuer i tidlig laktasjon (Jacobs et al. 2012).

Det er funnet forskjell på melketidspunkt mellom kuer med høy og lav rang. I et studie utført av (Lauwere et al. 1996) oppsøkte kuene med høy rang roboten mellom klokken 12:00 og 18:00. Kuene med lav rang melket seg mellom 00:00 og 06:00, da pågangen i roboten var lav.

Samme studie viste at kuene med høy rang tilpasset besøkene i roboten etter hvor mye kraftfôr de fikk, i motsetning til lav rang kuene der kraftfôrmengde ikke gjorde noen forskjell i melketidspunkt. En annen studie av melketidspunkt viste høyere andel kuer i roboten i tidsrommene 08:00 til 13:00 og 15:00 til 19:00. Det var lavest aktivitet i roboten mellom 20:00 og 06:00 (Wagner-Storch & Palmer 2003).

Opphold i venteareal og melkerobot er aktiviteter som tar tid, og påvirker kuas tidsbudsjett. Tid er en begrenset ressurs, som påvirker produksjon og dyrevelferd. Hvis kua bruker lang tid på melkeprosessen vil det bli mindre tid til aktiviteter som å spise, tygge drøv og ligge. Ved tidspress prioriterer kuene å ligge fremfor å spise (Løvendahl & Munksgaard 2016; Munksgaard et al. 2005). For høylakterende kuer er det et kompromiss om tid mellom liggetid og spisetid, fordi høy melkeproduksjon krever stort fôr inntak. Kuer som blir stresset av redusert hvile kan få redusert velferd (Løvendahl & Munksgaard 2016).

2.4 Viktighet av lynne i avlen

Lynne er en bruksegenskap, og slike egenskaper har ikke den største vektleggingen i avlsmålet. Det er ofte lav arvegrad og informasjon om egenskapen kommer sent i dyrets liv. Bruksegenskaper er dermed ikke de mest effektive å forbedre, men det er likevel viktig å ha med i avlsmålet. Lynne påvirker økonomi, dyrevelferd og menneskelig sikkerhet, og produktiviteten kan forbedres ved et mer helhetlig syn på kuenes prestasjoner (Haskell et al. 2014). Lynneegenskapen sier noe om hvor godt tilpasset dyrene er til omgivelsene, og om de takler miljøet de lever i.

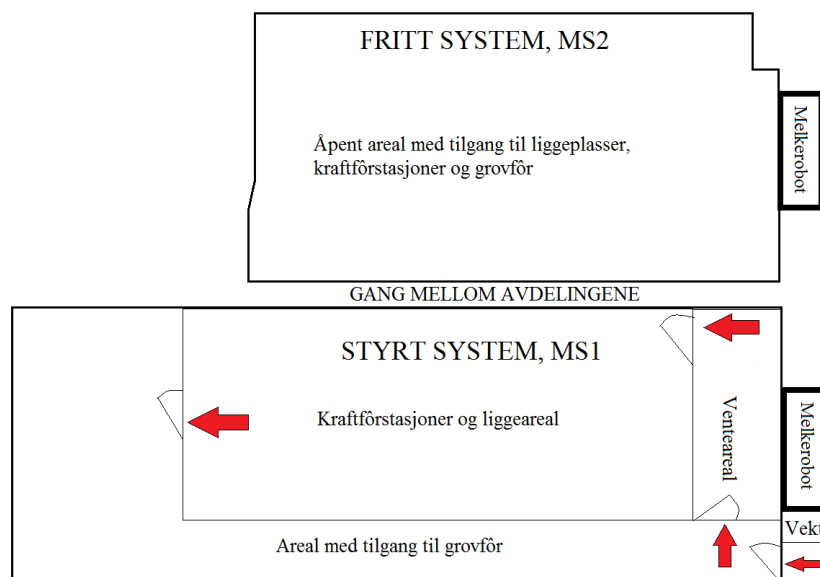
2.5 AMS data i avlsarbeidet

Ved melking i robot lagres informasjon om hvert individ i besetningen flere ganger om dagen. (Bakke 2014). Dataen registreres objektivt, og har et potensiale til å brukes i avlsarbeidet (Carlström et al. 2013). Repeterte målinger gjennom hele kuas liv gir et stort datagrunnlag for ulike egenskaper, og dermed større sikkerhet på avlsverdiene (Rinell et al. 2014; Wetlesen 2014). Genetisk variasjon er funnet på melkeegenskaper registrert i AMS. Sannsynlighet for avspark av spenekopper har estimert $h^2=0,31$, og kan mulig erstatte dagens måling av lynne på melkeku (Carlström et al. 2013; Rinell 2013).

3.0 Material og metode

3.1 Datamateriale

Melkerobotdata ble hentet fra en besetning på Senter for husdyrforsk (SHF), med to DeLaval melkeroboter og programvare DelPro. Datasettet besto av 62842 registreringer fra 15.01.2016 til 20.01.2017, fra et styrt (MS1) og et fritt (MS2) melkesystem, se figur 1. MS1 hadde avskilte soner med enveis porter. Tilgangen til melkeroboten var via et venteareal, med plass til maks fem kuer av gangen. Denne maksgrensen kunne justeres. Enveis porten til ventearealet forhindret kuene å besøke roboten uten melketillatelse, men kuer kunne slippes inn manuelt, snike seg inn med annen ku, eller bli sluppet inn ved en feil. Fra ventearealet kunne kuene velge å gå i melkeroboten eller i avdeling med kraftfôrstasjoner og liggeplasser. I MS2 hadde kuene fri tilgang til alle fasiliteter i avdelingen, og det ble tilbudt kraftfôr i roboten i begge systemene. Enkelte kuer er blitt flyttet mellom systemene i tidsrommet datasettet er hentet fra.



Figur 1. Forenklet skisse av AMS avdelingene på Senter for husdyrforsk. Den øverste avdelingen er fritt system (MS2), og den nederste avdelingen er styrt system (MS1). De røde pilene i MS1 illustrerer enveis porter.

Variabler i datasett fra melkeroboten:

Starttid: dato og klokkeslett for melking.

Dnr: kuas ørenummer.

MS_MP: melkesystem, der MS1 er styrt system og MS2 er fritt system.

Aktivitet: aktivitet i roboten, aktivitet=melking og aktivitet=avvist ble brukt.

Otid: varighet av oppholdet i roboten per ku per melking, (mm:ss).

Mnr: antall melkinger per ku, per dag.

Avspark: antall melkinger innen et døgn med avspark av minst en spenekopp.

Ufullstendig: antall ufullstendige melkinger innen et døgn registreres ved mindre melkemengde enn forventet per spene.

Gjsn_melkestrom: gjennomsnittlig melkestrøm i hver spene, (kg/min).

Melkemengde_kg: melkemengde i hver spene (kg).

Informasjon om 102 kuer ble hentet fra Kukontrollen. Kuene var av rasen NRF, og de fleste var med i et seleksjonsforsøk som startet i 1989, med seleksjonslinjene høylinje (SL1) som er selektert for høy melkeytelse, og frisklinje (SL2) som er selektert for lav mastittfrekvens. Mer enn 25 år med ensidig seleksjon har ført til store genetiske forskjeller mellom de to linjene (Heringstad et al. 2007). Kuer fra begge seleksjonslinjer var fordelt i fritt og styrt melkesystem.

Variabler i datasett fra kukontrollen:

F_aar: kuas fødselsår.

SL: Seleksjonslinje, høylinje, frisklinje.

F_dato: kuas fødselsdato.

Lnr: kuas laktasjonsnummer, fra 1 til 6.

K_dato: dato for kalving.

K_aar: årstall for kalving.

Programvaren SAS 9.4 ble benyttet til å behandle datamaterialet (SAS 2002-2012).

3.2 Definisjon av egenskaper

- **pAvspark**

Antall avspark (pAvspark) ble beregnet fra variabelen avspark, og er et mål på antall avspark per ku gjennom hele laktasjonen. Følgende formel ble brukt:

$$pAvspark = \frac{\text{Antall avspark per ku per laktasjon}}{\text{Antall melkinger per ku per laktasjon}}$$

- **pUf**

Antall ufullstendige melkinger (pUf) ble beregnet fra variabelen ufullstig, og er et mål på antall ufullstendige melkinger per ku gjennom hele laktasjonen. Følgende formel ble brukt:

$$pUf = \frac{\text{Antall ufullstendige melkinger per ku per laktasjon}}{\text{Antall melkinger per ku per laktasjon}}$$

- **AntAv**

Antall avvist (AntAv) ble beregnet fra variabelen aktivitet, der aktivitet= avvist. AntAv er antall avviste besøk i roboten per ku per dag.

- **tidsp**

Tidspunkt for melking (tidsp) ble beregnet fra klokkeslettet i starttidvariabelen, og er melketidspunkt per ku per melking. tidsp er oppgitt i hele timer, og ble benyttet i beskrivende data.

- **t**

Del av døgnet (t) ble beregnet fra klokkeslettet i starttidvariabelen, og er et mål på melketidspunkt per ku per melking. t er oppgitt i 1, 2, 3 og 4, der 1= 00 til 06, 2= 06 til 12, 3= 12 til 18 og 4= 18 til 00. Melketidspunktet er oppgitt i hele timer. t ble benyttet i proc mixed modell for melketidspunkt.

- **AntMd**

Antall melkinger per dag (AntMd) ble beregnet fra variabelen aktivitet, der aktivitet= melking. AntMd er antall melkinger per ku per dag.

- **Mtid**

Melketid (Mtid) ble beregnet fra variablene melkemengde og gjennomsnittlig melkestrøm, og følgende formel ble brukt:

$$Mtid \text{ per spene} = \frac{\text{Melkemengde i hver spene (kg) per ku per melking}}{\text{Gjennomsnittlig melkestrøm per spene } \left(\frac{\text{kg}}{\text{min}}\right) \text{ per ku per melking}}$$

Verdien for spenen med høyest antall melkingsminutter ble benyttet som Mtid, og er oppgitt i (mm:ss). Mtid forteller hvor lang tid melkeprosessen i roboten tok, og er målt per ku per melking.

DeLaval melkerobot fortsetter å telle tiden ved avspark av spenekopp, slik at kuer med mange avspark vil kunne få noe lenger melketid. Variabelen Mtid er dermed ikke en ren fysiologisk variabel som kun måler tiden når det strømmer melk (Bakke Wethal 2017, pers. kom.).

- **Btid**

Behandlingstid (Btid) ble beregnet fra variablene oppholdstid i roboten (Otid) og melketid (Mtid).

$$Btid = Otid - Mtid$$

Btid er tiden fra kua kommer inn i roboten til melkestrømmen starter, og tiden det tar fra melkingen er ferdig til kua har forlatt roboten. Btid ble oppgitt i (mm:ss), og er målt per ku per melking.

Krav til data som ble brukt i beregningene:

5<Ldag<306, ser kun på kuer med laktasjonsdag 6 til 305. Ldag= antall dager fra kalving.

SL>0, kun kuer i seleksjonslinje 1 og 2.

Btid>0, kun positive verdier for behandlingstid.

Aktivitet = melking, ved utregning av pAvspark, pUf, tidsp, t, AntMd, Mtid og Btid.

Aktivitet = avvist, ved utregning av AntAv.

3.3 Beskrivende data

Beskrivende data for datasettet er vist i tabell 3 og 4. Figur 2 til 7 viser fordeling av egenskapene i analysen.

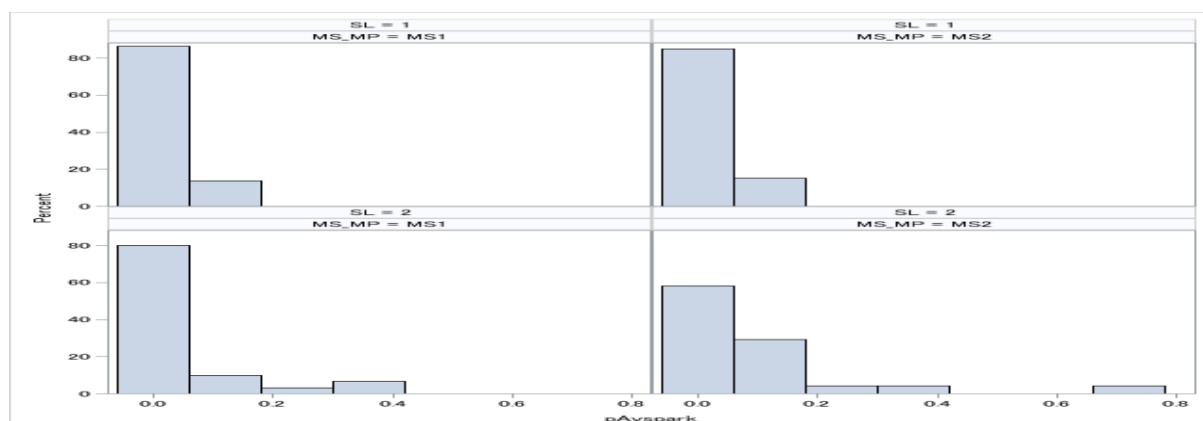
Tabell 3. Antall laktasjoner for kuer i laktasjonsdag 6 til 305, per laktasjonsnummer 1-6. Seleksjonslinje SL1=høylinje, SL2=frisklinje, og melkesystem MS1=styrt, MS2= fritt.

Laktasjonsnummer	SL1	SL2	SL total	MS1	MS2	MS total
1	18	17	35	18	8	26
2	13	13	26	12	13	25
3	7	7	14	6	8	14
4	3	11	14	8	5	13
5	1	4	5	4	1	5
6	1	2	3	2	1	3
Totalt	43	54	97	50	36	86

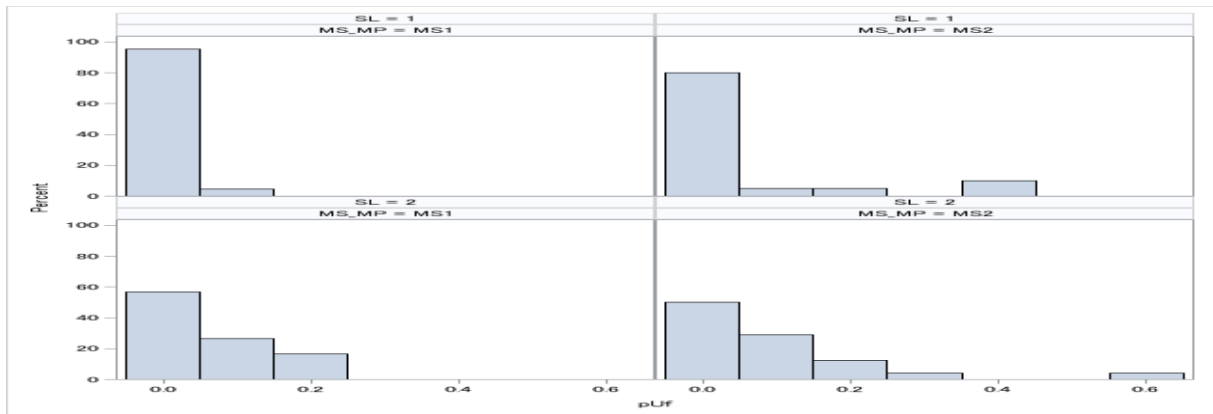
Tabell 4. Beskrivende statistikk med gjennomsnitt og standardavvik for egenskapene som ble analysert, for kuer i laktasjonsdag 6 til 305.

Egenskap ¹	Antall	Gjennomsnitt	Standardavvik
pAvspark	101	0,05	0,10
pUf	96	0,07	0,09
AntAv	15904	0,47	1,35
tidsp	40565	11,77	6,94
t	40565	2,56	1,10
AntMd	15815	2,56	1,08
Otid	40565	08:37	02:34
Mtid	40565	05:06	02:03
Btid	40565	03:31	01:32

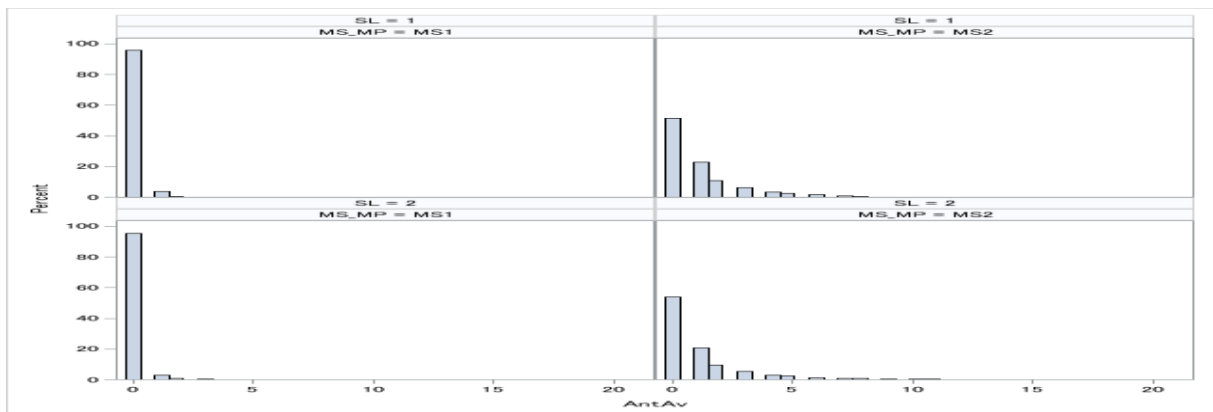
1: Der (**pAvspark**) er antall avspark per ku, gjennom hele laktasjonen, (**pUf**) er antall ufullstendige melkinger per ku, gjennom hele laktasjonen, (**AntAv**) er antall avvisninger per ku per dag, (**tidsp**) er melketidspunkt per ku per melking, (**t**) tidspunkt for melking i del av døgnet. (**AntMd**) er maksimalt antall melkinger per ku per dag, (**Otid**) er varighet av opphold i melkerobot per ku per melking, (**Mtid**) er varighet av melkeprosessen per ku per melking, (**Btid**) er varighet av behandlingstid i roboten per ku per melking.



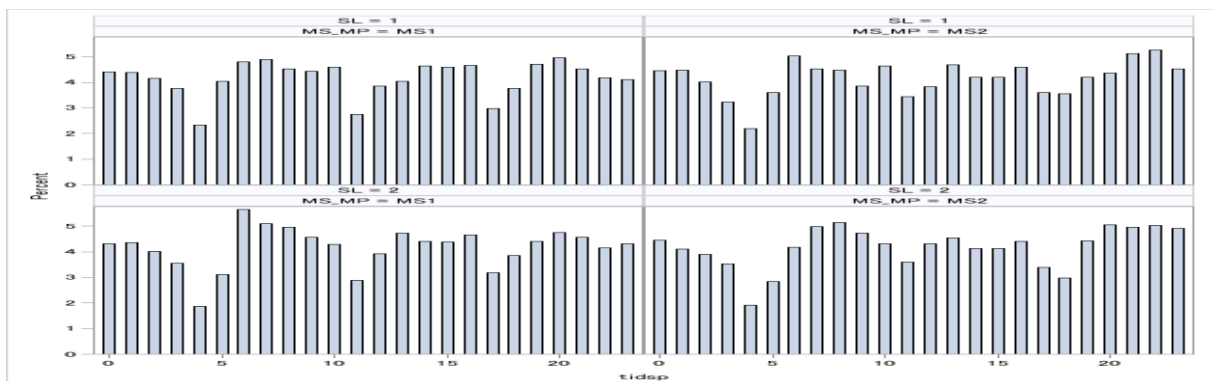
Figur 2. Fordeling av andel avspark, for kuer i laktasjonsdag 6 til 305. Vestre oppe: høylinje, styrt system, høyre oppe: høylinje, fritt system, venstre nede: frisklinje, styrt system, høyre nede: frisklinje, fritt system.



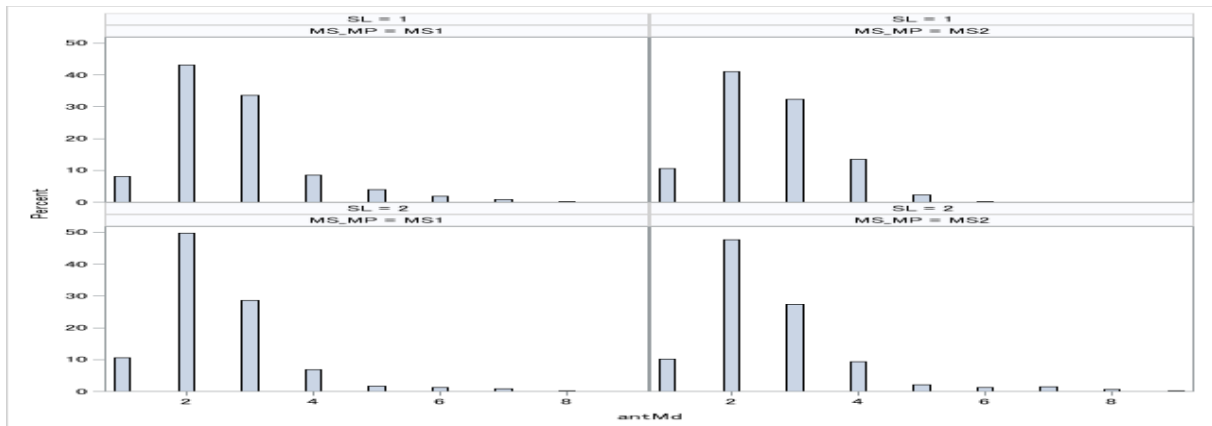
Figur 3. Fordeling av andel ufullstendige melkinger, for kuer i laktasjonsdag 6 til 305. Vestre oppe: høylinje, styrt system, høyre oppe: høylinje, fritt system, venstre nede: frisklinje, styrt system, høyre nede: frisklinje, fritt system.



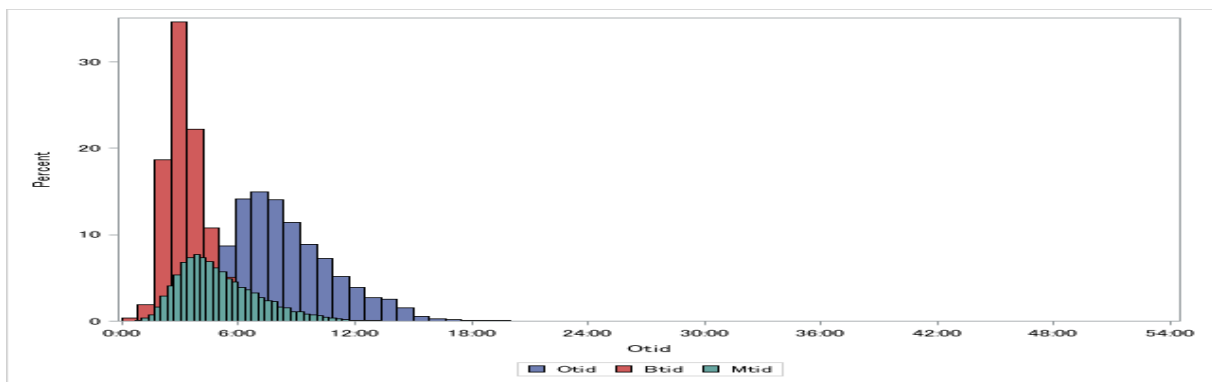
Figur 4. Fordeling av andel avviste melkinger, for kuer i laktasjonsdag 6 til 305. Vestre oppe: høylinje, styrt system, høyre oppe: høylinje, fritt system, venstre nede: frisklinje, styrt system, høyre nede: frisklinje, fritt system.



Figur 5. Fordeling av andel melkinger hver hele time for kuer i laktasjonsdag 6 til 305. Vestre oppe: høylinje, styrt system, høyre oppe: høylinje, fritt system, venstre nede: frisklinje, styrt system, høyre nede: frisklinje, fritt system.



Figur 6. Fordeling av andel melkinger per dag, for kuer i laktasjonsdag 6 til 305. Vestre oppe: høylinje, sturt system, høyre oppe: høylinje, fritt system, venstre nede: frisklinje, sturt system, høyre nede: frisklinje, fritt system.



Figur 7. Fordeling av Otid (blå), Mtid (grønn) og Btid (rød) for kuer i laktasjonsdag 6 til 305, i minutter. Der (**Otid**) er varighet av opphold i melkerobot per ku per melking, (**Mtid**) er varighet av melkeprosessen per ku per melking, (**Btid**) er varighet av behandlingstid i roboten per ku per melking.

3.4 Modellene

Proc GLM prosedyre ble benyttet til å finne forklaringsvariabler med signifikant effekt på egenskapene pAvspark og pUf. De faste effektene som ble testet var seleksjonslinje (SL, 2 klasser), melkesystem (MS, 2 klasser), laktasjonsnummer (Lnr, 6 klasser) og samspill mellom SL og MS.

GLM modell.

$$y = SL + MS + Lnr + SL \times MS + restledd$$

Proc mixed prosedyre ble benyttet til å finne forklaringsvariabler med signifikant effekt på egenskapene AntAv, tidsp, AntMd, Otid, Mtid og Btid. Her er det gjentatte observasjoner per ku, og dyrenummer ble satt som tilfeldig effekt. De faste effektene som ble testet var seleksjonslinje (2 klasser), melkesystem (2 klasser), laktasjonsnummer (6 klasser), og regresjon med første- og andregradsledd på laktasjonsdag (Ldag) spesifikk for hver linje.

MIXED modell.

$$y = SL + MS + Lnr + b_{1i} \times Ldag + b_{2i} \times Ldag \times Ldag + Dnr + restledd$$

Der b_{1i} og b_{2i} er regresjonskoeffisienter, og i er SL= 1 eller 2.

Least squares means (LSM) ble beregnet for alle egenskapene i modellen.

4.0 Resultat

4.1 Avspark

Type 3 test på modell for antall avspark per ku gjennom hele laktasjonen (**pAvspark**), viste at SL hadde signifikant effekt med p-verdi $<0,02$. LSM resultater for pAvspark vises i tabell 5.

Tabell 5. Least squares means (LSM) på antall avspark per ku gjennom hele laktasjonen, og standardfeil (SE) for de faste effektene seleksjonslinje (SL), melkesystem (MS), laktasjonsnummer (Lnr) og samspillseffekt av (SL*MS), fra GML modell.

Fast effekt	LSM	SE
SL1	0,0028	0,02
SL2	0,0576	0,02
MS1	0,0169	0,02
MS2	0,0435	0,02
Lnr1	0,0895	0,02
Lnr2	0,0449	0,02
Lnr3	0,0162	0,03
Lnr4	0,0325	0,03
Lnr5	0,0038	0,05
Lnr6	-0,0057	0,06
SL1*MS1	-0,0077	0,03
SL1*MS2	0,0134	0,03
SL2*MS1	0,0415	0,02
SL2*MS2	0,0736	0,02

4.2 Ufullstendig melking

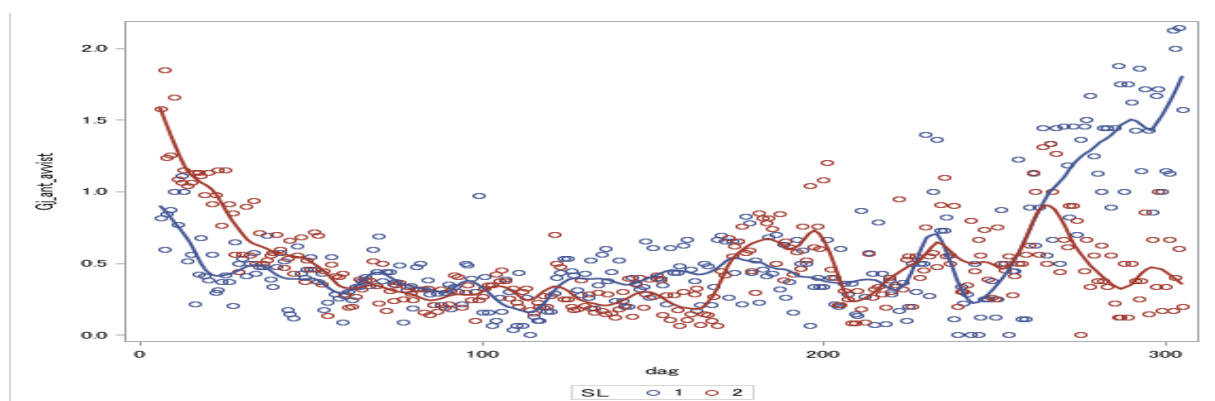
Type 3 test på modell for antall ufullstendige melkinger per ku gjennom hele laktasjonen (**pUf**), viste at seleksjonslinje (SL) og melkesystem (MS) hadde signifikant effekt med p-verdi $<0,05$. LSM resultater for pUf vises i tabell 6.

Tabell 6. Least squares means (LSM) på antall ufullstendige melkinger per ku gjennom hele laktasjonen, og standardfeil (SE) for de faste effektene seleksjonslinje (SL), melkesystem (MS), laktasjonsnummer (Lnr) og samspillseffekt av (SL*MS), fra GML modell.

Fast effekt	LSM	SE
SL1	0,0317	0,02
SL2	0,0720	0,02
MS1	0,0319	0,02
MS2	0,0718	0,02
Lnr1	0,0662	0,02
Lnr2	0,0611	0,02
Lnr3	0,0763	0,02
Lnr4	0,0935	0,03
Lnr5	0,0117	0,04
Lnr6	0,0022	0,05
SL1*MS1	0,0075	0,02
SL1*MS2	0,0559	0,02
SL2*MS1	0,0563	0,02
SL2*MS2	0,0877	0,02

4.3 Avvisning

Type 3 test for antall avviste besøk i roboten per ku per dag (**AntAv**), viste signifikant effekt med p-verdi= $<,0001$, for alle ledd i modellen, og b-verdier $b_{11} = -0,00833$, $b_{12} = -0,01128$, $b_{21} = -0,000031$, $b_{22} = -0,000037$. Gjennomsnittlig antall avvisninger per dag for de to seleksjonslinjene er vist med en loess regresjonskurve, se figur 8. LSM resultater for AntAv vises i tabell 7.



Figur 8. Gjennomsnittlig antall avvisninger per dag per linje for kuer i laktasjonsdag 5 til 305, med loess regresjonskurver. Høyelinje (SL1) er blå, frisklinje (SL2) er rød.

Tabell 7. Least squares means (LSM) på antall avviste melkinger per ku per dag, og standardfeil (SE) for de faste effektene seleksjonslinje (SL), melkesystem (MS), laktasjonsnummer (Lnr), fra MIXED modell.

Fast effekt	LSM	SE
SL1	0,60	0,02
SL2	0,67	0,02
MS1	0,06	0,01
MS2	1,20	0,02
Lnr1	0,80	0,02
Lnr2	0,56	0,02
Lnr3	0,53	0,02
Lnr4	0,57	0,03
Lnr5	0,69	0,04
Lnr6	0,65	0,05

4.4 Melketidspunkt

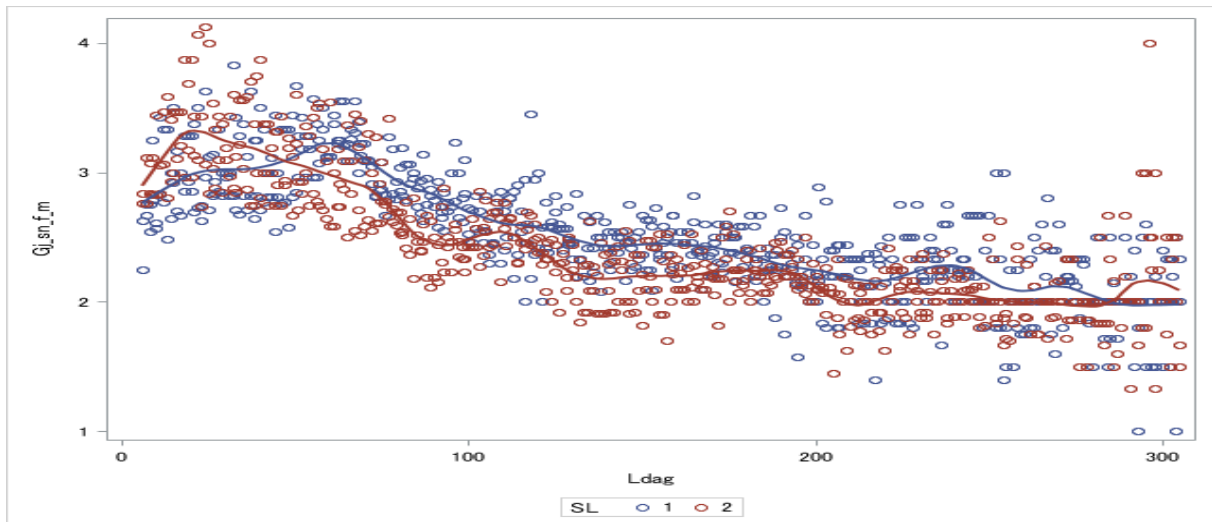
Type 3 test for melketidspunkt per ku per melking (**t**), viste signifikant effekt for MS med p-verdi $<0,02$. Første grads regresjonsledd ($b_{1i} * Ldag$), og andre grads regresjonsledd ($b_{2i} * Ldag * Ldag$) viste også signifikant effekt med p-verdier $\leq 0,003$. LSM resultater for pUf vises i tabell 8.

Tabell 8. Least squares means (LSM) på melketidspunkt per ku per melking, og standardfeil (SE) for de faste effektene seleksjonslinje (SL), melkesystem (MS), laktasjonsnummer (Lnr), fra MIXED modell.

Fast effekt	LSM	SE
SL1	2,56	0,01
SL2	2,58	0,01
MS1	2,55	0,01
MS2	2,58	0,01
Lnr1	2,56	0,01
Lnr2	2,57	0,01
Lnr3	2,57	0,01
Lnr4	2,57	0,01
Lnr5	2,56	0,02
Lnr6	2,59	0,03

4.5 Antall melkinger

Type 3 test for antall melkinger per ku per dag (**AntMd**), viste signifikant effekt med p-verdi $\leq 0,0001$, for alle ledd i modellen, og b-verdier $b_{11} = -0,00468$, $b_{12} = -0,01103$, $b_{21} = 9,0627$, $b_{22} = 0,000022$. Gjennomsnittlig antall melkinger per dag for de to seleksjonslinjene er vist med en loess regresjonskurve, se figur 9. LSM resultater for AntMd vises i tabell 9.



Figur 9. Gjennomsnittlig antall melkinger per dag per linje, for kuer i laktasjonsdag 5 til 305, med loess regresjonskurver. Høylinje (SL1) er blå, frisklinje (SL2) er rød.

Tabell 9. Least squares means (LSM) på antall melkinger per ku per dag, og standardfeil (SE) for de faste effektene seleksjonslinje (SL), melkesystem (MS), laktasjonsnummer (Lnr), fra MIXED modell.

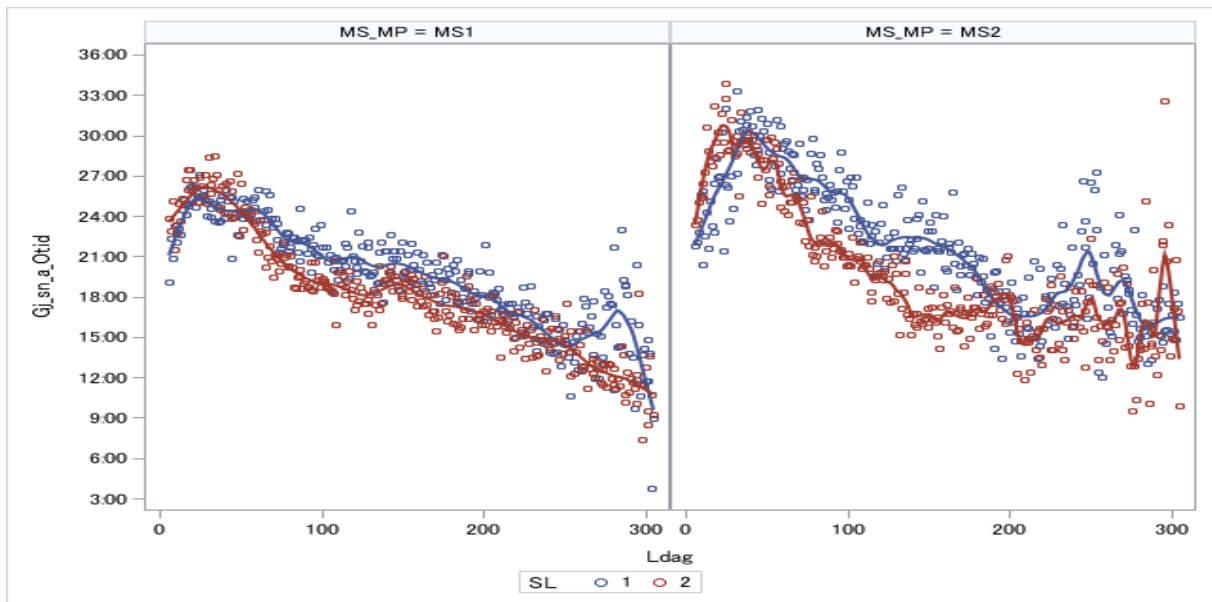
Fast effekt	LSM	SE
SL1	2,69	0,02
SL2	2,60	0,01
MS1	2,60	0,01
MS2	2,68	0,02
Lnr1	2,33	0,02
Lnr2	2,71	0,01
Lnr3	2,61	0,02
Lnr4	2,48	0,02
Lnr5	2,45	0,03
Lnr6	3,27	0,04

4.6 Oppholdstid, melketid og behandlingstid

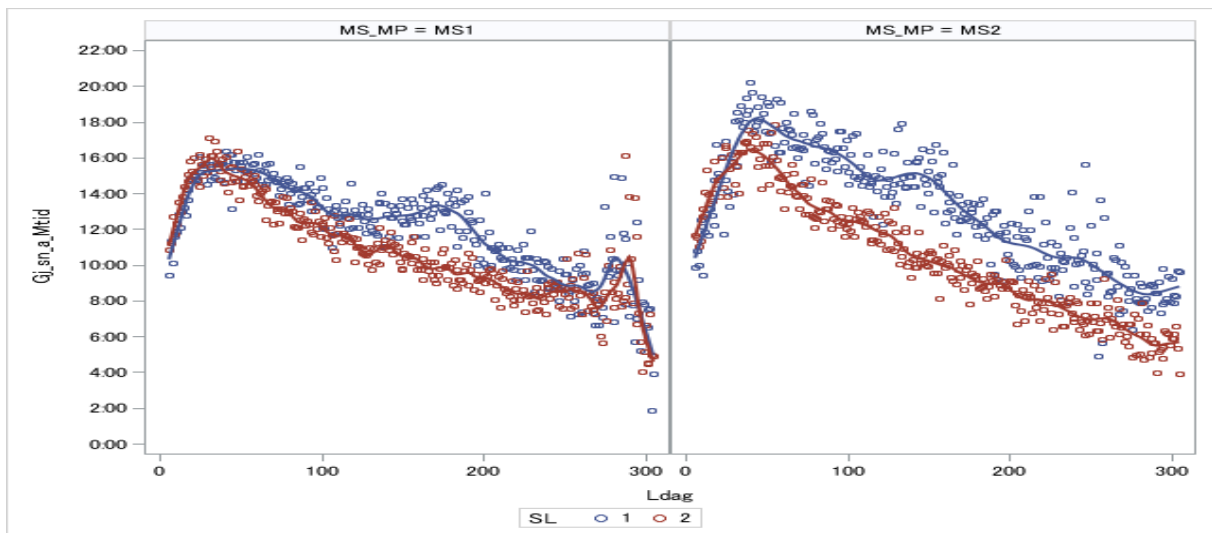
Type 3 test for oppholdstid per ku per melking (**Otid**), viste signifikant effekt for Lnr og første grads regresjonsledd ($b_{li} * Ldag$), med p-verdi $<,0001$. Gjennomsnittlig oppholdstid per melking for de to seleksjonslinjene er vist med en loess regresjonskurve for styrt og fritt melkesystem, se figur 10. LSM resultater for Otid vises i tabell 10.

Type 3 test for melketid per ku per melking (**Mtid**), viste signifikant effekt for alle leddene i modellen med p-verdi $<,0001$. Gjennomsnittlig melketid per melking for de to seleksjonslinjene er vist med en loess regresjonskurve for styrt og fritt melkesystem, se figur 11. LSM resultater for Mtid vises i tabell 10.

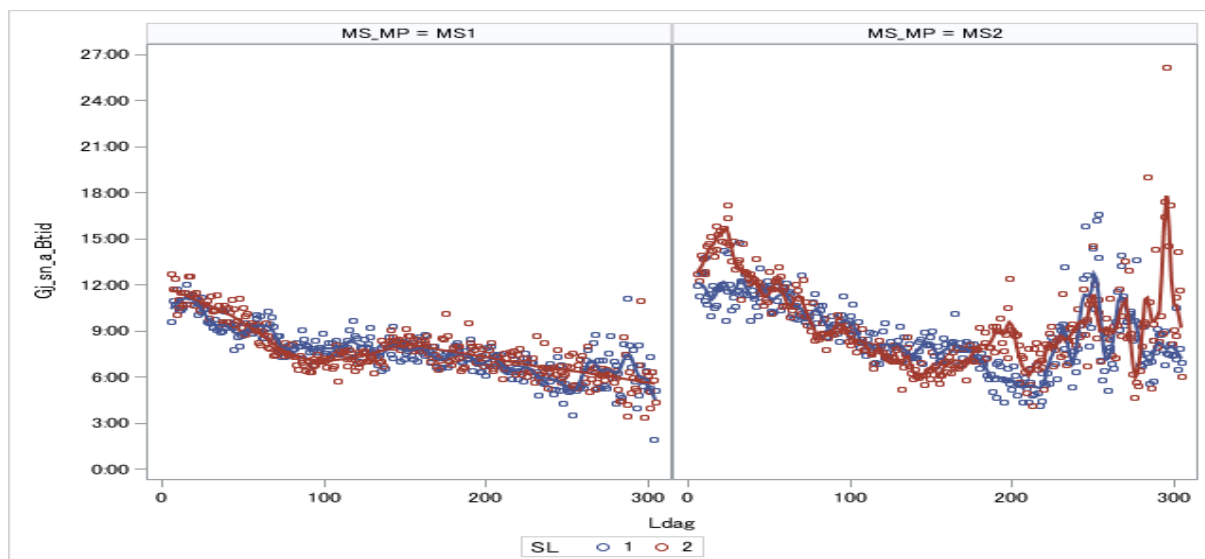
Type 3 test for behandlingstid per ku per melking (**Btid**), viste signifikant effekt for alle leddene i modellen med p-verdi $<,0001$. Gjennomsnittlig behandlingstid per melking for de to seleksjonslinjene er vist med en loess regresjonskurve for styrt og fritt melkesystem, i figur 12. LSM resultater for Btid vises i tabell 10.



Figur 10. Gjennomsnittlig oppholdstid per melking per linje, for kuer i laktasjonsdag 5 til 305, med loess regresjonskurver. Høylinje (SL1) er blå, frisklinje (SL2) er rød. Venstre er styrt melkesystem (MS1), og høyre er fritt melkesystem (MS2).



Figur 11. Gjennomsnittlig melketid per melking per linje, for kuer i laktasjonsdag 5 til 305, med loess regresjonskurver. Høylinje (SL1) er blå, frisklinje (SL2) er rød. Venstre er styrt melkesystem (MS1), og høyre er fritt melkesystem (MS2).



Figur 12. Gjennomsnittlig behandlingstid per melking per linje, for kuer i laktasjonsdag 5 til 305, med loess regresjonskurver. Høylinje (SL1) er blå, frisklinje (SL2) er rød. Venstre er styrt melkesystem (MS1), og høyre er fritt melkesystem (MS2).

Tabell 10. Least squares means (LSM) for oppholdstid (Otid), melketid (Mtid), behandlingstid (Btid), og standardfeil (SE) for de faste effektene seleksjonslinje (SL), melkesystem (MS), laktasjonsnummer (Lnr), fra MIXED modell.

Fast effekt	LSM Otid	SE Otid	LSM Mtid	SE Mtid	LSM Btid	SE Btid
SL1	08:30	00:01	05:15	00:01	03:15	00:00
SL2	08:13	00:01	04:41	00:00	03:31	00:00
MS1	08:22	00:01	05:06	00:00	03:15	00:00
MS2	08:22	00:01	04:50	00:01	03:31	00:00
Lnr1	08:21	00:01	04:37	00:01	03:43	00:01
Lnr2	09:14	00:01	05:33	00:00	03:41	00:00
Lnr3	07:32	00:01	04:11	00:01	03:20	00:01
Lnr4	09:12	00:01	05:48	00:01	03:23	00:01
Lnr5	09:10	00:03	05:57	00:02	03:13	00:01
Lnr6	06:41	00:03	03:43	00:02	02:57	00:02

5.0 Diskusjon

5.1 Avspark

Andel avspark per ku gjennom hele laktasjonen var i gjennomsnitt på 5%, se tabell 4.

Standard avviket for pAvspark i tabell 4 er høyere enn gjennomsnittet, som betyr at det er skjev fordeling av antall avspark i løpet av laktasjonen, se figur 2. Det var signifikant effekt av seleksjonslinje SL (p -verdi $<0,02$), som betyr at det var forskjell i andel avspark i laktasjonen mellom seleksjonslinjene. LSM i tabell 5 viser at det var høyere andel avspark i frisklinja, enn i høylinja. Bakke (2014) fant genetisk korrelasjon på 0,54 mellom dagens måling av lynne på NRF og andel melkinger med avspark i roboten per laktasjon. I samme

studie ble det beregnet arvegrad for andel melkinger med avspark per laktasjon på 0,20. For antall avspark i løpet av første laktasjon er det funnet arvegrad på 0,31 (Rinell 2013). Det er dermed mulig å selektere for denne egenskapen, og arvegradene som er funnet er høyere enn for dagens lynneegenskap på NRF, som er på 0,09 (Steine et al. 2004).

5.2 Ufullstendig melking

Andel ufullstendige melkinger per ku gjennom hele laktasjonen var i gjennomsnitt på 7%, se tabell 4. Høyt standardavvik for pUf i tabell 4 forklares av skjev fordeling av andel ufullstendige melkinger, se figur 3. Det var signifikant effekt av seleksjonslinje og melkesystem, med p-verdi $<0,05$. Andel ufullstendige melkinger påvirkes derfor både av seleksjonslinje og melkesystem. LSM i tabell 6 viser at det var flere ufullstendige melkinger per ku per laktasjon i frisklinja og i fritt system. Det er funnet korrelasjon mellom antall ufullstendige melkinger per ku per laktasjon og dagens måling av lynne på NRF på 0,27, og arvegrad på 0,08 (Bakke 2014). Dette er en lav arvegrad, men samme studie viste en genetisk korrelasjon mellom andel avspark og ufullstendige melkinger per ku per laktasjon på 0,88. Å selektere for færre avspark i roboten vil dermed redusere antall ufullstendige melkinger (Bakke 2014).

5.3 Avvisning

Antall avvisninger per ku per dag var i gjennomsnitt 0,47, se tabell 4. Det vil si at hver ku har i snitt en halv avvisning om dagen. Regresjonskoeffisientene viser at det er en effekt av laktasjonsdag, men lave b-verdier fører til relativt flat laktasjonskurve, se figur 8. Det er ingen tydelig forskjell mellom seleksjonslinjene, og det er stor andel overlapping, se figur 8. De største forskjellene er i start og slutt av laktasjonen, og dette kan skyldes få observasjoner. At det er høylinja som har flest avvisninger i slutten av laktasjonen kan skyldes at redusert kraftfôrrasjon motiverer besøk i roboten, da det tilbys kraftfôr der. Likevel viser LSM i tabell 7 at frisklinja i gjennomsnitt har flere avvisninger per ku i løpet av laktasjonen. Standard avvik større enn gjennomsnitt i tabell 4, vises som skjev fordeling av andel avviste melkinger i figur 4. P-verdi $<,0001$ for alle leddene i modellen viser at seleksjonslinje, melkesystem, laktasjonsnummer og første- og andregrads regresjonsledd har signifikant effekt på antall avvisninger per ku per dag.

5.4 Melketidspunkt

Tidspunkt per ku per melking var i gjennomsnitt 11,77, se tabell 4. Det betyr at det var jevn fordeling av antall melkinger før og etter klokken 12:00, og figur 5 viser at melkeroboten blir benyttet av kuene gjennom hele døgnet. Det er et gjentakende mønster i de fire

histogrammene der det er færre melkinger rundt klokken 04:00, 11:00 og 18:00, og det er svært få forskjeller i LSM for de faste effektene i modellen, se figur 8. Den jevne fordelingen gjennom døgnet kan skyldes at det er mange kuer i besetningen, så kuene må benytte hele døgnet for at alle skal få melket seg. Melkesystem hadde signifikant effekt (p -verdi $<0,02$), med LMS på 2,55 for styrt system og 2,58 for fritt system, som betyr at kuene i fritt system melker seg i gjennomsnitt noe senere på døgnet enn kuene i styrt system. P -verdi $\leq 0,003$ for første og andregrads regresjonsledd viser at det er en effekt av laktasjonsdag på melketidspunkt.

5.5 Antall melkinger

Antall melkinger per ku per dag var i gjennomsnitt 2,56, se tabell 4. LSM i tabell 9 viser at kuene i høylinja i gjennomsnitt melker seg oftere enn kuene i frisklinja, og at kuer i fritt melkesystem har gjennomsnittlig flere melkinger per dag enn kuer i styrt system. LSM viser også at det er størst forskjell mellom laktasjonsnummer 1 og 6 i antall melkinger per ku per dag. Alle leddene i modellen var signifikante (p -verdi $<0,0001$), og regresjonskoeffisientene viser tydelig effekt av laktasjonsdag med regresjoner som går nedover, se laktasjonskurve figur 9. I en studie på Svensk Holstein og Svensk Rød, ble det beregnet arvegrad av gjennomsnittlig antall melkinger. For Svensk Holstein var $h^2 = 0,07$ og $0,03$ for laktasjon 1 og laktasjon 2+3 respektivt, og for Svensk Rød var $h^2 = 0,04$ og $0,02$ for laktasjon 1 og laktasjon 2+3 respektivt (Carlström et al. 2013). Dette er lave arvegrader, men viser at egenskapen har en genetisk varians.

5.6 Oppholdstid

Oppholdstid i roboten per ku per melking var i gjennomsnitt 8:37 (mm:ss), se tabell 4. Wetlesen (2014) fant gjennomsnittlig oppholdstid i roboten på 8,36 minutter. Det var signifikant p -verdi for laktasjonsnummer og førstegrads regresjonsledd, $p < 0,0001$. LSM viser at høylinja i gjennomsnitt brukte lenger tid i roboten enn frisklinja, og det var ingen forskjell i gjennomsnittlig oppholdstid mellom melkesystemene, se tabell 10. Oppholdstiden i roboten påvirkes av hvor mye melk kuene produserer, og kurvene i figur 10 viser tydelig effekt av laktasjonsdag. For Svensk Holstein er det beregnet $h^2 = 0,21$ og $0,24$ for oppholdstid i laktasjon 1 og laktasjon 2+3 respektivt, og $h^2 = 0,38$ og $0,44$ for laktasjon 1 og laktasjon 2+3 respektivt for Svensk Rød (Carlström et al. 2013). Disse arvegradene indikerer at varighet av oppholdstid i melkeroboten kan selekteres på.

5.7 Melketid

Varighet av melketid i roboten per ku per melking var i gjennomsnitt 5:06 (mm:ss), se tabell 4. Melketid på 5,42 minutter ble beregnet av (Wetlesen 2014). Alle ledd i modellen var signifikante, og laktasjonskurvene viser at det er effekt av laktasjonsdag med synkende regresjonskurver, se figur 11. Laktasjonskurven viser også at det er noe høyere gjennomsnittlig melketid i høylinja, spesielt i fritt melkesystem. Dette bekreftes i tabell 10, der LSM er 05:15 for høylinje og 04:41 for frisklinje. Melketid antas å beskrive lynne dårligst av egenskapene i analysen, da det har større sammenheng med utmelkingsegenskaper hos kua. Det er funnet at melketid har sammenheng med produsert melkemengde (Bugten 2013).

5.8 Behandlingstid

Varighet av behandlingstid i roboten per ku per melking var i gjennomsnitt 3:31 (mm:ss), se tabell 4. Det var signifikant effekt av alle leddene i modellen, $p < ,0001$, og tabell 10 viser LSM for høylinje= 03:15 og frisklinje= 03:31 som betyr at frisklinja hadde noe lenger gjennomsnittlig behandlingstid i roboten. Laktasjonskurvene for Btid viser effekt av laktasjonsdag, men loess regresjonskurvene er ikke like bratte som for Otid og Mtid, se figur 12. Laktasjonskurven for fritt system i figur 12 viser en tendens til økt Btid i siste del av laktasjonen. Urolighet i roboten er uønsket, og Btid kan være et bedre mål på lynne enn Mtid, fordi det er ønskelig med effektiv bruk av melketroboten. Likevel er det viktig å ta med i betraktningen at Btid påvirkes av jureksterior. Hvis Btid blir høy fordi roboten ikke finner spenene, har det ikke noe med lynne til kua å gjøre.

5.9 Generell diskusjon

Dette studiet hadde ikke nok datagrunnlag for genetiske analyser, og er basert på kun en besetning med NRF. Signifikant effekt av seleksjonslinje indikerer likevel at det er en genetisk variasjon, og at egenskapen kan være arvelig. I dette studiet er signifikant p-verdi for seleksjonslinje funnet for pAvspark, pUf, AntAv, AntMd, Mtid og Btid.

At det er forskjell mellom seleksjonslinje i melkesystem kan skyldes ulikt antall laktasjoner i høylinje og frisklinje, styrt og fritt system, se tabell 3. Det var spesielt få laktasjoner i laktasjonsnummer 5 og 6, og disse kunne vært slått sammen med laktasjonsnummer 4. Noen laktasjonsnummer hadde også få observasjoner. Dette skyldes at data fra kun et år medfører avkortede laktasjoner for noen av kuene. Høylinja viste tendens til å være bedre enn frisklinja for pAvspark, pUf, AntAv, AntMd, Otid, Mtid og Btid. Dette resultatet antyder at å selektere for høy melkeproduksjon kan gi positiv effekt på disse egenskapene.

Laktasjonsdag med signifikant effekt indikerer at det har en betydning når i laktasjonen observasjonene hentes ut. Selv om det er vist at kuer raskt kan tilpasse seg AMS (Jacobs & Siegfjord 2012b), er det viktig at kuene får tid til å lære seg melkesystemet før de skal bedømmes for lynne. Det er også viktig å utelukke skade, eller sykdom hos kuene for å unngå feil i beregningsgrunnlaget. Signifikant effekt av laktasjonsnummer kan bety at alder og erfaring har en effekt på lynne, og at det kan være nødvendig å måle lynne flere ganger i kuas liv.

I fremtidig forskning bør det beregnes korrelasjoner mellom dagens måling av lynne på NRF, og egenskapene analysert i dette studiet. Generelt bør egenskapene undersøkes i flere besetninger, og over flere laktasjoner. Dette gjelder spesielt for pAvspark og pUf, da det er en observasjon av disse egenskapene i en laktasjon. Det bør også benyttes større datagrunnlag enn dette studie, slik at arvegrader kan beregnes.

For å finne sammenheng mellom lynne og melketidspunkt vil det være nyttig å se på denne egenskapen i forhold alder ved kalving, og effekt på melkeproduksjon. Hvis melking på natta har en negativ effekt på melkemengde, kan det indikere uønsket atferd. Det er likevel viktig å huske på at tilgangen til roboten er begrenset, og at det vil være en fordeling av melketidspunkt for kuene i løpet av døgnet. Roboten registrerer når spener ikke er funnet, og det hadde vært interessant å se på sammenheng mellom dette og Btid, da det kan belyse en mulig sammenheng mellom behandlingstid i roboten og jureksteriør.

6.0 Konklusjon

Resultatene i studien indikerer at følgende egenskaper i analysen kan ha genetisk variasjon:

- Antall avspark per ku gjennom laktasjonen.
- Antall ufullstendige melkinger per ku gjennom laktasjonen.
- Antall avviste besøk i roboten per ku per dag.
- Antall melkinger per ku per dag.
- Varighet av melketid i robot per ku per melking.
- Varighet av behandlingstid per ku per melking.

Dette viser at data som registreres i AMS bidrar med informasjon som potensielt kan utvikle lynneegenskapen for NRF, og det er en nyttig anvendelse av informasjon som allerede registreres. Å inkludere flere egenskaper i lynne gir mer informasjon om kuene. Dette bidrar til bredere beregningsgrunnlag, og gir et mer helhetlig bilde av kuenes atferd.

7.0 Referanser

- Bakke, K. A. (2014). *Sammenhenger mellom lynne og utmelkingsegenskaper hos NRF, vurdert subjektivt og registert objektivt i melkerobot*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. 52 s.
- Bakke Wethal 2017, p., kom,.
- Blosser, T. H. (1979). Physiological Bases for Genetic Improvement in Dairy Cattle – Introductory Remarks. *Journal of Dairy Science*, 62 (5): 813.
- Boichard, D. & Brochard, M. (2012). New phenotypes for new breeding goals in dairy cattle. *Animal*, 6 (4): 544-550.
- Bugten, H. K. (2013). *Bruk av utmelkingsdata fra melkerobot i avlsarbeidet*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. 50 s.
- Carere, C. & Eens, M. (2005). Unravelling animal personalities: how and why individuals consistently differ. *Behaviour*, 142 (9-10): 1149-1157.
- Carlström, C., Pettersson, G., Johansson, K., Strandberg, E., Stålhammar, H. & Philipsson, J. (2013). Feasibility of using automatic milking system data from commercial herds for genetic analysis of milkability. *Journal of Dairy Science*, 96 (8): 5324-5332.
- Coleman, K. (2012). Individual differences in temperament and behavioral management practices for nonhuman primates. *Applied Animal Behaviour Science*, 137 (3-4): 106-113.
- Dickson, D. P., Barr, G. R., Johnson, L. P. & Wieckert, D. A. (1970). Social Dominance and Temperament of Holstein Cows1. *Journal of Dairy Science*, 53 (7): 904-907.
- Egger-Danner, C., Cole, J. B., Pryce, J. E., Gengler, N., Heringstad, B., Bradley, A. & Stock, K. F. (2015). Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. 9 (2): 191-207.
- Erf, D. F., Hansen, L. B. & Lawstuen, D. A. (1992). Inheritance and relationships of workability traits and yield for Holsteins. *Inheritance and relationships of workability traits and yield for Holsteins* (7): 1999-2007.
- Freeman, H. D. & Gosling, S. D. (2010). Personality in nonhuman primates: a review and evaluation of past research. *American journal of primatology*, 72 (8): 653-671.
- Geno. (2014). *Karakteristikk hos NRF*. Tilgjengelig fra: <https://www.geno.no/Start/Geno-Avler-for-bedre-liv/om-nrf-kua/Karakteristikk-hos-NRF/> (lest 03.05.2017).
- Geno. (2016a). *Utvikling av avlsarbeidet for NRF-kua*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Start/Avl/Avlsmal/Utvikling-av-avlsmalet-for-NRF-kua1/> (lest 05.01.2017).

- Geno. (2016b). *NRF i Norge og verden*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Start/Geno-Avler-for-bedre-liv/om-nrf-kua/NRF-i-Norge-og-verden/> (lest 05.01.2017).
- Geno. (2016c). *Lynne*. Tilgjengelig fra: <https://www.geno.no/Start/Avl/Avlsmal/Egenskapene-i-avlsmålet1/Lynne/> (lest 29.04.2017).
- Geno. (2016d). *Avlsmålet for NRF*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Start/Avl/Avlsmal/Avlsmålet-for-nrf/> (lest 29.04.2017).
- Geno. (2016e). *Avlsarbeid*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Start/Avl/Avlsmal/avlsarbeid/> (lest 29.04.2017).
- Geno. (2017a). *Genomisk seleksjon i NRF-avl*. Tilgjengelig fra: <https://www.geno.no/Start/Avl/Genomisk-seleksjon/genomisk-seleksjon-i-nrf-avl/> (lest 30.04.2017).
- Geno. (2017e). *Genomisk seleksjon som metode*. Tilgjengelig fra: <https://www.geno.no/Start/Avl/Genomisk-seleksjon/Metoden/> (lest 30.04.2017).
- Geno. (2017g). *Historie*. Tilgjengelig fra: <https://www.geno.no/Start/Geno-Avler-for-bedre-liv/om-nrf-kua/Historie/> (lest 03.05.2017).
- Gosling, S. D. & Eisenberg, N. (2001). From Mice to Men: What Can We Learn About Personality From Animal Research? *Psychological Bulletin*, 127 (1): 45-86.
- Haskell, M. J., Simm, G. & Turner, S. P. (2014). Genetic selection for temperament traits in dairy and beef cattle. *Frontiers in Genetics*, 5 (368).
- Heringstad, B., Klemetsdal, G. & Steine, T. (2007). Selection Responses for Disease Resistance in Two Selection Experiments with Norwegian Red Cows. *Journal of Dairy Science*, 90 (5): 2419-2426.
- 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 (4): 2186-2194.
- Jacobs, J. A. & Siegford, J. M. (2012a). Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95 (5): 2227-2247.
- Jacobs, J. A. & Siegford, J. M. (2012b). Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 95 (3): 1575-1584.
- Ketelaar-de Lauwere, C. C., Hendriks, M. M. W. B., Metz, J. H. M. & Schouten, W. G. P. (1998). Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 56 (1): 13-28.
- Kilgour, R. (1975). The open-field test as an assessment of the temperament of dairy cows. *Animal Behaviour*, 23, Part 3: 615-624.

- Koolhaas, J. M., Korte, S. M., De Boer, S. F., Van Der Vegt, B. J., Van Reenen, C. G., Hopster, H., De Jong, I. C., Ruis, M. A. W. & Blokhuis, H. J. (1999). Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23 (7): 925-935.
- Kramer, M., Erbe, M., Bapst, B., Bieber, A. & Simianer, H. (2013). Estimation of genetic parameters for novel functional traits in Brown Swiss cattle. *Journal of Dairy Science*, 96 (9): 5954-5964.
- Lauwere, C. C. K.-d., Devir, S. & Metz, J. H. M. (1996). The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, 49 (2): 199-211.
- Lawstuen, D. A., Hansen, L. B., Steuernagel, G. R. & Johnson, L. P. (1988). Management traits scored linearly by dairy producers. *Management traits scored linearly by dairy producers* (3): 788-799.
- Lynch, M. & Walsh, B. (1998). *Genetics and analysis of quantitative traits*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates.
- Løvendahl, P. & Munksgaard, L. (2016). An investigation into genetic and phenotypic variation in time budgets and yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99 (1): 408-417.
- Melin, M., Hermans, G. G. N., Pettersson, G. & Wiktorsson, H. (2006). Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area. *Applied Animal Behaviour Science*, 96 (3-4): 201-214.
- Munksgaard, L., Jensen, M. B., Pedersen, L. J., Hansen, S. W. & Matthews, L. (2005). Quantifying behavioural priorities—effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 92 (1): 3-14.
- Nagel, T. (1974). What Is It Like to Be a Bat? *The Philosophical Review*, 83 (4): 435-450.
- Nettle, D. (2005). An evolutionary approach to the extraversion continuum. *Evolution and Human Behavior*, 26 (4): 363-373.
- Prescott, N. B., Mottram, T. T. & Webster, A. J. F. (1998). Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, 57 (1): 23-33.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T. & Dingemanse, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82 (2): 291-318.
- Rinell, E. (2013). *A genetic analysis of traits recorded by automatic milking systems - the possibility of a new method to evaluate temperament of dairy cows*. Master. Ås: Norwegian University of Life Science, Department of Animal and Aquacultural Sciences. 24 s.

- Rinell, E., Carlström, C., Heringstad, B. & Strandberg, E. (2014). *Genetic associations between behavior traits recorded by automatic milking systems and temperament of Swedish Holsteins*: Unpublished.
- Rousing, T., Badsberg, J. H., Klaas, I. C., Hindhede, J. & Sørensen, J. T. (2006). The association between fetching for milking and dairy cows' behaviour at milking, and avoidance of human approach — An on-farm study in herds with automatic milking systems. *Livestock Science*, 101 (1): 219-227.
- Sapolsky, R. M. (2004). *Why Zebras Don't Get Ulcers - The Acclaimed Guide to Stress, Stress-Related Diseases, and Coping*. 3 utg. New York: St. Martin's Griffin. 539 s.
- SAS. (2002-2012). *SAS Institute Inc.* 9.4 utg. NC, USA: Cary.
- Sewalem, A., Miglior, F. & Kistemaker, G. J. (2011). Short communication: Genetic parameters of milking temperament and milking speed in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 94 (1): 512-516.
- Stefanowska, J., Tiliopoulos, N. S., Ipema, A. H. & Hendriks, M. M. W. B. (1999). Dairy cow interactions with an automatic milking system starting with 'walk-through' selection. *Applied Animal Behaviour Science*, 63 (3): 177-193.
- Steine, T., Sehested, E., Svendsen, M., Randberg, I. M. A., Larsgard, A. G., Heringstad, B., Karlsen, A. & Rise, O. (2004). *Storfeavl*: GAN Forlag AS. 80 s.
- Strelau, J. (2001). The concept and status of trait in research on temperament. *European Journal of Personality*, 15 (4): 311-325.
- Vukasović, T., Bratko, D. & Albarracín, D. (2015). Heritability of Personality: A Meta-Analysis of Behavior Genetic Studies. *Psychological Bulletin*, 141 (4): 769-785.
- Wagner-Storch, A. M. & Palmer, R. W. (2003). Feeding Behavior, Milking Behavior, and Milk Yields of Cows Milked in a Parlor Versus an Automatic Milking System. *Journal of Dairy Science*, 86 (4): 1494-1502.
- Wetlesen, M. S. (2014). *Analyser av melkerobotdata på Norsk Rødt Fe (NRF) i seleksjonsforsøk og gamle norske kuraser*. Master. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. 65 s.
- Williams, R. J. (1958). CHEMICAL ANTHROPOLOGY—AN OPEN DOOR. *American Scientist*, 46 (1): 1-23.
- Winter, A. & Hillerton, J. E. (1995). Behaviour associated with feeding and milking of early lactation cows housed in an experimental automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, 46 (1): 1-15.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway