



Førord

Fem begivenhetsrike år som student i husdyrvitenskap på Norges miljø- og biovitenskaplige universitet har nå gått, og jeg vil med dette takke for et spennende studie. Da jeg begynte på studiet var jeg usikker på hva jeg gikk til, men jeg har alltid vært glad i dyr og ville lære mer om husdyra våre. Studiet åpnet en ny verden for meg, og jeg var fasinert over at det fantes så mye forskning og god fagkunnskap om husdyrproduksjon.

Fag som etologi og dyrevelferd har tiltrukket meg, da jeg er opptatt av dyrenes ve og vel. Valget falt likevel på å fordype meg i avl og genetikk i masterstudiet, og jeg angre ikke. Dette er et interessant fagfelt i stor utvikling. I masteroppgaven ville jeg skrive om noe som var av betydning, og kunne ha potensial til å utvikle den praktiske avlen i Norge. Derfor valgte jeg å skrive masteroppgave som gikk ut på å analysere melkerobotdata, hvor jeg kunne se på både atferd og andre interessante helseegenskaper. Arbeidet med oppgaven ble en spennende og lærerik prosess.

Først vil jeg takke Jønsberg videregående skole for datamaterialet og en varm velkomst da jeg kom på besøk. Tusen takk til TINE rådgiverne Lars Terje Nyhus og Kjetil Slettebø for hjelp til å hente ut data og veiledning på telefon. En stor takk til Erik Brodshaug som tok meg godt i mot og tok seg tid til å hjelpe meg, da jeg fikk sitte på hans kontor og låne pc for å laste ned datamaterialet.

Tusen, tusen takk til min hovedveileder Bjørg Heringstad for faglig veiledning og hjelp til å komme i mål. Bjørg har alltid tatt meg i mot med et smil, og hun har tatt seg god tid til hjelpe meg. Tusen takk til min biveileder Odd Vangen for faglig innspill. Til slutt vil jeg takke mine korrekturlesere Lina og Karoline, samt resten av klassen for en flott studietid.

NMBU, Ås, 12.05.2014.

Marit S. Wetlesen

Sammendrag

Melkeroboter produserer store mengder datamateriale av høy kvalitet, som har potensial til bruk i avlsarbeid for melkeku. Hensikten med disse analysene var å bruke melkerobotdata fra en Lely melkerobot på Jønsberg videregående skole, for å sammenligne laktasjonskurver, vektkurver, melke kvalitet og melkeatferd hos tre ulike genetiske grupper. De tre gruppene besto av to seleksjonslinjer av Norsk Rødt Fe (høylinja og frisklinja), samt en gruppe gamle norske kuraser. Datasettet inneholdt observasjoner på 49 kyr fra første til sjette laktasjon.

Indirekte seleksjon førte til signifikante forskjeller i melkemengde, vekt, melkemengde/bokstid og konduktivitet for høyre framspene mellom de tre gruppene. Konduktivitet på de tre andre spenene, samt bokstid, melketid, behandlingstid, melkestrøm, melkeintervall og andel mislykkede melkinger var ikke signifikant forskjellig. Høylinja som blir selektert for proteinytelse, viste seg å være mer effektive i melkeroboten, hadde høyest melkeytelse og mistet mer vekt i topplaktasjon. Frisklinja som blir selektert for lav mastitt frekvens hadde flatere laktasjonskurve og en tendens til mindre variasjon i konduktivitet. Gammelrasekyr som ikke er blitt avlet for produksjonsegenskaper i så stor grad som Norsk Rødt Fe, var mindre effektive i melkeroboten og hadde en tendens til lenger behandlingstid og høyere andel mislykkede melkinger.

Abstract

Automatic milking systems (AMS) produces large amounts of high quality data, which has potential in breeding programs for dairy cattle. The aim of this study was to use AMS data from a Lely AMS at Jønsberg agriculture high school, to compare lactation curves, weight curves, milk quality and milkability traits in three genetic groups. The three groups consisted of two selection lines of the Norwegian Red Cattle (high protein yield line and low mastitis frequency line), and a group of traditional Norwegian breeds. The data contained observations on 49 cows from first to sixth lactation.

Indirect selection resulted in significant differences between the groups in milk yield, weight, milk yield/boxing time and conductivity for the right front teat. Conductivity on the other three teats, as well as boxing time, milking time, treatment time, milk flow, milking interval and rate of unsuccessful milkings was not significantly different. High protein yield line was more effective in the AMS, had the highest milk yield and lost more weight in peak lactation. Low mastitis frequency line had a better persistency and a tendency to less variation in conductivity. The group of traditional Norwegian breeds, which are different from Norwegian Red Cattle in production traits, was less effective in the AMS and had tendency to longer treatment time and higher rate of unsuccessful milkings.

Innhold

1.0 Innledning	1
2.0 Litteratur	2
2.1 Korrelasjon mellom egenskaper	2
2.2 Avlsarbeidet til Norsk Rødt Fe	4
2.3 Seleksjonsforsøket med høylinja og frisklinja av NRF	5
2.4 De gamle norske kurasene	7
2.5 Melkerobot	8
2.5.1 Bruk av melkerobotdata	8
2.5.2 Melkeprosess og praktisk bruk av melkerobot	9
2.5.3 Atferd i melkerobot	10
2.5.4 Økonomi og arbeidstid ved bruk av melkerobot	11
2.5.5 Dyrevelferd og mulighet for naturlig atferd i et melkerobotsystem	12
2.5.6 Melke kvalitet ved robotmelking	12
2.6 Laktasjonskurvens form i sammenheng med sykdom	13
2.7 Elektrisk konduktivitet som mål på forekomst av mastitt	14
3.0 Materiale og metode	16
3.1 Datamateriale	16
3.2 Rådata	16
3.3 Beskrivende statistikk og utplukkskriterier	18
3.4 Modeller	20
3.5 Laktasjonskurver	22
4.0 Resultat	23
4.1 Melkemengde	23
4.2 Vekt	27
4.3 Bokstid	30
4.4 Melketid	33
4.5 Behandlingstid	35
4.6 Melkemengde/bokstid	38
4.7 Melkestrøm	40
4.8 Melkeintervall	43
4.9 Konduktivitet	45
4.10 Mislykkede melkinger	49
5.0 Diskusjon	50

5.1 Datasettet.....	50
5.2 Melkemengde	51
5.3 Vekt	52
5.4 Egenskaper som påvirker tid i melkerobot	53
5.5 Melkeintervall	55
5.6 Konduktivitet.....	55
6.0 Konklusjon	57
7.0 Referanser.....	58

1.0 Innledning

I norsk landbruk har det skjedd radikale endringer på grunn av politisk ønske om større og mer robuste produksjonsenheter det siste tiåret (Almås 2002). Dette har ført til at antall melkeprodusenter har blitt mer enn halvvert, der de som er igjen har et større produksjonsvolum (TINE 2012a). Det har vært mulig å øke melkeproduksjonen på den enkelte gård, uten å øke arbeidsinnsatsen ved å bruke melkerobot. Melkeroboten er svært arbeidsbesparende, og mange bønder velger å starte med melkerobot fordi det gir mer fritid og mer fleksibel arbeidstid. Rundt 50-60 000 melkekyr melkes av melkerobot i dag (TINE 2012a). Dette tilsvarer i overkant av 25 % av de 200 000 melkekyrne vi har i Norge i dag (SSB 2013).

Styringsystemet til en melkerobot registrerer og lagrer store mengder data om hver enkelt ku i en besetning. Denne informasjonen utnyttes av bonden ved daglig stell og kontroll av besetningen. Datamaterialet har stort potensiale for bruk i avlsarbeid, fordi det gir objektiv og nøyaktig registrering av kuas egenskaper hver gang kua melkes (Carlström et. al. 2013). Repeterte målinger gir sikrere informasjon på egenskapene. Sikker og nøyaktig registrering kan gi opphav til bedre estimater på arvegrader og avlsverdier med høyere sikkerhet. Til tross for at registreringen allerede skjer automatisk utnyttes ikke melkerobotdata til avlsarbeid i dag. Bruk av melkerobotdata kunne spare bønder for arbeid med manuell registrering i kukontrollen, og øke både effektiviteten og kvaliteten på avlsarbeidet.

Hensikten med denne oppgaven er å bruke melkerobotdata for sammenligne to ulike seleksjonslinjer av Norsk Rødt Fe (NRF), samt kyr av gamle norske kuraser. De to seleksjonslinjene kommer fra et seleksjonsforsøk med NRF som foregår i ulike offentlige besetninger i Norge. Det finnes besetninger i Buskerud, Gjermundnes, Jønsberg, Kalnes, Mære, NMBU, Valle, Øksnevad og Åna. Datamaterialet for analyse i denne oppgaven kommer imidlertid kun fra besetningen på Jønsberg videregående skole, fordi dette er den eneste besetningen som har melkerobot. Seleksjonsforsøket består av høylinja og frisklinja, som representerer to ulike genetiske grupper. Høylinja er høyt produserende, mens frisklinja har lavere produksjon og mindre sykdom (Heringstad et al. 2007). De gamle norske kurasene har tidligere gitt et viktig genetisk bidrag til NRF kua vi har i dag (Steine et al. 2004). Likevel skiller de seg fra NRF ved at er mindre i størrelse og har lavere produksjon (Norsk institutt for skog og landskap 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f). Høylinja, frisklinja og de

gamle norske kurasene er derfor genetisk ulike på produksjonseffektivitet og helseegenskaper. Det gir grunnlag for å sammenligne de tre genetiske gruppene på andre egenskaper. Forskjeller i andre egenskapene kan eventuelt tyde på interessante indirekte konsekvenser av avlen i de tre gruppene. I denne oppgaven skal egenskaper som melkeytelse, vekt, melke kvalitet og melkeatferd sammenlignes hos de tre ulike genetiske gruppene. Det skal lages laktasjonskurver som viser utvikling av egenskapene i løpet av laktasjonen, for å studere utholdenhet og variasjon gjennom en laktasjon.

2.0 Litteratur

Litteraturdelen starter med et kapittel om korrelasjon mellom egenskaper, da dette er grunnleggende teori som forklarer årsaken til indirekte seleksjon. Indirekte seleksjon er at andre egenskaper enn de egenskapene det selekteres for endrer seg. Kunnskap om indirekte seleksjon er viktig for forståelse av resultatene i disse analysene. Videre er det informasjon om avlsarbeide til NRF, seleksjonsforsøket med NRF, samt resultater fra tidligere studier på seleksjonsforsøket. Det er også et kapittel om opprinnelsen til de gamle norske kurasene. Deretter kommer et lengre kapittel om melkerobot, den praktiske bruken og resultater på tidligere studier med melkerobot. Til slutt kommer to ulike kapitler om laktasjonskurvens form og elektrisk konduktivitet, da dette er viktige egenskaper som analyseres og diskuteres i oppgaven.

2.1 Korrelasjon mellom egenskaper

Dersom endring i en egenskap påvirker uttrykket av en annen egenskap er det korrelasjon mellom egenskapene. Korrelasjon mellom to egenskaper kan være positiv eller negativ. Positiv korrelasjon betyr at begge egenskapene øker, negativ korrelasjon betyr at den ene egenskapen øker når den andre reduseres. Korrelasjoner mellom egenskaper kan være både genetiske og/eller miljømessige. Genetisk korrelasjon skyldes ofte pleiotropy, som betyr at et gen påvirker flere egenskaper. En annen årsak til genetisk korrelasjon er kobling mellom gener. Da ligger genene så tett sammen på kromosomet at de som regel nedarves sammen (Pirchner 1983; Falconer & Mackay 1996). Genetisk korrelasjon kan bli definert som korrelasjon mellom sanne avlsverdier, fordi avlsverdier er en additiv genetisk verdi (Falconer & Mackay 1996). Sann avlsverdi kan en imidlertid aldri vite sikkert, og det brukes derfor korrelasjon mellom estimerte avlsverdier. Hvor gode estimater en oppnår på den genetiske korrelasjonen, er dermed avhengig av sikkerheten på avlsverdiene.

Miljøkorrelasjon oppstår dersom en miljøfaktor påvirker to egenskaper (Falconer & Mackay 1996). For eksempel kan fôring med kraftfôr øke både melkeytelsen, protein % og vekten til en melkeku (Pirchner 1983). Differansen mellom fenotypisk korrelasjon og genetisk korrelasjon blir ansett som miljøkorrelasjon. Miljøkorrelasjon tilsvarer korrelasjon mellom residualene ved beregning av avlsverdier. Dette inkluderer ikke-additiv genetisk korrelasjon. I noen tilfeller kan genetisk korrelasjon og miljøkorrelasjon ha motsatt fortegn. Genetiske korrelasjoner kan endres ved seleksjon over generasjoner. Dette kan for eksempel skje hvis det ikke er mer varians igjen bak genene som styrer begge egenskaper (Falconer & Mackay 1996).

Genetisk korrelasjon mellom egenskaper fører til at seleksjon for en egenskap også påvirker andre egenskaper, avhengig av korrelasjonens størrelse og fortegn (Pirchner 1983). Rauw et al. skrev i 1998 en oversiktsartikkel om uønskede sideeffekter av seleksjon for produksjonseffektivitet hos husdyr. Sterk seleksjon for produksjonsegenskaper hos kalkun, broiler, gris og melkeku, førte blant annet til større risiko for sykdom og reproduksjonsproblemer, fordi det er en ufordelaktig genetisk korrelasjon mellom produksjonsegenskaper og helse- og reproduksjonsegenskaper.

Det er gjort flere studier på genetisk korrelasjon mellom produksjonsegenskaper og helse- og reproduksjonsegenskaper på NRF kyr. Heringstad et al. (2005) fant genetisk korrelasjon mellom klinisk mastitt og proteinytelse på 0,43. Det er også funnet positiv genetisk korrelasjon mellom klinisk mastitt og melkeytelse som varierte fra 0,08 - 0,37 i 1. til 3. laktasjon (Wu et al. 2008). I det sistnevnte forsøket ble det benyttet en «Bayesian structural equation Gaussian-threshold model» som tar hensyn til en komplisert sammenheng mellom melk og mastitt, fordi forekomst av mastitt vil forårsake en nedgang i melkeytelse. Modellen tar høyde for denne nedgangen dersom mastitt har oppstått, slik at en ikke får et feil bilde på kuas egentlige potensial (Wu et al. 2008). Seleksjonsforsøkene med høylinja og frisklinja av NRF viser bekreftene resultater, der det blant annet er en forskjell på 0,31 % gjennomsnittlig EBV for mastitt etter 4 kugenerasjoner med seleksjon for høy og lav melkeytelse (Heringstad et al. 2005). Andersen-Ranberg et al. (2005) fant ufordelaktig korrelasjon mellom fruktbarhet og protein ytelse på NRF. Den genetiske korrelasjon mellom proteinytelse i første laktasjon og intervall fra kalving til inseminering i første laktasjon er 0,47. For første laktasjonskyr er det ufordelaktige negativ korrelasjon på -0,18 mellom «ikke omløp» 56 dager etter inseminering og proteinytelse i første laktasjon. Dette betyr at flere kyr løper om ved en økt proteinytelse. For kviger var det imidlertid en liten positiv korrelasjon på 0,04 mellom «ikke

omløp» 56 dager etter inseminering og proteinytelse i første laktasjon (Andersen-Ranberg et al. 2005). Det kan konkluderes med at kyr som genetisk er bedre på motstandsevne mot mastitt, blir genetisk bedre på fruktbarhet, og genetisk dårligere på melkeproduksjon.

Genetisk korrelasjon kan forklares ut i fra ressursallokeringsteorien. Teorien går ut på at et dyr har en viss mengde ressurser tilgjengelig. Dersom en selekterer for en egenskap vil denne egenskapen få mer ressurser, og dermed vil det bli mindre ressurser tilgjengelig til andre egenskaper (Luiting et al. 1997). I et avlsarbeid burde en være oppmerksom på hvilke genetiske korrelasjoner som eksisterer, hvis ønsket er en husdyrproduksjon med god dyrevelferd og friske dyr. Friske dyr er også fordelaktig i et økonomisk perspektiv, da en kan spare veterinærutgifter og produksjonstap (Fourichon et al. 1999).

2.2 Avlsarbeidet til Norsk Rødt Fe

NRF er den største og viktigste melkekurasen i Norge i dag. Avlen på NRF ble startet av avlslaget for Hedemarksfe i 1935 (Steine et al. 2004). På 1960-tallet ble flere norske raselag med i avlen. Norske kuraser som Rødt Trønderfe, Telemarksfe, Rødkoller, Dølafe, Måselvfe og Sør- og Vestlandsfe ble krysset sammen til det vi i dag kaller NRF. Utenlandske kuraser fra Sverige, Finland og Skottland har også gitt viktig bidrag til rasen. Holstein-Frieser raser fra blant annet USA og Canada har bidratt med genetisk variasjon tidligere, der enkelte okser som var gode på egenskaper i NRFs avlsmål ble valgt ut. I dag er imidlertid disse rasene så ulike egenskaper i NRFs avlsmål, at de ikke lenger krysses inn. I 1999 skiftet avlslaget navn til Geno som i dag driver avlsarbeidet. Geno utnytter databasen kukontrollen, til å beregne avlsverdier på ulike egenskaper (Steine et al. 2004). Her registerer melkebønder som er medlem av kukontrollen en mengde informasjon om blant annet kyrs produksjon og helse. I 2012 var 98,5% av melkeprodusentene i Norge medlem av kukontrollen. Dette tilsvarer 200 583 årskyr fordelt på 8 495 besetninger (TINE 2012b).

NRF er en kombinasjonsrase med voksenvekt omkring 550-650 kg (Geno 2014a). Den har god produksjon av både melk og kjøtt. Samtidig er NRF verdenskjent for god helse og fruktbarhet, da dette er egenskaper som har vært vektlagt i avlsmålet gjennom flere år. Eksteriøregenskaper som jur og bein er også viktig. Andre egenskaper som er noe vektlagt i avlsmålet er lynne, andre sykdommer, utmelking, kalvingsvansker og dødfødsler (tabell 1) (Geno 2014b).

Tabell 1. Vektlagte egenskaper i avlsmålet til NRF (Geno 2014b).

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

2.3 Seleksjonsforsøket med høylinja og frisklinja av NRF

Det ble startet et seleksjonsforsøk med NRF i 1978, hvor det ble selektert for to ulike linjer. Den ene linja ble selektert for høy melkeytelse (høylinja), mens den andre linja ble selektert for lav melkeytelse (lavlinja). Seleksjonsmålene ble imidlertid endret i 1989 (Heringstad et al. 2007; Heringstad et al. 2008; Heringstad & Larsgard 2010). Lavlinja ble utrangert, og det ble opprettet en ny linje som nå blir selektert for lav mastittfrekvens (frisklinja). Frisklinja tok utgangspunkt i kyr fra høylinja eller vanlige NRF kyr som ikke hadde vært med seleksjonsforsøket tidligere. Høylinja var også utgangspunkt for en ny høylinje som nå blir selektert for høy proteinytelse. Hvert år blir det brukt 2-4 NRF okser som er avkomsgransket gjennom NRFs avlsprogram, der oksene med best avlsverdi for egenskapene det selekteres for i de to linjene blir valgt ut til seleksjonsforsøket (Heringstad, personlig kommunikasjon, 10. januar 2014)

Høylinja og frisklinja av NRF har blant annet blitt genetisk sammenlignet på egenskapene sykdomsresistens, celletall og fruktbarhet. Det er blitt sett på genetiske forskjeller etter et visst antall kugenerasjoner med seleksjon. Døtre av første parring i seleksjonsforsøket defineres som kugenerasjon 0. Videre vil døtrene av kugenerasjon 0 da bli kugenerasjon 1, osv (Heringstad et al. 2007; Heringstad et al. 2008; Heringstad & Larsgard 2010). Resultater fra seleksjonsforsøket som presenteres her (Heringstad et al. 2007; Heringstad et al. 2008; Heringstad & Larsgard 2010), er etter seleksjon for høy proteinytelse hos høylinja og seleksjon for lav mastitt frekvens hos frisklinja. Det er imidlertid også presentert noe resultater etter seleksjonen for høy og lav melkeytelse i forhold til sykdomsresistens.

Gjennomsnittlig estimert avlsverdi (EBV) for forekomst av klinisk mastitt viste 10 % forskjell mellom høylinja og frisklinja etter fem kugenerasjoner. Høylinja hadde kun en liten økning, mens frisklinja hadde hele 9,5 % reduksjon i gjennomsnittlig EBV for klinisk mastitt. Den store reduksjonen er ikke overraskende da frisklinja blir selektert direkte mot mastitt. Resultatene viser også at seleksjon for høy proteinytelse ser ut til å ha en ufordelaktig korrelasjon med forekomst av klinisk mastitt (Heringstad et al. 2007). Etter 6 kugenerasjoner var det en genetisk forskjell i gjennomsnittlig EBV for gjennomsnittlig celletall i laktasjonen på 15 000. Seleksjon mot klinisk mastitt gir dermed en genetisk endring i celletall (Heringstad et al. 2008). Et tidligere studie som viser til en velkjent genetisk korrelasjon mellom celletall og frekvens av klinisk mastitt, kan bekrefte at indirekte avl mot mastitt ved hjelp av celletall har vært vellykket (Shook & Schutz 1994).

Gjennomsnittlig EBV for ketose, viste en genetisk forskjell på 1,5 % mellom høylinja og frisklinja etter 5 kugenerasjoner. Høylinja holdt seg relativt stabil, mens frisklinja viste en reduksjon. I første del av seleksjonsforsøket da linjene ble selektert for høy og lav melkeytelse var det imidlertid en større genetisk forskjell etter 5 kugenerasjoner. Den genetiske forskjellen var på over 3 % gjennomsnittlig EBV for ketose. Høylinja hadde en jevn økning, mens lavlinja hadde en tilsvarende reduksjon i gjennomsnittlig EBV for ketose. Gjennomsnittlig EBV for tilbakeholdt etterbyrd viste en genetisk forskjell på 0,5 % mellom høylinja og frisklinja etter 5 kugenerasjoner. Høylinja hadde en liten økning og frisklinja hadde en liten reduksjon. Forekomsten av tilbakeholdt etterbryd var imidlertid allerede lav hos begge linjer. Den genetiske forskjellen på tilbakeholdt etterbryd var enda mindre etter 5 kugenerasjoner i starten av seleksjonsforsøket da linjene ble selektert høy- og lav melkeytelse. Da var det kun 0,2 % forskjell i gjennomsnittlig EBV for tilbakeholdt etterbryd. Disse resultatene viser at seleksjon for høy melkeytelse og høy proteinytelse gir en ufordelaktig korrelert seleksjonsrespons for ketose og tilbakeholdt etterbyrd. Seleksjon for lav melkeytelse og mindre mastitt gir derimot en fordelaktig korrelert seleksjonsrespons for ketose og tilbakeholdt etterbyrd (Heringstad et al. 2007).

Fruktbarhet er blitt definert som tre ulike egenskaper i seleksjonsforsøket. Det er «ikke omløp 56 dager etter første inseminering» (NR56), kalvingsintervall mellom første og andre kalving (CIN) og intervall fra første kalving til første inseminering etter kalving (CFI). Det ble funnet en genetisk forskjell på 2,5 % for kviger og 2 % for kuer i gjennomsnittlig EBV for NR56 etter 6 kugenerasjoner. En økning i NR56 er positivt fordi det betyr at flere kyr tar seg ved

første inseminering. Høylinja har vist en nokså jevn reduksjon i gjennomsnittlig EBV for NR56, mens frisklinja har vært mer svingende selv om det har økt totalt. Det var en forskjell i gjennomsnittlig EBV for CIN på 4 dager etter 6 kugenerasjoner. Frisklinja har totalt hatt en reduksjon i gjennomsnittlig EBV for CIN, mens høylinja har hatt en liten økning og deretter reduksjon, slik at høylinja ligger på omtrent samme nivå etter 6 kugenerasjoner. Det ble ikke funnet noe klare forskjeller i gjennomsnittlig EBV for CIF gjennom 6 kugenerasjoner. Totalt tyder disse resultatene på at frisklinja er blitt genetisk bedre på fruktbarhet, på grunn av en fordelaktig korrelasjon med lavere mastitt frekvens. Samtidig har fruktbarheten blitt noe dårligere i høylinja, noe som viser at økt proteinytelse gir ufordelaktig genetisk utvikling for fruktbarhet (Heringstad & Larsgard 2010).

Resultatene fra seleksjonsforsøket bekrefter at genetiske korrelasjoner virker som forventet. Avl for produksjonsegenskapene hos høylinja gir ufordelaktig seleksjonsrespons for helse og fruktbarhet. Årsaken til at den negative utvikling er forholdsvis lav, kan være at det brukes NRF okser som er preselektert for NRFs avlsmål. Helse og fruktbarhet er viktige avlsmål for NRF, slik at okser som er for dårlig på disse egenskapene vil ikke bli avlet på. Til tross for dette viser seleksjonsforsøket resultater som tyder på at seleksjon for høy produksjon gir indirekte seleksjon for kyr med dårligere helse og fruktbarhet. Resultatene viser også at seleksjon mot mastitt er en indirekte seleksjon for mer robuste kyr, som er avlsmessig bedre for andre helseegenskaper og fruktbarhet (Heringstad et al. 2007; Heringstad et al. 2008; Heringstad & Larsgard 2010).

2.4 De gamle norske kurasene

De gamle norske kurasene ble etablert i 1880-1920 åra, da stedegenhetslæra slo inn (Vangen & Sæther 2014). Tidligere hadde fepopulasjonen i Norge vært nokså variert over hele landet. På slutten av 1800-tallet ble det viktig å renavle feet lokalt. Dette gav opphav til omkring 30 ulike lokale norske kuraser, som har resultert i 6 bevaringsverdige gamle norske kuraser som fremdeles eksisterer i dag (Vangen et al. 2007). Det var hovedsaklig melkekuraser, men også noe kombinasjonsku. Telemarksfe og Sidet Trønderfe og Nordlandsfe er melkekuraser som fortsatt har egne avlslag. Av disse to rasene er det også flest avlskyr (tabell 2). Dølafe, Østlandsk Raukolle, Vestlandsk Raukolle og Vestlandsk Fjordfe har vært utrydningstruet, men blir i dag bevart. Rasene blir brukt i forbindelse med turisme, kulturpleie og nisjeproduksjon (Vangen & Sæther 2014). De gamle kurasene kan gjenkjennes på karakteristiske farger hos de ulike rasene. Enkelte av rasene, som Telemarksfe har store, flotte horn. Mange av de gamle norske rasene stammer opprinnelig fra fjell og dalstrøk, og de tar

seg godt frem i ulendt terreng. Østlandsk og Vestlandsk Raukolle kommer imidlertid fra lavlandet på Østlandet og Rogaland, hvor det har vært gode jordbruksforhold. Disse rasene var derfor opprinnelig noe større og mer produktive enn de andre norske kurasene (Norsk institutt for skog og landskap 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f). Jarlsbergfe er også en produktiv, lokal gammel norsk kurase fra Vestfold. Jarlsbergfe er svært utryddningstruet, men denne rasen er ikke ansett som verneverdig kurase av norsk genressurssenter. I dag finnes det omtrent 200 morder av Jarlsbergfe (Avslaget for Jarlsbergfe 2014).

Tabell 2. Antall avlskyr av de gamle norske kurasene, som registrert i genressurssenterets kuregister i 2013 (Norsk institutt for skog og landskap 2013).

Rase	Antall avlskyr
Sidet trønderfe og nordlandsfe	1135
Telemarksfe	301
Dølafe	130
Østlandsk Raukolle	166
Vestlandsk Raukolle	119
Vestlandsfjordfe	456

2.5 Melkerobot

2.5.1 Bruk av melkerobotdata

Carlström et. al. (2013) argumenterer for gode muligheter til forbedring av estimater på arvegrader ved bruk av melkerobotdata, da det gir gjentatt, nøyaktig og objektiv registrering av mange egenskaper. Eksempelvis blir egenskaper som melkestrøm subjektivt vurdert av bonden fra rask til sein i dagens avlsarbeid. Beregninger basert på subjektive data har gitt relativt lav arvegrad på melkestrøm. En melkerobot kan imidlertid måle melkestrømmen mer nøyaktig, i kg melk per minutt hver gang kua melkes. Beregninger basert på melkerobotdata har derfor gitt moderat arvegrad på melkestrøm (Carlström et. al. 2013). Ved hjelp av melkerobotdata fra kommersielle besetninger av Svensk Holstein og Svensk Röd och Vit Boskap (SRB), fant Carlström et al. (2013) gode estimater på arvegrader av egenskapene gjennomsnittlig melkestrøm (0,37-0,48), tid i melkerobot (0,21 – 0,44), melkefrekvens (0,09 – 0,26) og antall melkinger (0,02 – 0,07). Selv om disse resultatene viser potensiale for bruk av melkerobotdata i avlsarbeid, er det hittil få studier som har sett på dette (Carlström et al 2013).

Carlström et. al. (2014) sammenlignet blant annet melkestrøm og melketid basert på både melkerobotdata og data samlet fra konvensjonelle melkesystemer. Til tross for at de samme egenskapene var ulikt definert i de to datasettene, fant de høy genetisk korrelasjon. Den

genetiske korrelasjonen var 0,97 mellom melkestrømegenskapene og 0,98 mellom melketideegenskapene. Det er dermed mulig å inkludere data fra begge melkesystemer og behandle det som de samme egenskapene. Dette er en fordel fordi det kan drives felles avlsarbeid på de samme egenskapene selv om ulike typer melkesystemer utnyttes blant bønder.

2.5.2 Melkeprosess og praktisk bruk av melkerobot

En melkerobot vil ta seg av hele melkeprosessen, der jur og spener først blir vasket og stimulert slik at kua får nedgivningsrefleks og blir klar for melking. Melkeorganet settes på etter innstilte jurkordinater for hver enkelt ku. Melkeroboten registrerer når hver enkelt spene begynner å bli tom og tar av spenekoppen. Dette forhindrer tomgangsmelking som kan skade spenen, og det er en fordel dersom hver spene ikke gir lik mengde melk. Etter melking får spenene en dusj med spenespray for å opprettholde sunne spener. Melkeroboten fungerer også som kraftfôrstasjon der hver enkelt ku får tildelt individuelt bestemt mengde kraftfôr. Dette stimulerer kua til å oppsøke melkeroboten. Melkeroboten kan blant annet registrere melkemengde, melketid, melkestrøm, fargen på melka, elektrisk konduktivitet og blod i melka. Det er også mulig å få celletallsmåler. Melk med unormale registreringer ledes bort fra hovedtanken. Det er fokus på hygiene, der melkeorgan rengjøres mellom hver melking for å unngå smitte mellom kyr. Samtidig er det regelmessig hovedvask av hele melkeanlegget. Regelmessig vask og registreringer som gjøres på melka sikrer god melke kvalitet (Lely Astronaut 2014; DeLaval 2014).

Med melkeroboten følger programvare som gir oversikt og kontroll over melkekubesetningen. En stor leverandør av melkeroboter i dagens marked er Lely. De lever melkeroboter med programvaren «time for cows» (T4C). T4C kan melde om eventuelle avvik i blant annet melkekvaliteten eller melkefrekvensen for hver enkelt ku. Da Lelys melkeroboter bruker vektsensorer for å registrere hvordan kua står plassert i melkeroboten, gjøres det daglige registreringer av kuas vekt. Dermed kan en følge med på endringer i vekt som kan indikere kuas helsestatus. Styringsystemet T4C, kan også integreres i fôring av besetningen ved å overvåke og analysere fôringseffektiviteten. Programvaren gjør bonden oppmerksom på enkelt kyr og gir kontroll på dyrehelse, melkekvalitet og effektivitet i melkeproduksjonen (Lely Astronaut 2014).

2.5.3 Atferd i melkerobot

Dersom det skal bli god økonomi i melkeproduksjon med melkerobot, må melkerobotens kapasitet utnyttes. Tiden som går til melking av kyrne er derfor viktig, og den avhenger av ulike atferdsegenskaper som bokstid, avspark og melkestrøm. Bokstid er den totale tiden en ku bruker i melkeroboten (Carlstrom et al. 2013). Dette inkluderer dermed både melketid og for- og etterbehandling som for eksempel vask av spenene. Carlstrom et. al. (2013) fant en gjennomsnittlig bokstid på 7,46 minutter og en gjennomsnittlig melketid på 4,83 minutter på SRB i første laktasjon ved bruk av melkerobotdata. Det var lignende resultater for svensk Holstein. Gaede et al. (2007) fant en gjennomsnittlig melketid på hele 12,9 minutter på tysk Holstein ved bruk av melkerobotdata. Melkemengde og melkestrøm er en viktig faktor for hvor lang tid melkingen tar, men kuas atferd påvirker også bokstiden. Dersom kua bruker lang tid på å komme inn og forlate melkeroboten, eller står urolig og sparkes av seg spenekoppene, vil bokstiden øke.

Avspark av spenekopper i melkeroboten er et problem som kan komme av såre spener eller at kua har dårlig lynne. Rousing et al. (2006) studerte lynne i melkerobot, og fant at 38% av kyrne trakk på stedet en gang, og 13% sparket av seg spenekoppene en gang i løpet av tiden i melkeroboten. 4% sparket av seg spenekoppene mer enn en gang. Rinell (2013) fant genetisk korrelasjon på 0,5 mellom antall avspark i løpet av en melking og lynne som var subjektivt vurdert på en nidelt skala. Det var en genetisk korrelasjon på 0,38 mellom andel melkinger med forekomst av avspark og score for lynne. Disse resultatene viser at lynne i melkerobot kan være genetisk styrt og at det kan være et potensielt problem i melkeproduksjonen.

Avspark kan føre til skader på melkeroboten, samt ufullstendig melkinger (Rinell 2013). Uønsket atferd er derfor ikke fordelaktig i et økonomisk perspektiv, fordi det kan føre til skader og øker tiden roboten trenger til melking.

Høy melkestøm kan redusere tiden melkeroboten trenger til melkeprosessen. Gjennomsnittlig melkestrøm i kg melk per minutt bokstid for 1. til 5. laktasjon er estimert til 1,37-1,57 kg/min basert på 46 melkekubesetninger i Norge (Bugten 2013). Det var hovedsaklig NRF kyr (95%), men også noe andre raser og kryssninger. Melkestrømmen var økende særlig i begynnelsen av en laktasjon, og den var noe lavere i første laktasjon enn i senere laktasjoner (Bugten 2013). Hogeveen et al. (2001) fant en gjennomsnittlig melkestrøm i kg melk per minutt melketid på 2,5 kg/min, på kyr i Nederland ved bruk av melkerobotdata fra en Lely robot. Melkestømmen ble her definert som kg melk, delt på tiden fra melken begynner å strømme, til siste

spenekopp er tatt av. Gaede et al. (2007) fant liknende resultater på tysk Holstein ved bruk av melkerobotdata fra De Laval. Carlstrøm et al. (2013) fant noe høyere melkestrøm på 3,12 kg/min på SRB og 3,65 kg/min på svensk Holstein. Det kan være uheldig med for høy melkestrøm da det er sett en sammenheng mellom melkestrøm og jurhelse problemer som celletall og mastitt (Boettcher et al. 1998). Dette kan komme av at kyr med høy melkestrøm har videre spenekanaler og dermed kan slippe inn patogener lettere. En optimal melkestrøm må derfor balanseres mellom fordelene av melkeeffektivitet og risiko for mastitt (Gaede et al. 2007). Da kan en oppnå raskest mulig melkestrøm, uten at sykdom og veterinær utgifter gir økonomisk tap.

Melkefrekvens er en viktig atferdsegenskap ved bruk av melkerobot, fordi en er avhengig av kyr melker seg frivillig og regelmessig for at melkeproduksjonen skal bli effektiv. Kyr som ikke melker seg frivillig kan være en stor arbeidsbelastning i melkeproduksjon med melkerobot (Jacobs & Siegford 2012b). Ved høyere melkefrekvens vil en ku få økt melkeytelse og flatere laktasjonskurve (Österman & Bertilsson 2003; Sorensen et al. 2008). Petterson et al. (2011) fant en høyere melkefrekvens under toplaktasjon, noe som viser at kyr ønsker å melke seg oftere når melkeytelsen er høy og det kan dermed være en fordel at kyr har mulighet til dette i et melkerobotsystem. Jacobs & Siegfords (2012a) oversiktsartikkel konkluderte med at melkefrekvens per døgn er rapportert til å ligge mellom 1,9 – 3,2 i et melkerobotsystem. Det er sjelden kyr ønsker å melke seg mer en tre ganger daglig, men det forekommer. Ved bruk av melkerobot kan bonden regulere hvor ofte en ku får melke seg ved å styre melkeintervallet. Melkeintervall er hvor mange timer det må gå mellom hver melking. Det er stor variasjon i ønsket melkeintervall hos enkeltkyr, og det kan avhenge av laktasjonsstadiet, melkeytelse, rang og motivasjon for å melke seg (Jacobs & Siegford 2012a). Enkelte kyr melker seg så ofte de har mulighet, men andre kyr melker seg ikke før de jages inn i melkeroboten (Melin et al. 2005). Hogeveen et al. (2001) har funnet et gjennomsnittlig melkeintervall på 9,2 timer ved bruk av melkerobotdata fra en Lely melkerobot. Carlstrom et al. (2013) fant liknende resultater på SRB og svensk Holstein.

2.5.4 Økonomi og arbeidstid ved bruk av melkerobot

I en oversiktsartikkel kom Jacobs & Siegford (2012a) fram til at melkerobotsystem har potensiale for å øke melkeproduksjonen med 12%, samtidig som arbeidsmengden går ned 18%. Arbeidsmengden kan imidlertid øke dersom enkelt individer ikke vil gå til melkeroboten frivillig. Ofte vil det være en større jobb i begynnelsen av laktasjonen til en ku og i treningsperioder ved overgang til melkerobot (Rousing et al. 2006; Jacobs & Siegford 2012b).

Melkeproduksjonen kan øke ved bruk av melkerobot fordi melkefrekvensen øker, noe som er positivt i et økonomisk perspektiv (Wagner-Stroch & Palmer 2003). Det økonomiske utbytte er likevel omtrent det samme ved sammenligning av melkegårder på omtrent samme størrelse, som benytter seg av konvensjonell melking. Årsaken er at melkeroboten gir høye kapitalkostnader, slik at produksjon med melkerobot ikke blir mer lønnsomt (Steenefeld et al. 2012). Produksjon med melkerobot kan likevel ha den fordelen at arbeidstiden kan bli noe lavere (Bijl et al. 2007).

2.5.5 Dyrevelferd og mulighet for naturlig atferd i et melkerobotsystem

Et melkerobotsystem kan øke dyrenes velferd da fjøs med melkerobot innebærer løsdriftsystemer der kyrne selv kan velge når og hvor ofte de vil melke seg. Muligheten for synkron atferd vil imidlertid reduseres da kyrne ikke kan melkes samtidig (Jacobs & Siegfor 2012a). Synkron atferd er evolusjonært en viktig overlevelsesstrategi for sosiale husdyr, derfor det kan være stressende hvis mulighet for synkron atferd er begrenset (Clayton, 1978). Dersom dyrevelferden skal bli god i et melkerobotsystem krever det at fjøset er innredet slik at dyretrafikken er velfungerende. Lav rangerte kyr vil som regel melke seg til mindre attraktive tider på døgnet enn dominerende kyr (KetelaardeLauwere et al. 1996). Derfor er det viktig med et system der lavt rangerte kyr også kommer til ressursene. I melkerobotfjøs opereres det med løsdriftsystemer som har fri eller guidet dyretrafikk. Både fri og guidet dyretrafikk er funksjonelt, men kyr vil ha en større grad av frihet til å disponere tiden sin ved et fritt system. Dyretrafikksystemet kan påvirke lengden på ligge- og spiseatferd, men her viser studier ulike resultater (Hermans et al. 2003; Ketelaar-de Lauwere et al. 1998; Melin et al. 2007). I forhold til dyrevelferden er det dermed både ulemper og fordeler med melkerobot i et løsdriftsystem, selv om mer frihet kan være positivt for dyrene.

2.5.6 Melke kvalitet ved robotmelking

Da Berglund et al. (2002) undersøkte sammenhengen mellom celletall og robotmelking, var konklusjonen at robotmelking er minst like godt og i noen tilfeller bedre en konvensjonelle metoder med hensyn til celletall og kvalitet på spenene. Det kan imidlertid være et problem at jur og spener ikke er helt rene etter vask av melkerobot (Hovinen & Pyorala 2011). Dohmen et al. (2010) fant en sammenheng mellom urene spener etter vask og økning i celletall i et melkerobotsystem. Kortere melkeintervall ved bruk av melkerobot, vil føre til mer frie fettsyrer i melka (Klungel et al. 2000). Stor konsentrasjon av frie fettsyrer er uønsket da det kan gi en vond smak på melka, derfor er det vanlig å styre melkeintervallet ved å sette en

minimumstid det må gå før kua kan melke seg igjen. Utvikling av melke kvalitet i sammenheng med bruk av melkerobot har dermed noe motstridende resultater.

2.6 Laktasjonskurvens form i sammenheng med sykdom

Formen på laktasjonskurven til en ku indikerer hvor god melkeproduksjonen er gjennom hele laktasjonen. Egenskapen defineres ofte ut i fra fall i melkeytelse etter topplaktasjon, der en flat laktasjonskurve med mindre fall er fordelaktig (Grossman et al. 1999; Jakobsen et al. 2003; Kamidi 2005; Pettersson et al. 2011). En flatere laktasjonskurve gir lavere fôr-, helse- og reproduksjonskostnader (Dekkers et al. 1998). Det er også sett en sammenheng der en flat laktasjonskurve gir bedre melke kvalitet ved at det er et lavere celletall gjennom hele laktasjonen (Sorensen et al. 2008). Kyr kan få en ufordelaktig bratt form på laktasjonskurven ved seleksjon for høy melkeytelse, fordi det fører til at melkeytelsen øker særlig i begynnelsen av laktasjonen. Samtidig blir det større fall i melkeytelse etter topplaktasjon (Grossman et al. 1999). En ku med bratt laktasjonskurve kan ha så stort fall i melkeytelse etter topplaktasjon, at en ku med flatere laktasjonskurve kan ha like stor total melkeytelse (Grossman et al. 1999). Laktasjonskurvens form har moderat arvegrad, estimert til 0,20 og 0,21 av Jakobsen et al. (2003). Det er dermed mulig å inkludere egenskapen i et avlsarbeid.

Flatere laktasjonskurve kan redusere det store energibehovet en ku har i begynnelsen av laktasjonen. Gjennom topplaktasjon som nås få uker etter kalving, er det vanskelig å imøtekomme energibehovet til en ku. Dette kommer av fysiologisk begrensninger der fordøyelsessystemet ikke har stor nok opptakskapasitet. Rundt kalving vil i tillegg fôropptaket reduseres på grunn av metabolske signaler som reproduksjonshormoner og stress hormoner. Kyr kommer derfor i negativ energibalanse i begynnelsen av laktasjonen (Ingvarsen & Andersen 2000). Negativ energibalanse i starten av laktasjonen øker risiko for sykdom hos melkekyr (Katoh 2002). Zamet et al. (1979) fant at kyr som hadde blitt diagnostisert syke minst en gang tidlig i laktasjon, også hadde lavere fôropptak og dermed kom i større negativ energibalanse, enn kyr som hadde vært friske. Mobilisering av kroppsfett tidlig i laktasjonen er imidlertid varierende, der enkelte kyr ser ut til å takle metabolsk stress bedre (Weber et al. 2013). Det kan dermed være en fordel å selektere for kyr med flatere laktasjonskurve, for å unngå at de kommer i for stor negativ energibalanse og eventuelt har større risiko for å bli syke.

Genetiske korrelasjoner mellom ulike sykdommer og form på laktasjonskurven er beregnet av Harder et al. (2006). Hypotesen var at flatere laktasjonskurve har sammenheng med mindre sykdom på grunn av mindre negativ energibalanse og metabolsk stress. Det ble funnet en fordelaktig genetisk korrelasjon mellom flat laktasjonskurve og klauv- og beinsykdommer. Det ble ikke funnet genetisk korrelasjon mellom laktasjonskurvens form og jursykdommer, og mellom laktasjonskurvens form og reproduksjonssykdommer. Andersen et al. (2011) har imidlertid funnet en fordelaktig genetisk korrelasjon mellom mastitt og laktasjonskurvens form, der NRF kyr som ikke hadde vært behandlet for klinisk mastitt hadde mindre fall i melkemengde etter topplaktasjon, enn NRF kyr som hadde vært behandlet for klinisk mastitt minst en gang. Stigningstallet frem til topplaktasjon for andre laktasjon og senere laktasjoner, var også signifikant høyere hos NRF kyr som hadde vært behandlet for klinisk mastitt minst en gang. Capuco et al. (2003) har derimot funnet en ufordelaktig genetisk korrelasjon der økt forekomst av mastitt ga flatere laktasjonskurve, fordi mastitt førte til at mange jurceller dør.

Mellom metabolske sykdommer og flat laktasjonskurve er det funnet en ufordelaktig genetisk korrelasjon, der syke kyr har flatere laktasjonskurve (Harder et al. 2006). En mulig forklaring på dette kan være at kyr som har hatt ketose, melkefeber, tilbakeholdt etterbyrd og mastitt kan få en lavere og senere topplaktasjon (Hostens et al. 2012). Til gjengjeld har de flatere laktasjonskurve. I studien av Hostens et al. (2012) fikk kun kyr som ble syke mer enn en gang i løpet av laktasjonen lavere total melkeproduksjon. Flere studier viser ugunstig genetisk korrelasjon mellom melkeytelse og sykdom (Heringstad et al. 2007; Simianer et al. 1991; Uribe et al. 1995; Van Dorp et al. 1998). Jakobsen et al. (2003) argumenterer for at topplaktasjon kan ha sterkere genetisk korrelasjon med sykdom enn laktasjonskurvens form.

2.7 Elektrisk konduktivitet som mål på forekomst av mastitt

Mastitt har i flere år vært en viktig egenskap i avlsarbeidet i de nordiske landene, da mastitt er en kostbar sykdom som gir dårlig dyrevelferd (Heringstad et al. 2000). Det har vært vellykket seleksjon mot mastitt basert på frekvens av klinisk mastitt, samt celletall som indirekte mål på forekomst av mastitt (Heringstad et al. 2001; Shook & Schutz 1994). Dersom mastitt oppstår vil immunforsvarets respons øke celletallet i melka (Kehrli & Shuster 1994). I en oversiktsartikkel så Norberg (2005) at det er stor variasjon i den estimerte genetiske korrelasjonen mellom mastitt og celletall. Antall celletallsmålinger i løpet av en laktasjon er ofte lav slik at en har lite informasjon om egenskapen til bruk i avlsarbeid. Samtidig kan det være en risiko å selektere for lavt celletall, da det kan gi kua en dårligere immunrespons

(Coffey et al. 1986). Moderne melkesystemer måler i dag den elektriske konduktiviteten til melka. Dette brukes av bønder for å kunne forutse og oppdage mastitt (Norberg 2005). Elektrisk konduktivitet er et mål på hvor godt melka leder strøm mellom to elektroder, målt i Siemens (Nielen et al. 1992; Norberg 2005). Den elektriske konduktiviteten bestemmes av konsentrasjonen av ioner i melka, der Na^+ , K^+ og Cl^- er de viktigste (Norberg 2005). Ved infeksjon endres konsentrasjonen av ioner, og dermed konduktiviteten på melka (Peaker i Mepham 1983). Flere studier har funnet sammenheng mellom økt elektrisk konduktivitet og mastitt (Fernando et al. 1982; Sheldrake et al. 1983; Milner et al. 1996). I melkeroboten måles den elektriske konduktiviteten på melka fra hver enkelt spene hver gang kua melkes. Dette gir derfor en stor mengde nøyaktig datamaterialet på en enkel og kostnadseffektiv måte (Norberg 2005).

I en oversiktsartikkel konkluderte Norberg (2005) med at arvegraden til elektrisk konduktivitet er moderat og varierer fra 0,12-0,36, mens den genetiske korrelasjonen til mastitt er mellom 0,65-0,80. Elektrisk konduktivitet har additiv genetisk varians som er høyere enn additiv genetisk varians for celletall (Norberg et al. 2004). Estimerer på arvegrader, genetiske korrelasjoner, og additiv genetisk varians gjør det mulig å selekere for egenskapen i et avlsarbeid (Norberg 2005). Ved bruk av informasjon på elektrisk konduktivitet i stedet for celletall som indirekte mål på mastitt, fant Norberg (2005) en høyere sikkerhet på indeks for mastitt. Elektrisk konduktivitet kan være bedre egnet for seleksjon da det er et mer direkte mål på nivået av infeksjon, enn et mål på immunrespons slik som celletall (Norberg 2005). Det kan også være en fordel med kontinuerlige variabler i et avlsarbeid, fordi det gir større variasjon i egenskapen (Emanuelson 1988). Elektrisk konduktivitet har en kontinuerlig variasjon i motsetning til egenskapen forkomst av klinisk mastitt. Elektrisk konduktivitet kan gi data på både friske, subkliniske og klinisk syke dyr, og dermed kan det bli lettere å selekere de aller beste dyrene (Norberg 2005).

3.0 Materiale og metode

3.1 Datamateriale

Datamaterialet for analyse i denne oppgaven kommer fra en Lely melkerobot på Jønsberg videregående skole. Besetningen på Jønsberg har blitt melket av melkerobot siden 2007. Gjennom disse årene er det samlet en stor mengde melkerobotdata som skal benyttes til se på ulike egenskaper hos de to seleksjonslinjene, og de gamle norske kurasene. Det var kun mulig å få ut data på kyrne som fortsatt er i besetningen i dag, da utrangerte kyr slettes fra databasen. I dag er det 52 melkekyr som er i produksjon. To av disse var NRF kyr der far ikke var seleksjonsforsøk okse. Det var også registrert et kryssningsdyr. Disse tre dyrene ble ekskludert, slik at analysene er basert på observasjoner på 49 kyr. 27 kyr tilhørte høylinja, 14 kyr tilhørte frisklinja, mens det var 8 gammelrasekyr. De 8 Gammelrasekyrne var en STN, en Telemarksku, to Dølafe, to Raukolle og to Jarlsbergfe. De fleste kyrne er født mellom 2008 og 2011, men det er også tre kyr født i 2007 og en ku født i 2005. De 49 kyrne hadde totalt 78 970 observasjoner, i tidsrommet 26. juli 2007 – 7. februar 2014. Det var observasjoner over flere laktasjoner, der enkelte av kyrne hadde fullført opptil 5-6 laktasjoner (tabell 3). I analysene er 3-6. laktasjon slått sammen, slik at resultatene presenteres for 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon.

Tabell 3. Antall laktasjoner med observasjoner, totalt og fordelt på de tre gruppene.

Laktasjonsnummer	Høylinja	Frisklinja	Gamelrase kyr	Total
1	27	14	7	48
2	16	9	5	30
3	10	6	4	20
4	7	5	4	16
5	2	0	3	5
6	1	0	0	1
Totalt	63	34	23	120

3.2 Rådata

Rådata ble hentet ut ved hjelp av Lelys dataprogram «time 4 cows» (T4C). Det ble gjort ved å laste ned rapporter med observasjoner. For å få observasjoner på enkelt kunivå bakover i tid, ble rapporten «enhet besøk historie» benyttet. I denne rapporten var det mulighet til å legge til en mengde ulike variabler. Da det var en stor mengde data for hver ku over tid, måtte det tas ut flere rapporter som var filtrert på kunummer og antall dager bakover i tid. Slik ble all data som fantes på de kyrne som fortsatt er i produksjon i besetningen i dag lastet ned.

Det ble valgt ut 17 ulike variabler som ble lagt til i rapporten som ble lastet fra T4C, med en observasjon per melking.

Kunummer – Kuas ørenummer i besetningen på Jønsberg.

Fødselsdato – Datoen kua er født.

Laktasjonsnummer – Angir hvilken laktasjon kua var ved den akutte observasjonen.

Besøk-dato-tid – Dato og klokkeslett kua var i melkeroboten. Dette angir når de ulike observasjonene er gjort.

Laktasjonsdager – Angir hvor mange dager som er gått etter kalving ved den akutte observasjonen.

Melkemengde – Antall kg kua har melket.

Vekt – Kuas vekt målt i kg.

Bokstid – Tiden kua totalt oppholder seg i melkeroboten. Angir hvor langt tid hele melkeprosessen tar. Målt i minutter og sekunder.

Behandlingstid – Tiden som brukes til for- og etterbehandling av jurene, som vask og påføring av spenespray. Tilsvare bokstid minus tiden som går til melking. Målt i minutter og sekunder.

Melkestrøm – Melkestrømmen, målt i liter per min.

Melkeintervall – Tid siden siste melking. Måles i timer og minutter. Nedre grense for melkeintervall er styrt i besetningen. Det settes en minimumstid det må gå før får kua melke seg igjen, med mindre forrige melking var mislykket eller ufullstendig. Minimumstiden er varierende for hver enkelt ku og den styres etter ytelse og laktasjonsstadiet. Bonden kan også påvirke melkeintervallet noe ved at kua jages inn i melkeroboten hvis det er har gått for lang tid siden sist melking.

Konduktivitet – Konduktiviteten til melka er målt for hver enkelt spene. Målt i mS/cm.

Mislykkede – Angir om en melking har vært mislykket. Eksempelvis kan melkeroboten ha hatt problemer med å koble til melkeorganet, eller kua kan ha sparket av seg spenekoppene.

Beskrivelse – Beskriver om en melking har vært vellykket, eventuelt årsak til at melking var mislykket.

I tillegg til disse variablene ble det hentet ut informasjon om kalvingsmåned, kalvingsår og helsedata på mastitt fra kukontrollen. Ut i fra informasjon om de aktuelle kyrne i datasettet ble laget en variabel kalt gruppe, der gruppe 1 er høylinja, gruppe 2 er frisklinja og gruppe 3 er gammelrasekyr.

Det ble laget variabel på melketid, som er bokstid minus behandlingstid. Det ble også beregnet en variabel som er kalt melkemengde/bokstid. Dette er et effektivitetsmål som forteller hvor mange kg kua melker i forhold til tiden (i minutter) kua bruker totalt i melkeroboten. Det er dermed et mål på hvor fort kua melker seg. Dette er en egenskap som påvirkes av mange faktorer som melkeatferd, melkemengde og eventuelle tekniske problemer med melkeroboten. Da bonden ønsker å utnytte en melkerobot ved å ha flest mulig kyr på en melkerobot, er dette et viktig effektivitetsmål i et økonomisk perspektiv.

Avvik fra normalt nivå i konduktivitet kan indikere at kua har høyt celletall, og kanskje er på vei til å utvikle mastitt. Derfor ble det laget en variabel på standardavvik i konduktivitet for å analysere konduktiviteten. Det ble benyttet standardavvik på gjennomsnittlig konduktivitet i en laktasjon. Den ble beregnet ved å ta utgangspunkt i daglige gjennomsnitt for å finne gjennomsnitt gjennom hele laktasjonen til en ku. På denne måten ble det en observasjon per laktasjon per ku.

3.3 Beskrivende statistikk og utplukkskriterier

Beskrivende statistikk for egenskapene som ble analysert finnes i tabell 4. Tabellen gir oversikt over antall observasjoner, gjennomsnitt, standardavvik, minimums- og maksimums observasjoner for de ulike egenskapene. Egenskapene er oppgitt både før og etter det er satt krav til data, dersom det er outliers med unormalt høye eller lave verdier på observasjonene. Alle variablene er begrenset mellom laktasjonsdag 6 til laktasjonsdag 305, da egenskapene analyseres innenfor en standard laktasjonslengde.

Tabell 4. Beskrivende statistikk for egenskaper som ble analysert, før og etter krav til data.

Egenskap	Antall observasjoner	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Maks
Kg melk per melking	72 130	8,6	3,3	0	45,9
Kg melk per melking, ekskl 0 kg melk	71 609	8,7	3,3	1	45,9
Totalt kg melk per dag	27 478	22,7	9,5	1	66,6
Vekt i kg	72 300	552	58	0	711
Vekt ekskl vekt < 393 kg	70 858	554	54	393	711
Bokstid i min	72 313	8,4	2,8	0	23,8
Bokstid ekskl tid < 1 min	70 430	8,4	2,7	1,2	23,8
Melketid i min	71 550	5,4	2,6	0,02	20
Melketid ekskl tid < 1 min	70 340	5,5	2,5	1,0	20
Behandlingstid i min	72 129	3,00	1,5	0,02	23,6
Behandlingstid ekskl tid < 1 min	70430	3,00	1,1	1,15	23,6
Melkemengde/ bokstid i kg/min	70 430	1,1	0,5	0,05	10,7
Melkestrøm i liter/min	71 550	2,4	1,7	1	25,2
Melkestrøm ekskl mislykkede melkinger	70 342	2,4	1,7	1	9
Melkeintervall i timer	72 306	9,2	3,2	0	24
Melkeintervall ekskl intervall på 0 timer	70 858	9,2	3,2	0,02	24
Konduktivitet, høyre bakspene	68 583	69	6,4	44	153
Konduktivitet, høyre framspene	69 982	68,9	6,2	22	138
Konduktivitet, venstre bakspene	69 377	68,9	5,6	13	137
Konduktivitet, venstre framspene	69 803	68,6	6,0	39	150

Da det var noen observasjoner på vekt som var mistenkelig lave, ble observasjoner lavere enn 393 kg ekskludert, da 393 kg var grensen for 0 % kvantilet. Dette førte til at gjennomsnittet ble 2 kg høyere, mens standardavviket ble 4 kg lavere (tabell 4). I tillegg ble melkemengde på 0 kg, bokstid, melketid og behandlingstid mindre enn ett minutt, og melkeintervall på 0 timer

ekskludert før de videre analysene. Etter at det var satt krav til melkemengde og bokstid, ble variabelen melkemengde/bokstid laget. Mislykkede melkinger ble ekskludert fra egenskapen melkestrøm, da eventuelle tekniske feil ved en mislykket melking kan påvirke resultatene. Til tross for at noen observasjoner ble ekskludert, utgjorde det liten forskjell i gjennomsnitt og standardavvik på de aktuelle egenskapene (tabell 4). Beskrivende statistikk med gjennomsnitt, standardavvik og antall observasjoner innen gruppe, etter det er satt krav til de ulike egenskapene finnes i tabell 5.

Tabell 5. Beskrivende statistikk for egenskaper som ble analysert innen gruppe, etter krav til data. Gj.s. er gjennomsnitt, std er standardavvik og N er antall observasjoner.

	Daglig melkemengde			Vekt			Bokstid		
	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr
Gj.s.	25,6	21,8	16,0	556	581	503	8,1	9,4	7,8
Std	9,5	8,3	7,5	50	41	49	2,8	2,7	2,3
N	14 208	7903	5367	38 900	19 688	12 270	38 712	19 613	12 105

	Melketid			Behandlingstid			Melkemengde/bokstid		
	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr
Gj.s.	5,3	6,7	3,8	2,7	2,7	4,0	1,2	1,0	0,9
Std	2,6	2,3	1,6	1,1	1,0	2,2	0,5	0,4	0,4
N	38 712	19 613	12 105	38 712	19 613	12 105	38 712	19 613	12 105

	Melkestrøm			Melkeintervall			Konduktivitet, høyre bak		
	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr
Gj.s.	2,5	2,4	2,2	8,8	9,6	10,0	70,6	66,5	68,6
Std	1,4	2,2	1,2	3,0	3,3	3,3	6,1	4,8	7,7
N	38 374	19 422	12 546	38 900	19 688	12 270	36 808	19 627	12 148

	Konduktivitet, høyre foran			Konduktivitet, venstre bak			Konduktivitet, venstre foran		
	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr
Gj.s.	70,2	66,4	69,0	70,5	66,6	67,9	70,1	66,0	68,2
Std	5,5	4,4	8,9	5,5	4,0	6,3	5,5	4,6	7,9
N	38 635	19 578	11 769	38 798	19 611	10 968	38 543	19 564	11 696

3.4 Modeller

Dataprogrammet SAS 9.3 (SAS 2002-2010) ble benyttet til å utføre statistiske analyser av de ulike egenskapene. Proc mixed prosedyre ble kjørt for å teste hvilke forklaringsvariabler som har signifikant effekt på egenskapene total daglig melkemengde, gjennomsnittlig daglig vekt, bokstid, melketid, behandlingstid, melkemengde/bokstid, melkestrøm og melkeintervall. Proc mixed er en prosedyre som kan analysere modeller med faste og tilfeldige effekter. Ku var definert som tilfeldig effekt innen laktasjonsdag. De faste effektene som ble testet var gruppe

(3 klasser), laktasjonsnummer (3 klasser), laktasjonsdag (300 klasser), kalvingsmåned (12 klasser) og kalvingsår (8 klasser). Laktasjonsnummer 3 til 6 er slått sammen i alle analyser, da det var få kyr som har fullført mange laktasjoner. Data fra laktasjonsdag 6- 305 ble brukt i analysene. Det ble forsøkt å legge til samspill mellom laktasjonsdag og laktasjonsnummer i modellene, men datamaterialet var ikke stort nok til å kunne estimere en slik effekt.

Modell 1.

$$Y = \text{Gruppe} + \text{laktasjonsnummer} + \text{gruppe} * \text{laktasjonsnummer} + \text{laktasjonsdag} + \text{kalvingsmåned} * \text{kalvingsår} + ku + \text{restledd}$$

Der Y er total daglig melkemengde, gjennomsnittlig daglig vekt, bokstid, melketid, behandlingstid, melkemengde/bokstid, melkestrøm eller melkeintervall.

For å teste om formen på laktasjonskurvene for melkemengde og vekt var ulik for de tre gruppene ble det brukt en modell med regresjon på laktasjonsdag innen gruppe og laktasjonsnummer. Regresjonsmodeller med opptil 5. gradsledd ble testet. Den beste modellen ble funnet ved å se på likelihood ratio test, Akaikes og Schwarzs kriterier som oppgis under "fit statistics" sammen med løsning på modellen. Det er kjente metoder SAS bruker for å vise til hvor godt modellen passer til datamaterialet (SAS User guide 2002-2010). Modellen for melkemengde var best med 4. gradsledd for regresjon på laktasjonsdag, mens modellen for vekt var best med 3. gradsledd. Med unntak av laktasjonsdag innehold disse regresjonsmodellene ellers de samme faste og tilfeldige effektene som modell 1.

Modell 2:

$$\text{Total daglig melkemengde} = \text{Gruppe} + \text{laktasjonsnummer} + \text{kalvingsmåned} * \text{kalvingsår} + b_{1i} * \text{laktasjonsdag} + b_{2i} * \text{laktasjonsdag}^2 + b_{3i} * \text{laktasjonsdag}^3 + b_{4i} * \text{laktasjonsdag}^4 + ku + \text{restledd}$$

Der i er gruppe * laktasjonsnummer, i=1, ...,9.

Modell 3:

$$\text{Gjennomsnittlig daglig vekt} = \text{Gruppe} + \text{laktasjonsnummer} + \text{kalvingsmåned} * \text{kalvingsår} + b_{1i} * \text{laktasjonsdag} + b_{2i} * \text{laktasjonsdag}^2 + b_{3i} * \text{laktasjonsdag}^3 + ku + \text{restledd}$$

Der i er gruppe * laktasjonsnummer, i=1, ...,9.

For konduktivitet ble det brukt en enklere modell, der det ble kjørt proc glm prosedyre i SAS. Standardavvik i konduktivitet ble benyttet som y for å analysere variasjonen i konduktivitet. Det ble forsøkt å bruke forklaringsvariablene gruppe (3 klasser), laktasjonsnummer (3 klasser), kalvingsmåned (12 klasser) og kalvingsår (8 klasser). Det viste seg at kalvingsmåned, kalvingsår og laktasjonsnummer med unntak av laktasjonsnummer på venstre bakspene, ikke var signifikant. Derfor ble kun fast effekt av gruppe inkludert i modellen for høyre fram- og bakspene og venstre framspene. Venstre bakspene inkluderte effekt av laktasjonsnummer i tillegg til gruppe i modellen.

Det ble benyttet en lignende modell for å teste hvilke forklaringsvariabler som har effekt på andel mislykkede melkinger. Andel mislykkede melkinger for en ku i løpet av en laktasjon ble beregnet, slik at det ble en observasjon per laktasjon per ku, noe som tilsvarer 120 observasjoner. Andel mislykkede melkinger var i utgangspunktet lavt og lite normalfordelt, og det ble derfor gjort en log transformering av andel mislykkede melkinger. Da en del kyr hadde 0 mislykkede melkinger i løpet av en laktasjon, ble det lagt til en konstant på 1 før log transformeringen. Det ble forsøkt å kjøre en proc glm prosedyre i SAS med forklaringsvariablene gruppe (3 klasser), laktasjonsnummer (3 klasser), kalvingsmåned (12 klasser) og kalvingsår (8 klasser). Da forklaringsvariablene ikke var signifikante ble det til slutt valgt en enkel modell, der kun gruppe var forklaringsvariabel.

3.5 Laktasjonskurver

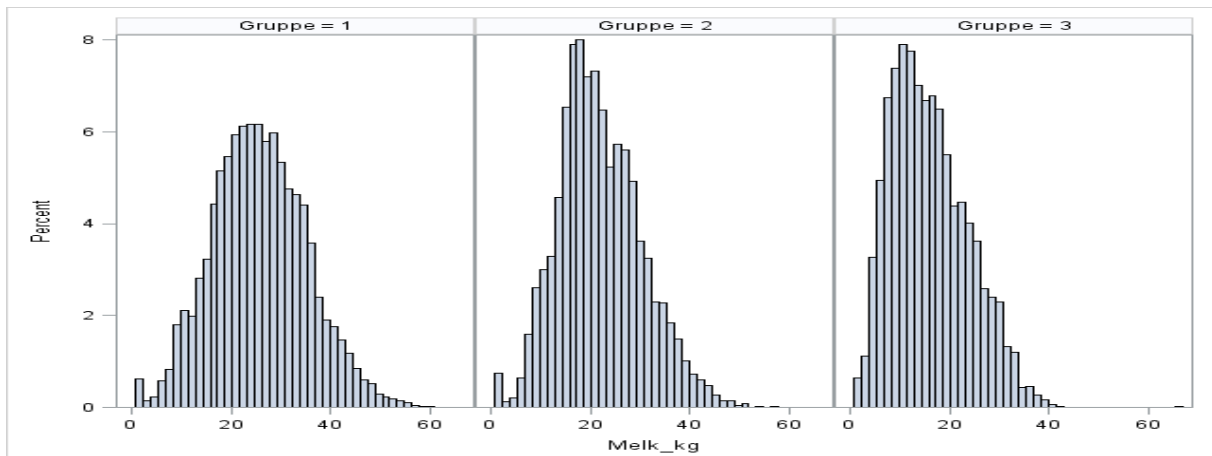
SAS ble benyttet for å lage kurver som viser hvordan ulike egenskaper utvikler seg gjennom laktasjonen (laktasjonsdag 6 – 305). Dette ble gjort ved å benytte prosedyren sgplot med loess regresjonskurver i SAS. Loess er en ikkeparametrisk metode, som tilpasser kurven best mulig ut i fra nabopunktene (for eksempel Craven & Wahba 1979). Loesskurvene blir tilpasset etter en smooth faktor, der en høy faktor gjør kurven glattere, slik at kurven ikke går innom alle observasjoner i like stor grad. Det er laget loesskurver for melkemengde, vekt, bokstid, melketid, behandlingstid, kg melk/bokstid, melkeintervall, melkestrøm. Det ble brukt smooth faktor 0,3 på melkemengde og smooth faktor 0,4 på de andre egenskapene. Egenskapene er plottet med gjennomsnitt på laktasjonsdag innen gruppe og laktasjonsnummer.

Ved å se på helsedata fra kukontrollen ble det funnet at det har vært fire tilfeller av mastitt hos fire ulike kyr i løpet av den tiden datamaterialet er samlet. Dette var for få tilfeller for å gjøre videre analyser på sammenhengen mellom konduktivitet og mastitt. Det ble derfor kun plottet loess konduktivitetskurve for laktasjoner hvor det var kyr som hadde hatt mastitt, for å vise eksempler på utvikling av konduktivitet ved mastitt. Det ble brukt en smooth faktor på 0,01 på konduktivitetskurvene, for å vise svingningene i konduktivitet.

4.0 Resultat

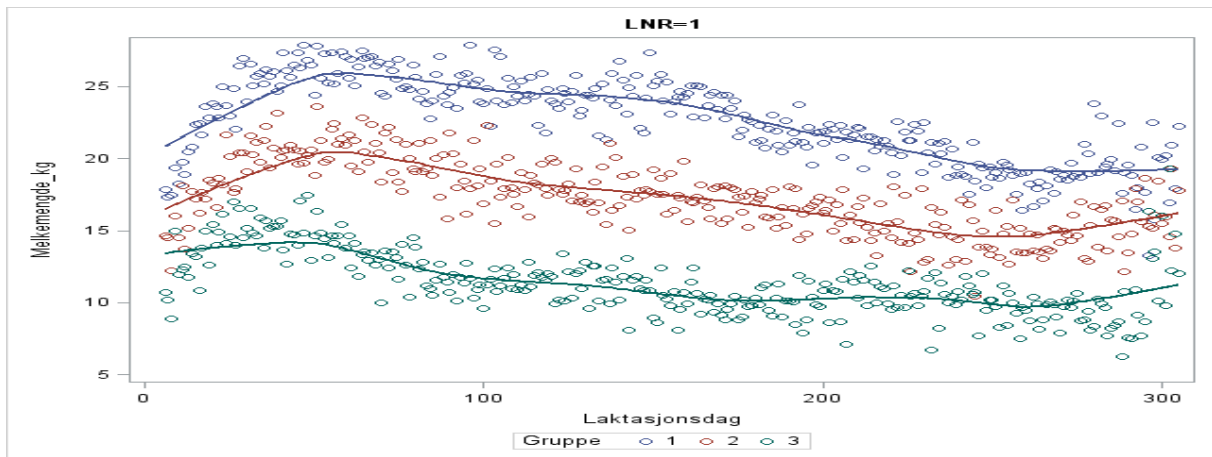
4.1 Melkemengde

Fordeling av daglig melkemengde er vist i histogram for hver enkelt gruppe i figur 1. Figuren viser at daglig melkemengde er tilnærmet normalfordelt.

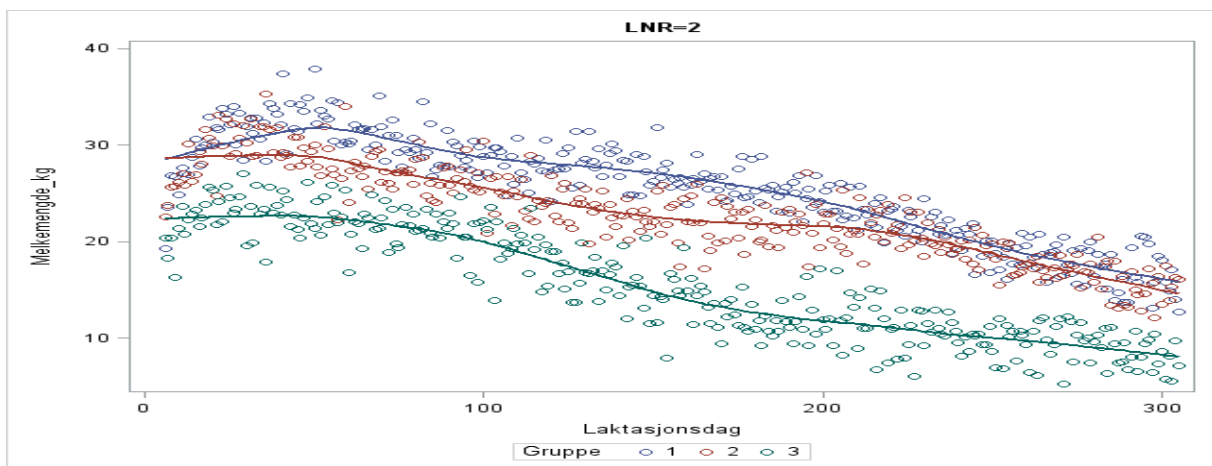


Figur 1. Fordeling av daglig melkemengde i kg for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

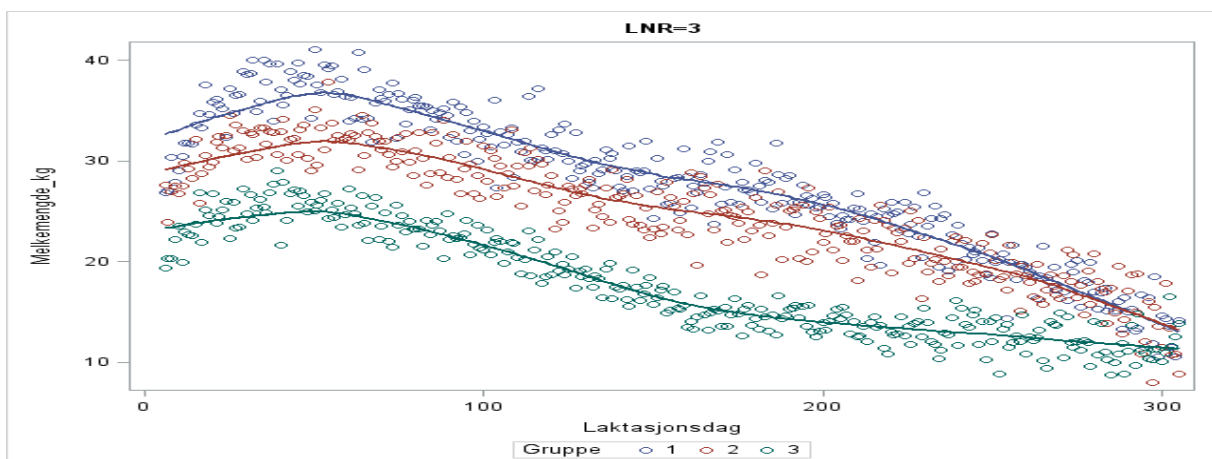
Gjennomsnittlig daglig melkemengde gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon er vist for de tre gruppene i figur 2-4. Figurene viser at høylinja har høyest melkeytelse, mens gammelrasekyrne gjennomgående har lavest melkeytelse. Laktasjonskurvene til frisklinja har imidlertid mindre fall etter topplaktasjon, da høylinja og frisklinja ligger på samme melkeytelse i slutten av 2. laktasjon og 3-6. laktasjon.



Figur 2. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig daglig melkmengde i kg fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 3. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig daglig melkmengde i kg fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 4. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig daglig melkmengde i kg fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Analysen for melkemengde med modell 1 viste at alle forklaringsvariabler var signifikante ($p < 0,0001$). Dette inkluderer forklaringsvariablene gruppe, laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer, laktasjonsdag og kalvingsmåned*kalvingsår. Denne analysen viste også at høylinja i gjennomsnitt har høyest daglig melkemengde, mens gammelrasekyr i gjennomsnitt har lavest daglig melkemengde av de tre gruppene, samt at kyrne øker melkeytelsen i senere laktasjoner (tabell 6).

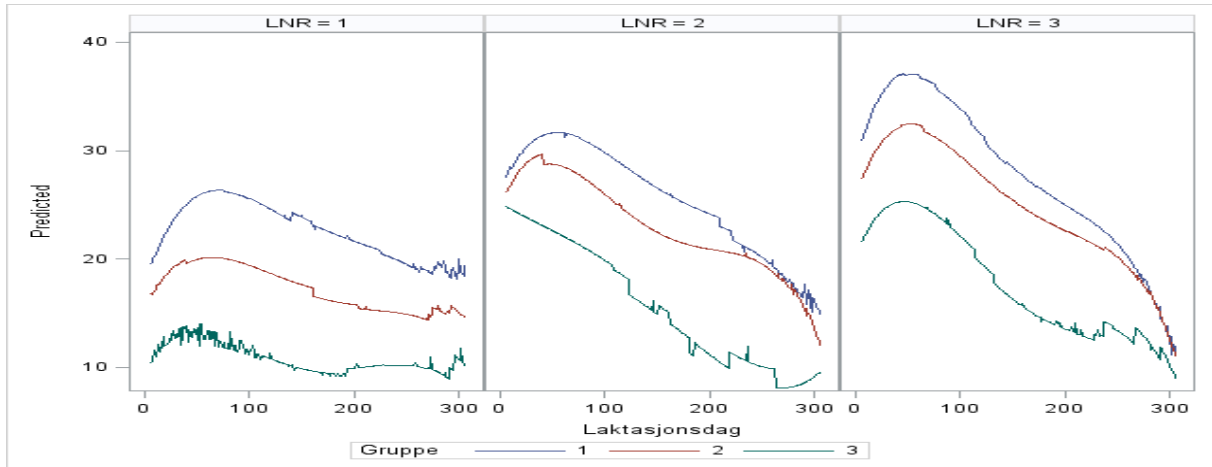
Tabell 6. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig daglig melkemengde og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	29,2	1,2	<,0001
Frisklinja	25,3	1,5	<,0001
Gammelrasekyr	16,3	1,9	<,0001
Laktasjonsnr 1	17,0	1,1	<,0001
Laktasjonsnr 2	24,0	1,1	<,0001
Laktasjonsnr 3	30,0	1,2	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	22,2	1,2	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	30,3	1,3	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	35,2	1,4	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	17,2	1,5	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	27,7	1,6	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr3	31,0	1,6	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	11,6	2,0	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	13,9	1,9	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	23,5	2,0	<,0001

Alle forklaringsvariabler var også signifikante ved bruk av modell 2 med laktasjonsdag som regresjon innen gruppe og laktasjonsnummer. Gruppe hadde en p-verdi på 0,0026, mens laktasjonsnummer, kalvingsmåned*kalvingsår og regresjonene hadde p-verdi mindre enn 0,0001. Gjennomsnittlig predikert laktasjonskurve med modell 2 er vist i figur 5. Disse

kurvene viser lignende resultater som loesskurvene for melkemengde (figur 2-4).

Regresjonskoeffisienter for laktasjonskurve med modell 2 er vist i tabell 7.



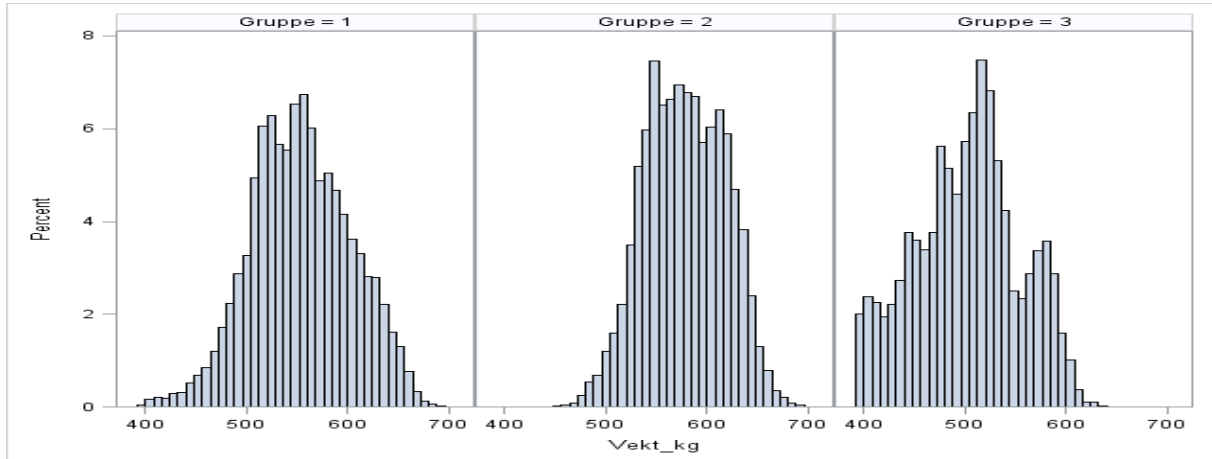
Figur 5. Gjennomsnittlig predikerte laktasjonskurver med modell 2 viser gjennomsnittlig predikert daglig melkemengde i kg (y-aksen) fra laktasjonsdag 6 til 305 (x-aksen) i 1. laktasjon (LNR 1), 2. laktasjon (LNR 2) og 3-6. laktasjon (LNR 3) for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Tabell 7. Regresjonskoeffisienter for laktasjonskurve med modell 2. B1 er b-verdi for laktasjonsdag, B2 er b-verdi for laktasjonsdag², B3 er b-verdi for laktasjonsdag³ og B4 er b-verdi for laktasjonsdag⁴. Tall i parentes er standardfeilen til estimat på b-verdiene.

Regresjonskoeffisienter					
Gruppe	Laktasjonsnr	B1	B2	B3	B4
1	1	0,2978 (0,01853)	-0,00334 (0,000239)	0,000014 (1,205*10 ⁻⁶)	-1,96*10 ⁻⁸ (0)
	2	0,2303 (0,02181)	-0,00312 (0,000284)	0,000014 (1,433*10 ⁻⁶)	-2,14*10 ⁻⁸ (0)
	3-6	0,3805 (0,02249)	-0,00495 (0,000301)	0,000022 (1,535*10 ⁻⁶)	-3,42*10 ⁻⁸ (0)
2	1	0,1941 (0,02449)	-0,00237 (0,000315)	0,000010 (1,611*10 ⁻⁶)	-1,51*10 ⁻⁸ (0)
	2	0,2515 (0,02702)	-0,00379 (0,000351)	0,000018 (1,775*10 ⁻⁶)	-2,96*10 ⁻⁸ (0)
	3-6	0,2947 (0,02661)	-0,00402 (0,000353)	0,000018 (1,823*10 ⁻⁶)	-2,85*10 ⁻⁸ (0)
3	1	0,1820 (0,03657)	-0,00238 (0,000472)	0,000011 (1,388*10 ⁻⁶)	-1,68*10 ⁻⁸ (0)
	2	-0,05894 (0,03666)	0,000269 (0,000505)	-2,86*10 ⁻⁶ (2,616*10 ⁻⁶)	-6,843*10 ⁻⁹ (0)
	3-6	0,2421 (0,02906)	-0,00378 (0,000369)	0,000017 (1,88*10 ⁻⁶)	-2,7*10 ⁻⁸ (0)

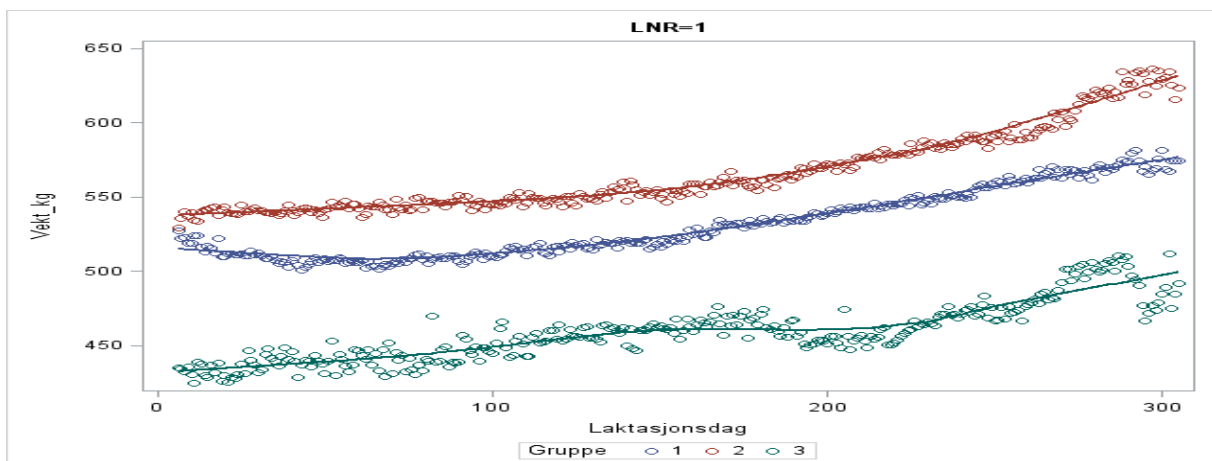
4.2 Vekt

Fordeling av gjennomsnittlig daglig vekt er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 6). Figuren viser at gjennomsnittlig daglig vekt er tilnærmet normalfordelt. Noe færre gammelrasekyr gjør fordelingen mer ujevn i denne gruppen.

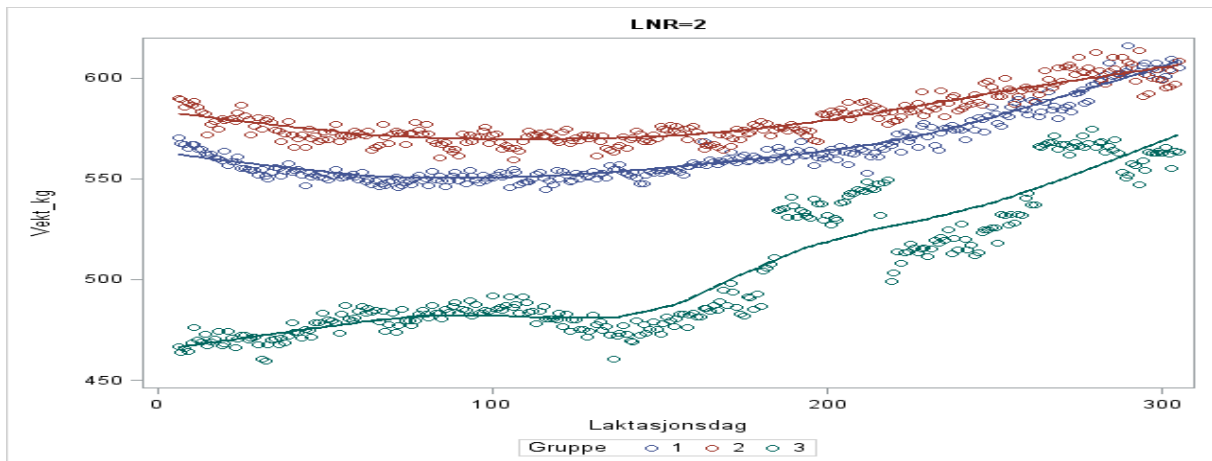


Figur 6. Fordeling av gjennomsnittlig daglig vekt i kg for høylinja (gruppe 1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

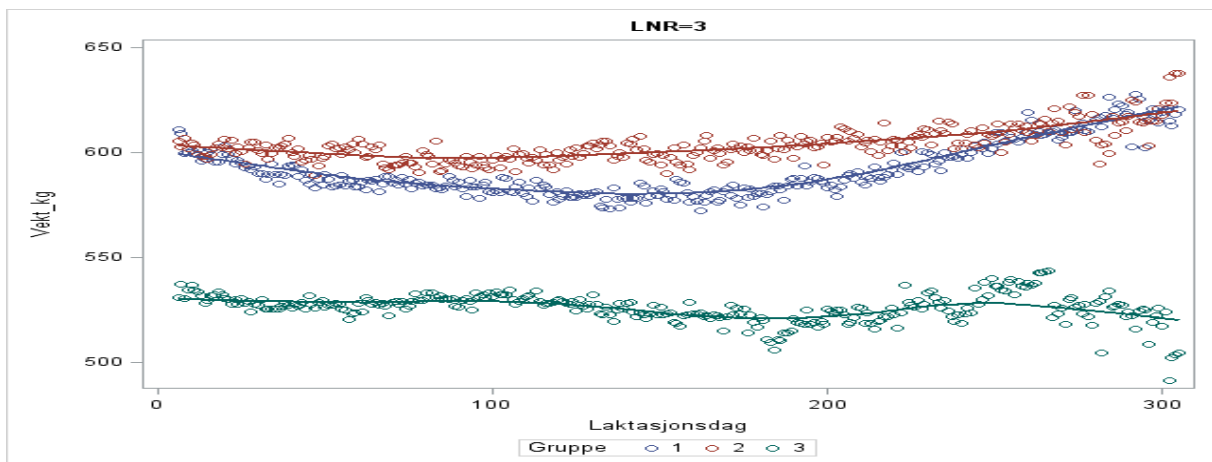
Gjennomsnittlig daglig vekt gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon for de tre gruppene er vist i figur 7-9. Vektkurvene viser at frisklinja er tyngst, mens Gammelrasekyrne er lettest. Det kan se ut som frisklinja har mer stabil vekt gjennom laktasjon uten å miste like mye vekt i starten av laktasjon som høylinja, med unntak av 2. laktasjon der frisklinja også mister noe vekt i starten. Gammelrasekyrne ser ut til å øke vekten til tross for at dem er i topplaktasjon i både 1. og 2. laktasjon.



Figur 7. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig vekt i kg fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 8. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig vekt i kg fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



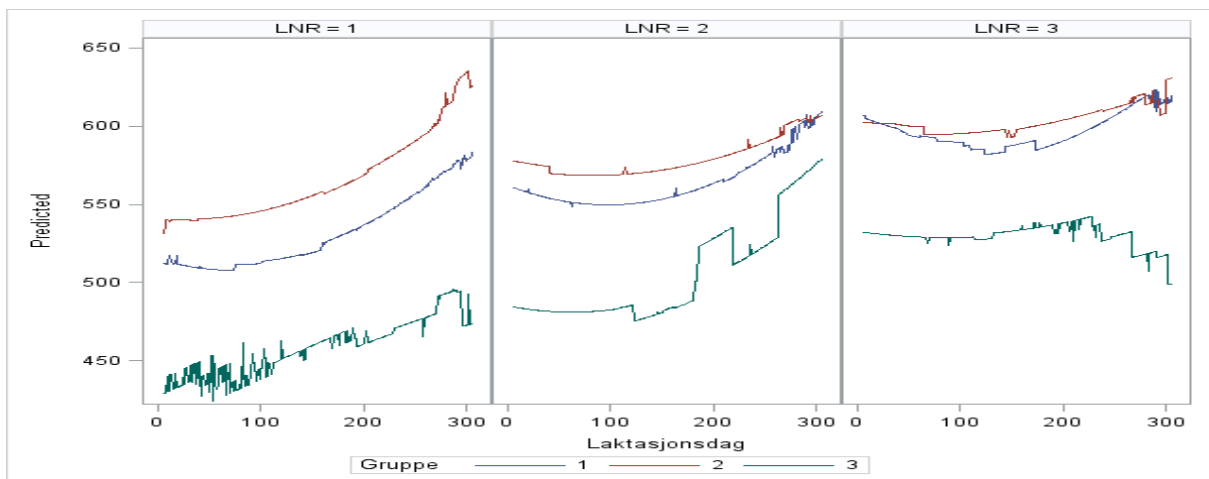
Figur 9. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig vekt i kg fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Analysen for vekt med modell 1 viste at alle forklaringsvariabler var signifikante. Fast effekt av gruppe hadde en p-verdi på 0,0001, mens de andre faste effektene, laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer, laktasjonsdag, kalvingsmåned*kalvingsår, hadde en p-verdi mindre enn 0,0001. Denne analysen viste at frisklinja i gjennomsnitt har høyest daglig vekt, mens gammelrasekyr i gjennomsnitt har lavest daglig vekt av de tre gruppene, samt at vekten var økende i senere laktasjoner (tabell 8).

Tabell 8. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig vekt og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	553	9,5	<,0001
Frisklinja	576	12,7	<,0001
Gammelrasekyr	491	16,5	<,0001
Laktasjonsnr 1	518	8,1	<,0001
Laktasjonsnr 2	539	8,2	<,0001
Laktasjonsnr 3	562	8,3	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	522	9,4	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	558	9,5	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	578	9,6	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	552	12,7	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	578	12,7	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr3	599	12,8	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	480	16,6	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	482	16,5	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	509	16,6	<,0001

Alle forklaringsvariabler var signifikante ved bruk av modell 3 med laktasjonsdag som regresjon innen gruppe og laktasjonsnummer ($p < 0,0001$). Gjennomsnittlig predikert laktasjonskurve med modell 3 er vist i figur 10. Disse kurvene viser lignende resultater som loesskurvene for vekt (figur 7-9). Gammelrasekyrne har en noe mer svingende laktasjonskurve for vekt, noe som kan være et resultat av mer variasjon på grunn av på få kyr i gruppen. Regresjonskoeffisienter for laktasjonskurvene med modell 3 er vist i tabell 9.



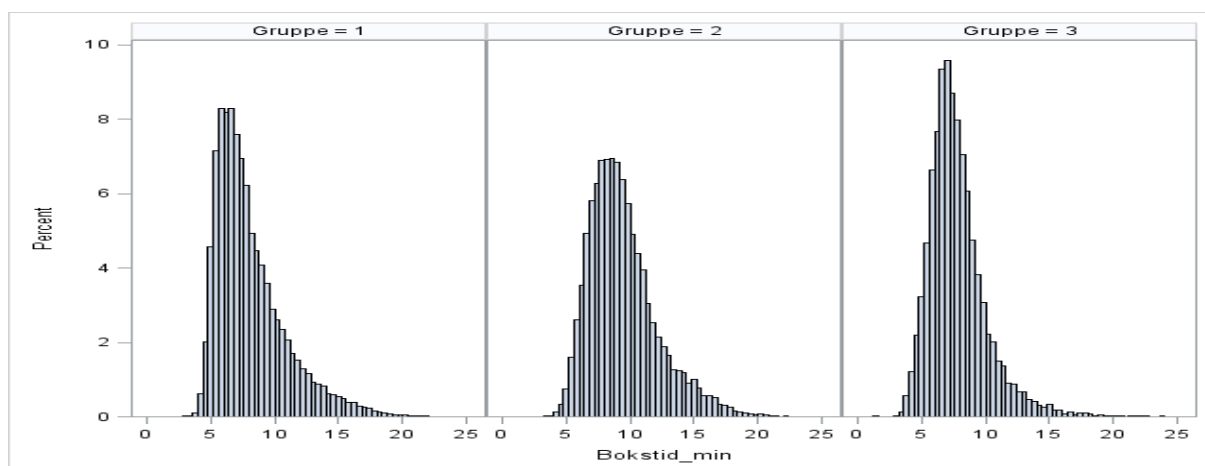
Figur 10. Gjennomsnittlig predikerte laktasjonskurver med modell 2 viser gjennomsnittlig predikert vekt i kg (y-aksen) fra laktasjonsdag 6 til 305 (x-aksen) i 1. laktasjon (LNR 1), 2. laktasjon (LNR 2) og 3-6. laktasjon (LNR 3) for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Tabell 9. Regresjonskoeffisienter for laktasjonskurve med modell 3. B1 er b-verdi for laktasjonsdag, B2 er b-verdi for laktasjonsdag² og B3 er b-verdi for laktasjonsdag³. Tall i parentes er standardfeilen til estimat på b-verdiene.

Regresjonskoeffisienter				
Gruppe	Laktasjonsnr	B1	B2	B3
1	1	-0,4041 (0,03678)	0,003235 (0,000180)	-4,34*10 ⁻⁶ (0)
	2	-0,3136 (0,03974)	0,001918 (0,000211)	-1,23*10 ⁻⁶ (0)
	3-6	-0,2019 (0,04089)	0,000848 (0,000229)	1,098*10 ⁻⁶ (0)
2	1	-0,03773 (0,05200)	0,000987 (0,000238)	2,267*10 ⁻⁷ (0)
	2	-0,08636 (0,05422)	0,000516 (0,000263)	6,412*10 ⁻⁷ (0)
	3-6	-0,05591 (0,05422)	0,000988 (0,000272)	-1,44*10 ⁻⁶ (0)
3	1	0,6783 (0,05427)	-0,00317 (0,000350)	7,054*10 ⁻⁶ (0)
	2	-0,3014 (0,07054)	0,003062 (0,000384)	-5,32*10 ⁻⁶ (0)
	3-6	0,2057 (0,06381)	-0,00265 (0,000273)	7,415*10 ⁻⁶ (0)

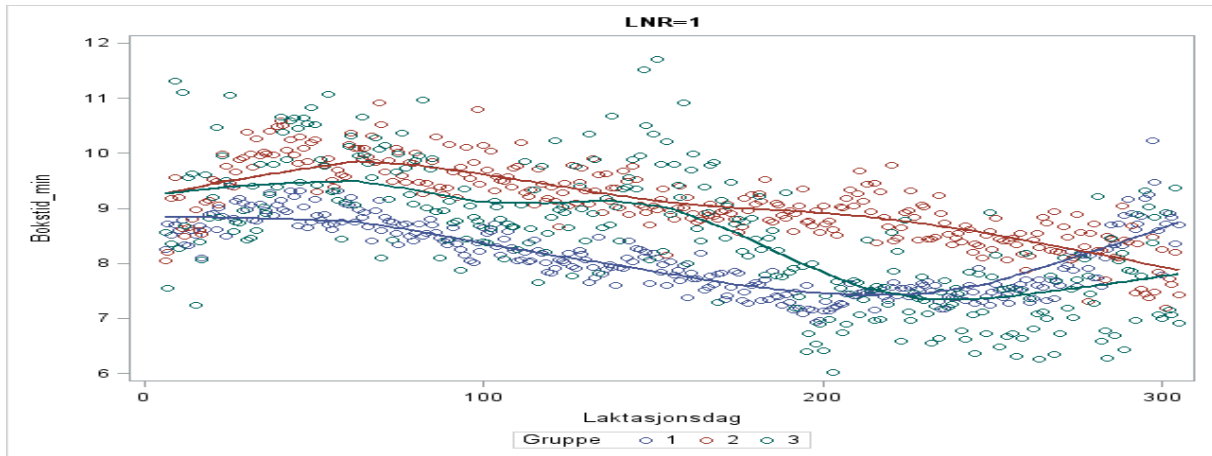
4.3 Bokstid

Fordeling av bokstid er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 11). Figuren viser at bokstid har en skjev fordeling med en lenger hale mot lang bokstid.

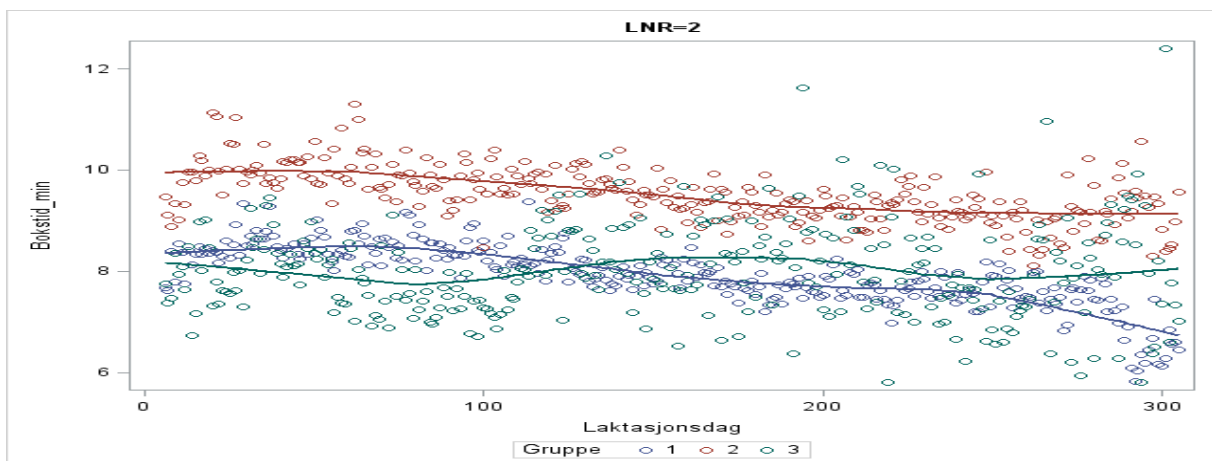


Figur 11. Fordeling av bokstid i minutter for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

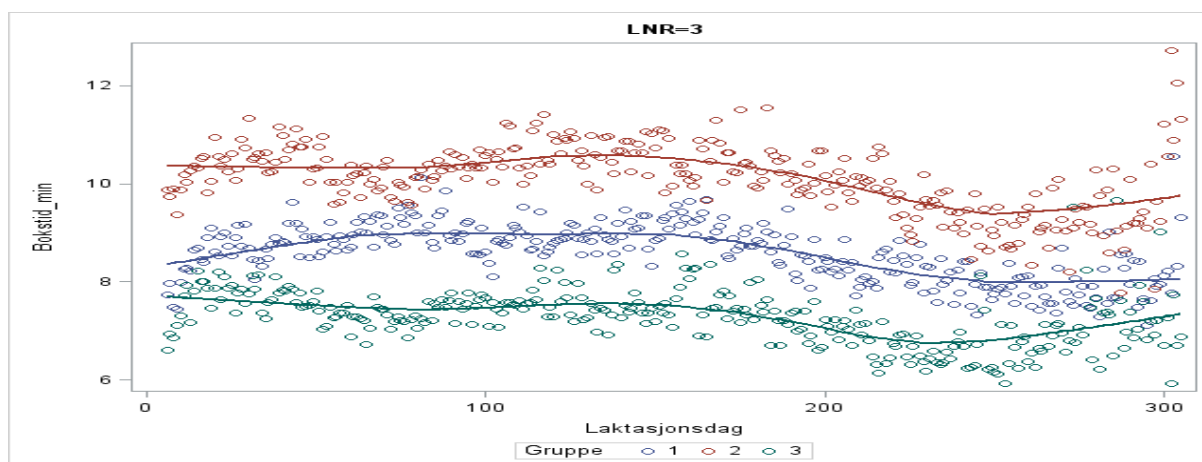
Gjennomsnittlig daglig bokstid gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon for de tre gruppene er vist i figur 12-14. Det er ikke ut til å være noen tydelig forskjeller i bokstid med unntak av 3-6. laktasjon. Laktasjonskurve for 3-6. laktasjon (figur 18), viser at frisklinja har lengst bokstid, mens gammelrasekyrner bruker minst tid.



Figur 12. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig bokstid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 13. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig bokstid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 14. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig bokstid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Analysen for bokstid med modell 1 viste at laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer, laktasjonsdag og kalvingsmåned*kalvingsår hadde signifikante effekter ($p < 0,0001$).

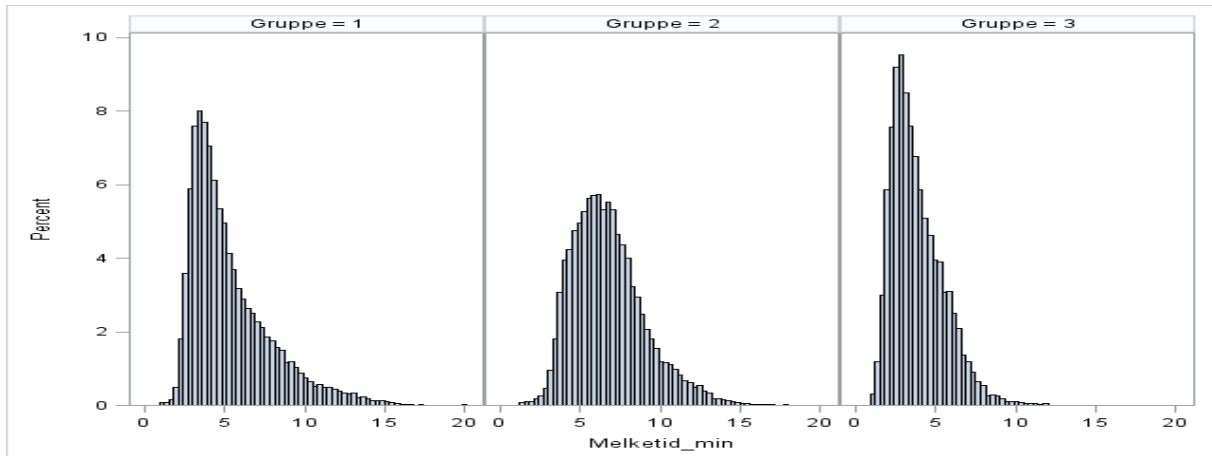
Forklaringsvariabelen gruppe var imidlertid ikke signifikant ($p = 0,8291$). Denne analysen viste at bokstiden er noe synkende i senere laktasjoner (tabell 10).

Tabell 10. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig bokstid og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	7,4	0,6	<,0001
Frisklinja	7,9	0,8	<,0001
Gammelrasekyr	7,4	1,0	<,0001
Laktasjonsnr 1	8,8	0,5	<,0001
Laktasjonsnr 2	7,2	0,5	<,0001
Laktasjonsnr 3	6,7	0,5	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	7,7	0,6	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	7,2	0,6	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	7,3	0,6	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	8,7	0,8	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	8,1	0,8	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr3	7,0	0,8	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	10,0	1,0	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	6,4	1,0	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	5,8	1,0	<,0001

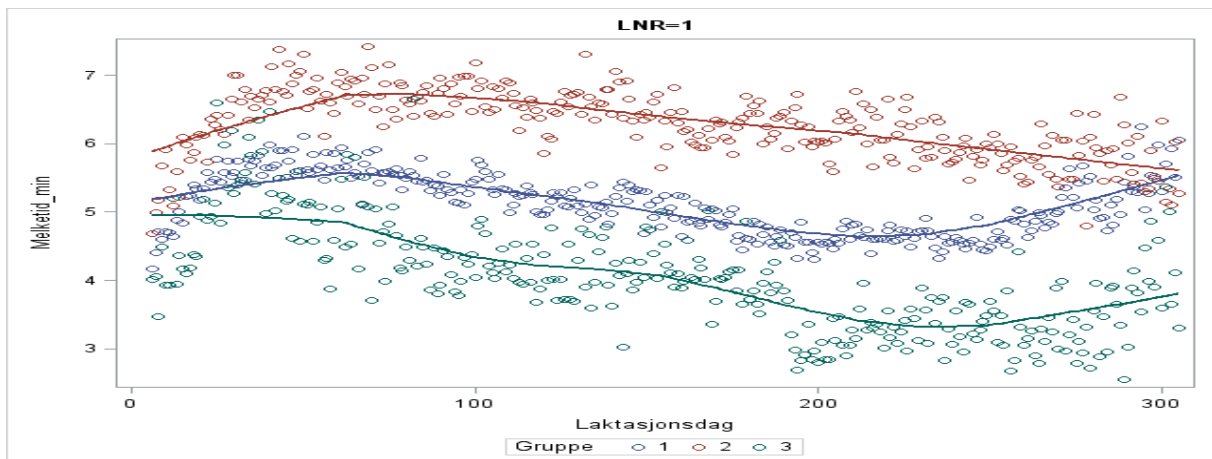
4.4 Melketid

Fordeling av melketid er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 15). Figuren viser at melketid har en skjev fordeling med en lenger hale mot lang melketid, særlig for høylinja og frisklinja.

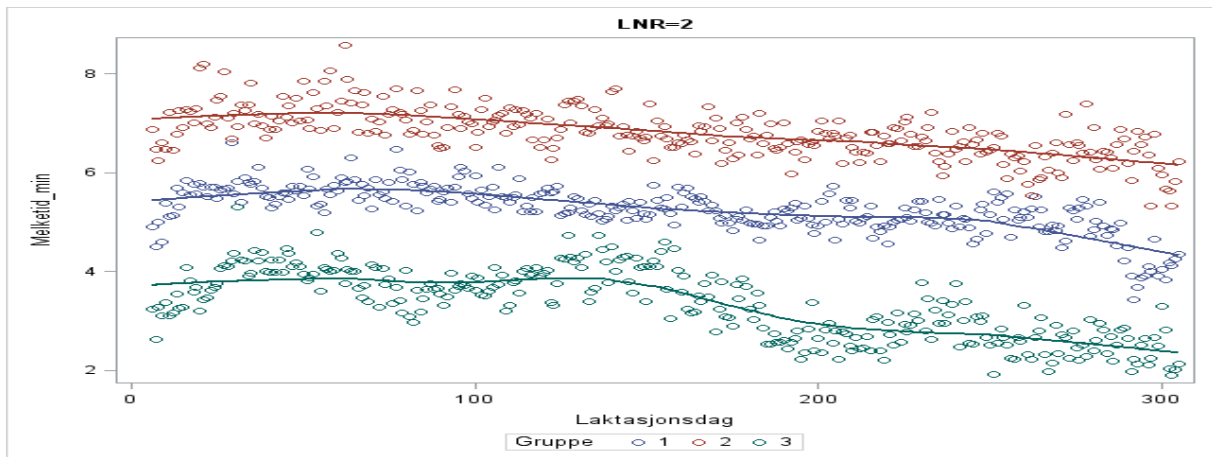


Figur 15. Fordeling av melketid i minutter for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

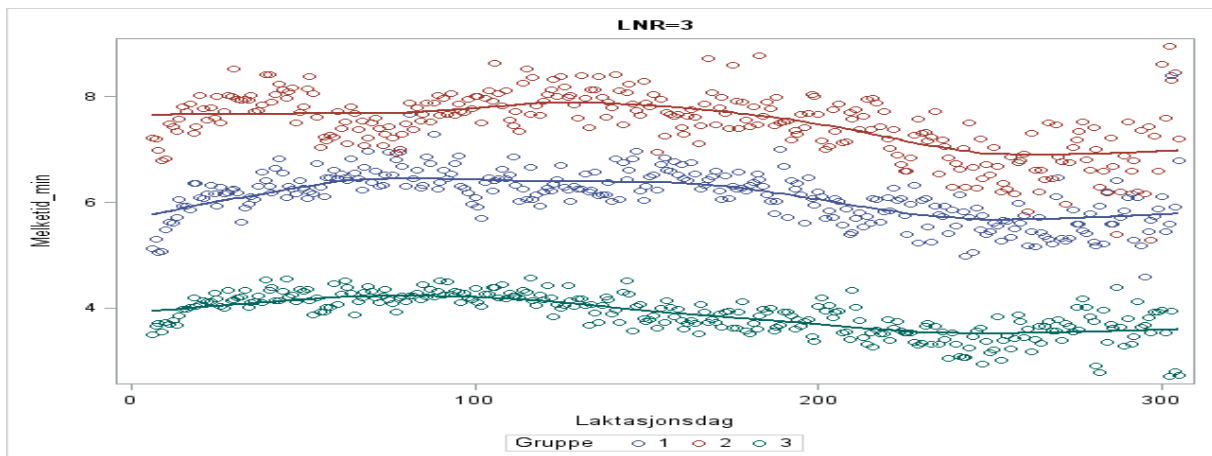
Gjennomsnittlig daglig melketid gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon for de tre gruppene er vist i figur 16-18. Det ser ut til at frisklinja har lengst melketid, mens gammelrasekyrne stort sett har kortest melketid.



Figur 16. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melketid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 17. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melketid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 18. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melketid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Analysen for melketid med modell 1 viste at laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer, laktasjonsdag og kalvingsmåned*kalvingsår hadde signifikante effekter ($p < 0,0001$).

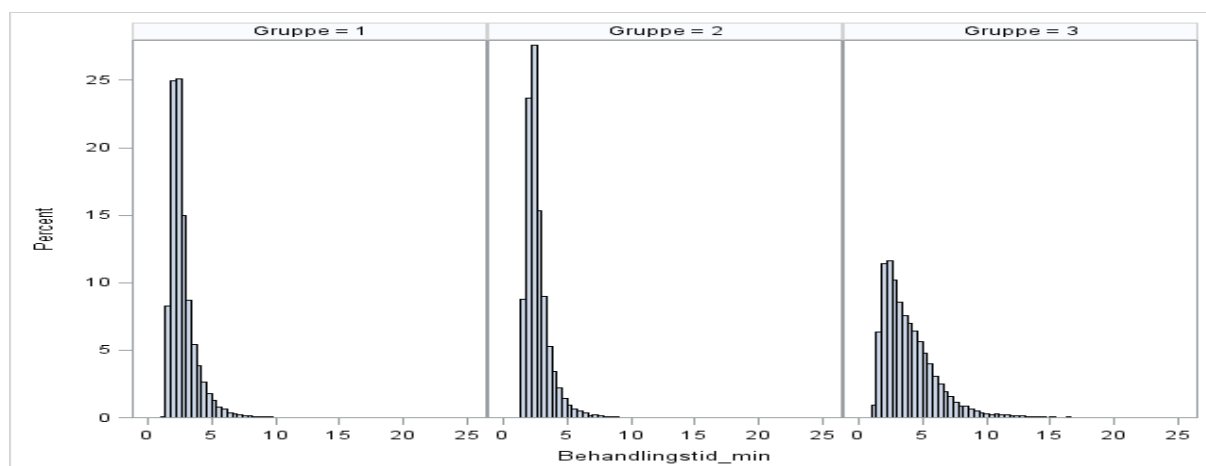
Forklaringsvariabelen gruppe var imidlertid ikke signifikant ($p = 0,3207$). Denne analysen viste at melketiden var noe synkende i senere laktasjoner (tabell 11).

Tabell 11. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig melketid og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	4,6	0,5	<,0001
Frisklinja	5,5	0,7	<,0001
Gammelrasekyr	3,9	0,9	<,0001
Laktasjonsnr 1	4,9	0,4	<,0001
Laktasjonsnr 2	4,8	0,4	<,0001
Laktasjonsnr 3	4,3	0,4	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	4,9	0,5	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	4,8	0,5	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	4,4	0,5	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	5,9	0,7	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	5,8	0,7	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr3	4,8	0,7	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	3,9	0,9	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	4,0	0,9	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	3,8	0,9	<,0001

4.5 Behandlingstid

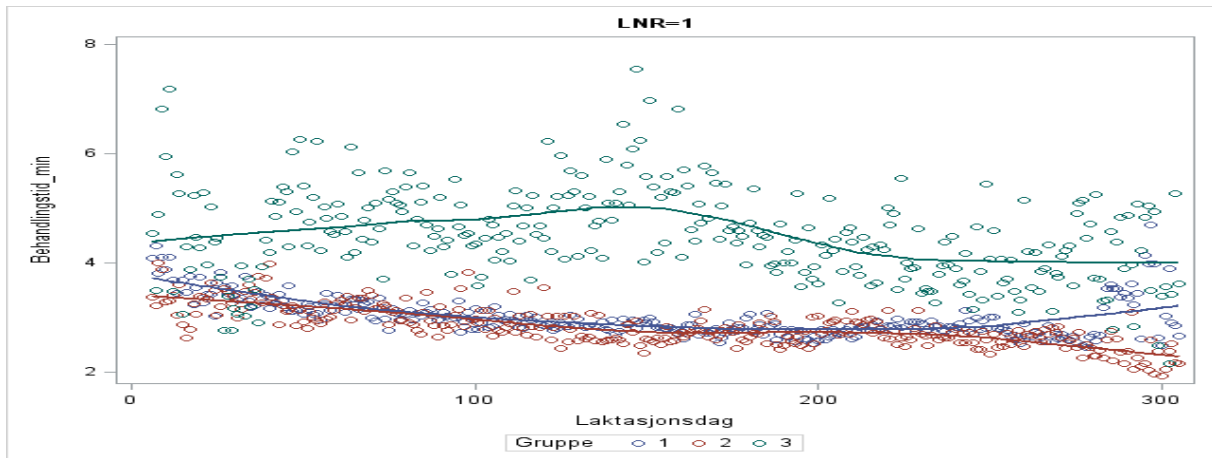
Fordeling av behandlingstid er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 19). Figuren viser at behandlingstid har en skjev fordeling med en noe lenger hale mot lang behandlingstid, særlig for gammelrasekyr.



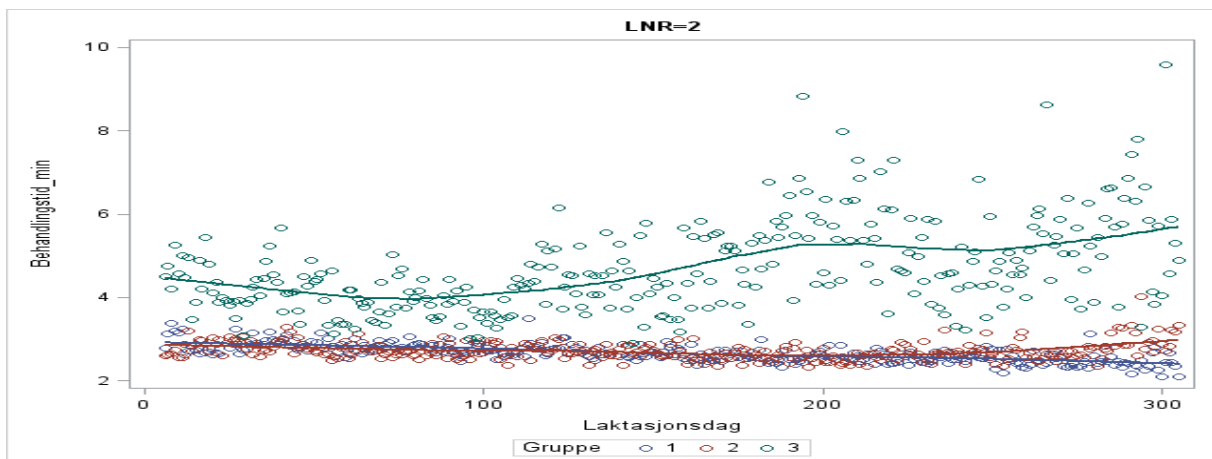
Figur 19. Fordeling av behandlingstid i minutter for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

Gjennomsnittlig daglig behandlingstid gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon for de tre gruppene er vist i figur 20-22. Figurene viser at Gammelrasekyrne har lengre

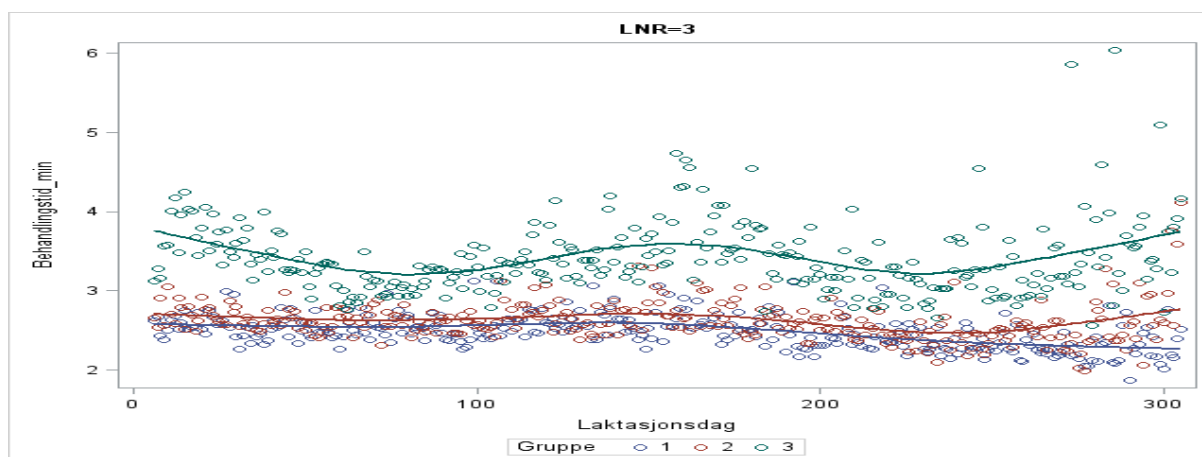
behandlingstid enn frisklinja og høylinja. Det ser ikke ut til å være noe tydelige forskjeller mellom de to linjene.



Figur 20. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig behandlingstid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 21. Beha Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig behandlingstid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 22. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig behandlingstid i minutter fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

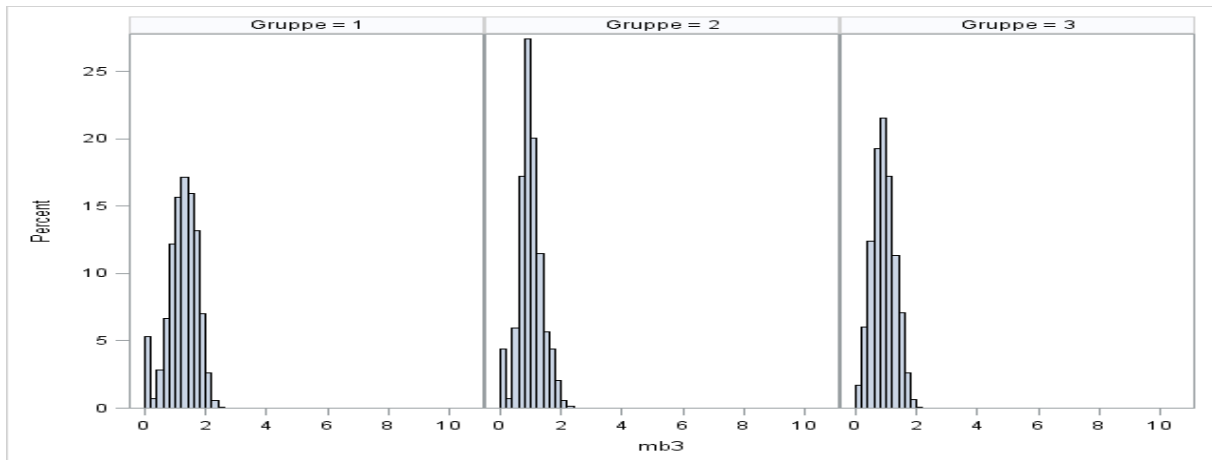
Analysen for behandlingstid med modell 1 viste at alle faste effekter unntatt gruppe var signifikante. Laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer, og kalvingsmåned*kalvingsår hadde en p-verdi mindre enn 0,0001, mens laktasjonsdag hadde en p-verdi på 0,0059, og gruppe hadde en p-verdi på 0,0628. Analysen viste behandlingstiden stort sett er synkende med senere laktasjoner, der det særlig er forskjell fra 1. til 2. laktasjon (tabell 12).

Tabell 12. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig behandlingstid og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	2,8	0,2	<,0001
Frisklinja	2,5	0,3	<,0001
Gammelrasekyr	3,5	0,4	<,0001
Laktasjonsnr 1	4,0	0,2	<,0001
Laktasjonsnr 2	2,5	0,2	<,0001
Laktasjonsnr 3	2,4	0,2	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	2,9	0,2	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	2,5	0,2	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	2,9	0,2	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	2,9	0,3	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	2,4	0,3	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr3	2,2	0,3	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	6,1	0,4	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	2,5	0,4	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	2,5	0,4	<,0001

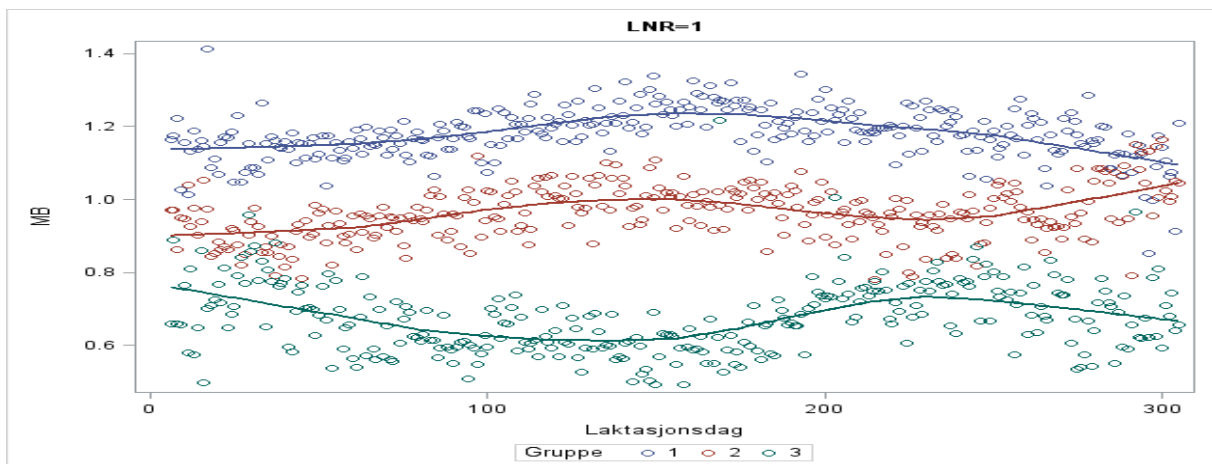
4.6 Melkemengde/bokstid

Fordeling av melkemengde/bokstid er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 23). Figuren viser at melkemengde/bokstid er tilnærmet normalfordelt.

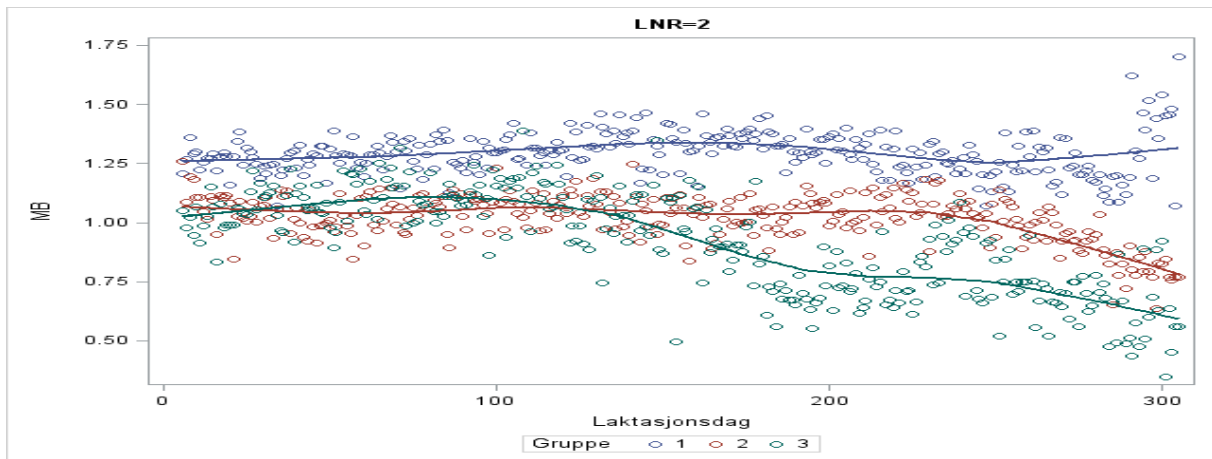


Figur 23. Fordeling av melkemengde/bokstid i kg/minutt for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

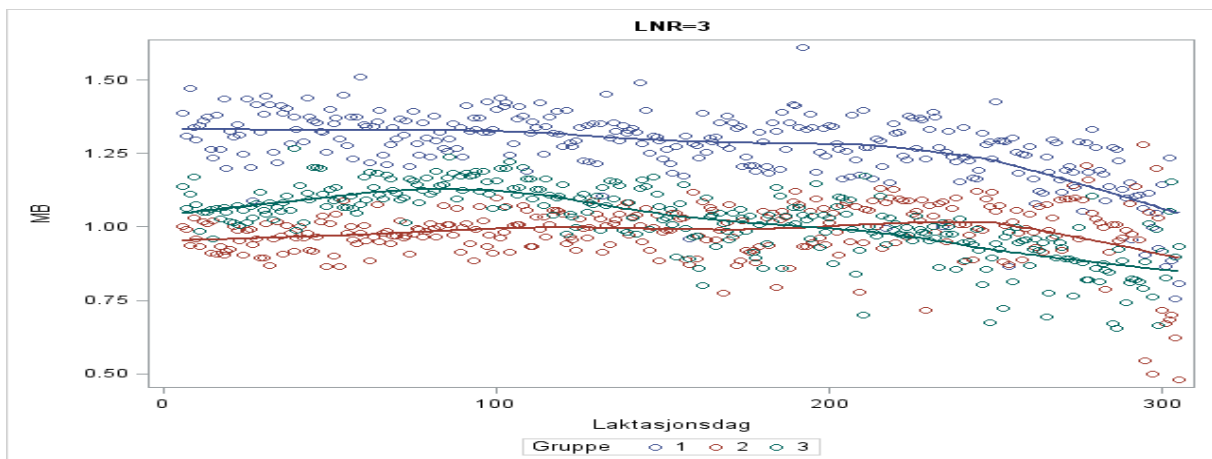
Gjennomsnittlig daglig melkemengde/bokstid i kg/min gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon for de tre gruppene er vist i figur 24-26. Figurene viser at høylinja er noe mer effektive, og melker mer per minutt bokstid enn de to andre gruppene. Det er ikke tydelige forskjeller mellom frisklinja og gammelrasekyrne. I 1. laktasjon ser det likevel ut til at frisklinja er noe mer effektiv enn gammelrasekyrne.



Figur 24. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkemengde/bokstid i kg/minutt fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 25. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkemengde/bokstid i kg/minutt fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 26. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkemengde/bokstid i kg/minutt fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

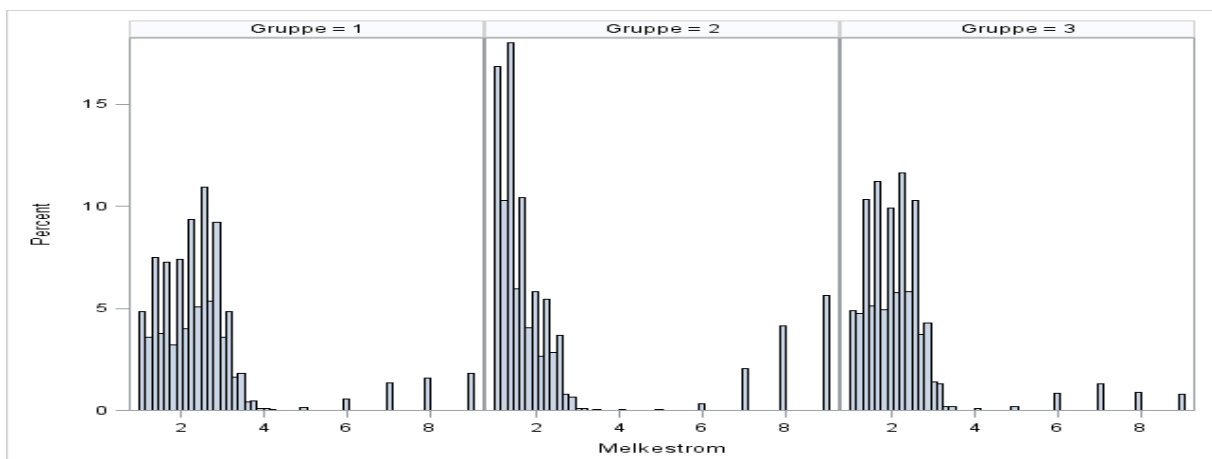
Analysen for melkemengde/bokstid med modell 1 viste at alle forklaringsvariabler var signifikante. Laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer, laktasjonsdag og kalvingsmåned*kalvingsår hadde p-verdi mindre enn 0,0001, mens gruppe hadde en p-verdi på 0,0380. Denne analysen viste at høylinja i gjennomsnitt er mest effektiv, mens gammelrasekyr i gjennomsnitt er minst effektive av de tre gruppene, samt at kyrne blir mer effektive i senere laktasjoner (tabell 13).

Tabell 13. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig melkemengde/bokstid og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	1,3	0,1	<,0001
Frisklinja	1,1	0,1	<,0001
Gammelrasekyr	1,0	0,1	<,0001
Laktasjonsnr 1	0,9	0,1	<,0001
Laktasjonsnr 2	1,2	0,1	<,0001
Laktasjonsnr 3	1,3	0,1	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	1,1	0,1	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	1,3	0,1	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	1,5	0,1	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	0,9	0,1	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	1,1	0,1	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr3	1,3	0,1	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	0,6	0,1	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	1,0	0,1	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	1,2	0,1	<,0001

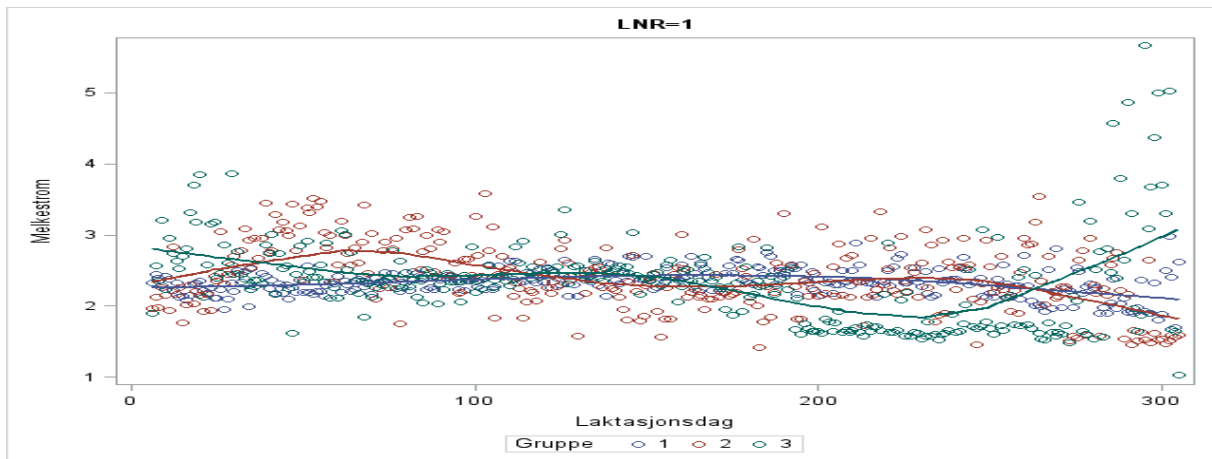
4.7 Melkestrøm

Fordeling av melkestrøm er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 27). Figuren viser at melkestrøm har en skjev fordeling med noen observasjoner med svært høy melkestrøm.

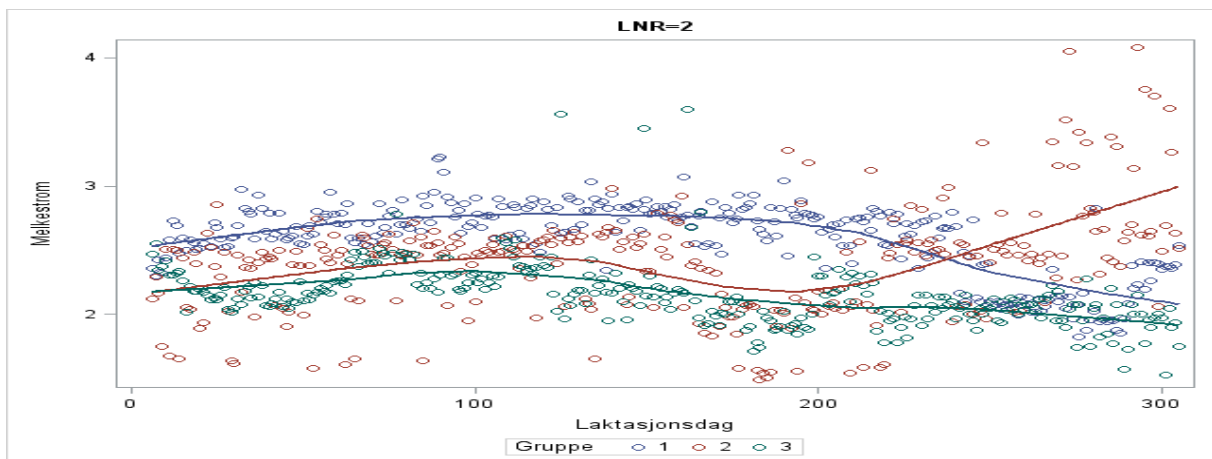


Figur 27. Fordeling av melkestrøm i liter/min for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

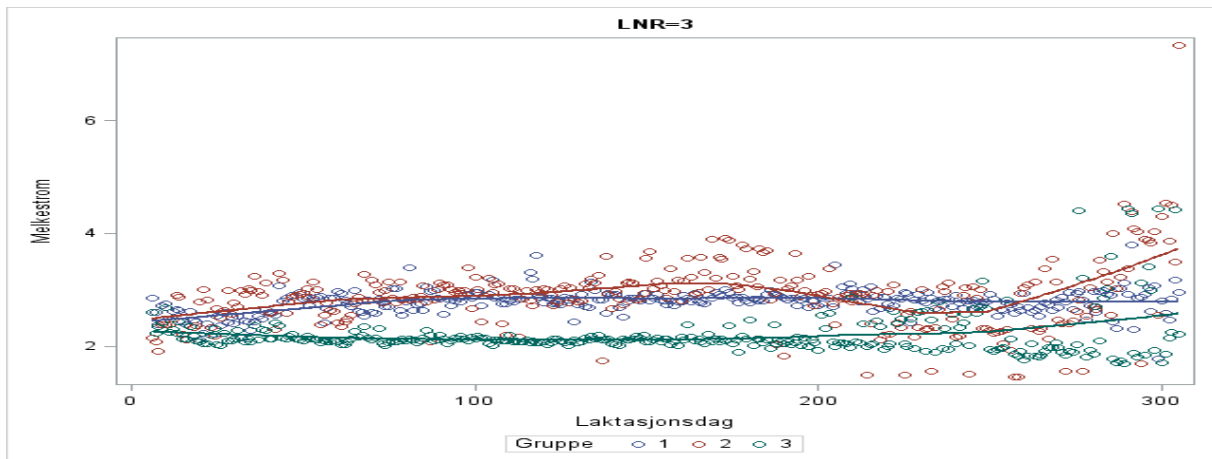
Gjennomsnittlig daglig melkestrøm i liter/minutt gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon for de tre gruppene er vist i figur 28-30. Figurene viser ingen klare forskjeller i melkestrøm for de tre gruppene.



Figur 28. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkestrøm i liter/minutt fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 29. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkestrøm i liter/minutt fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 30. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkestrøm i liter/minutt fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Analysen for melkestrøm med modell 1 viste at laktasjonsdag ikke hadde signifikant effekt på melkestrøm. Fast effekt av laktasjonsdag ble derfor utelukket fra modellen.

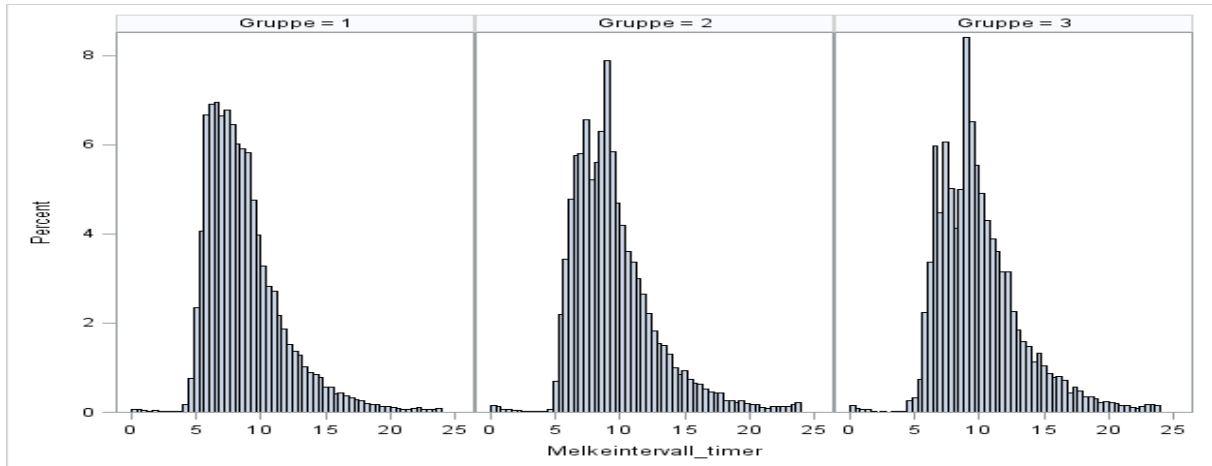
Laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer og kalvingsmåned*kalvingsår hadde signifikante effekter ($p < 0,0001$). Fast effekt av gruppe var imidlertid ikke signifikant ($p = 0,3489$). Analysen viser at melkestrømmen er noe høyere i 1. laktasjon, enn i senere laktasjoner (tabell 14).

Tabell 14. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig melkestrøm og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	2,0	0,3	<,0001
Frisklinja	1,6	0,3	<,0001
Gammelrasekyr	2,5	0,5	<,0001
Laktasjonsnr 1	2,4	0,2	<,0001
Laktasjonsnr 2	1,9	0,2	<,0001
Laktasjonsnr 3	1,7	0,2	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	2,1	0,2	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	1,9	0,3	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	1,9	0,3	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	2,1	0,3	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	1,2	0,3	0,0005
Frisklinja *Laktasjonsnr3	1,6	0,4	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	3,0	0,5	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	2,8	0,5	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	1,6	0,5	0,0004

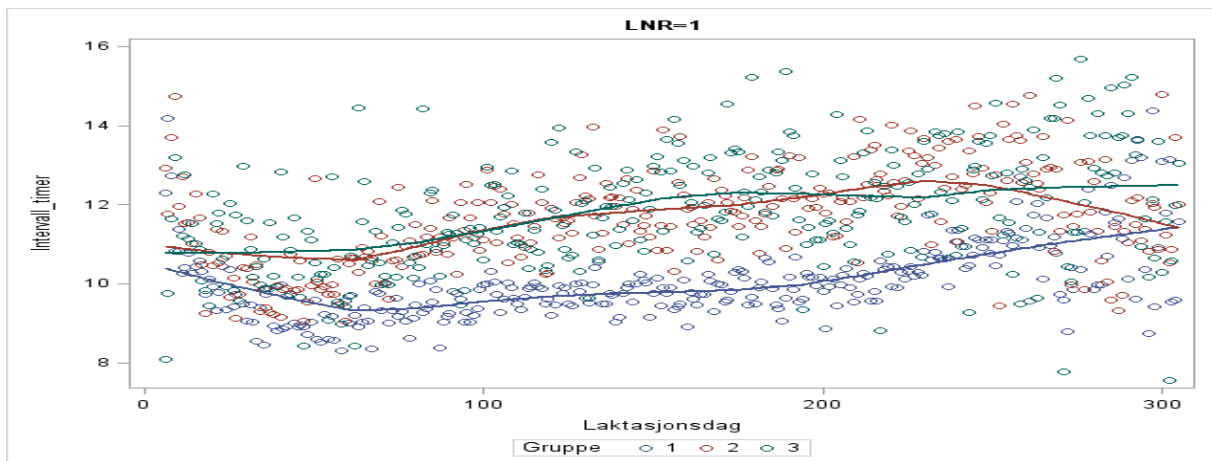
4.8 Melkeintervall

Fordeling av melkeintervall er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 31). Figuren viser at melkeintervall har en skjev fordeling med en lenger hale mot langt melkeintervall.

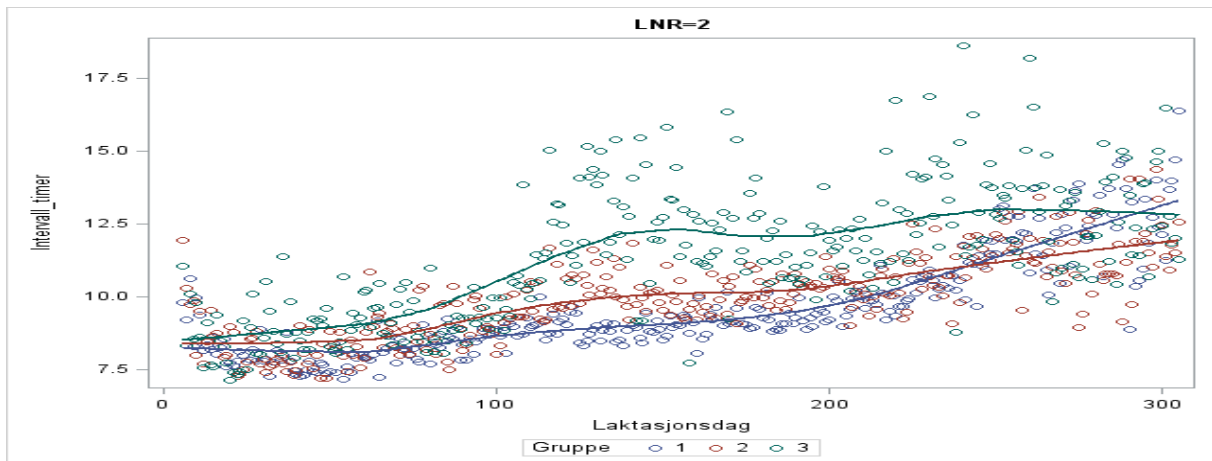


Figur 31. Fordeling av melkeintervall i timer for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

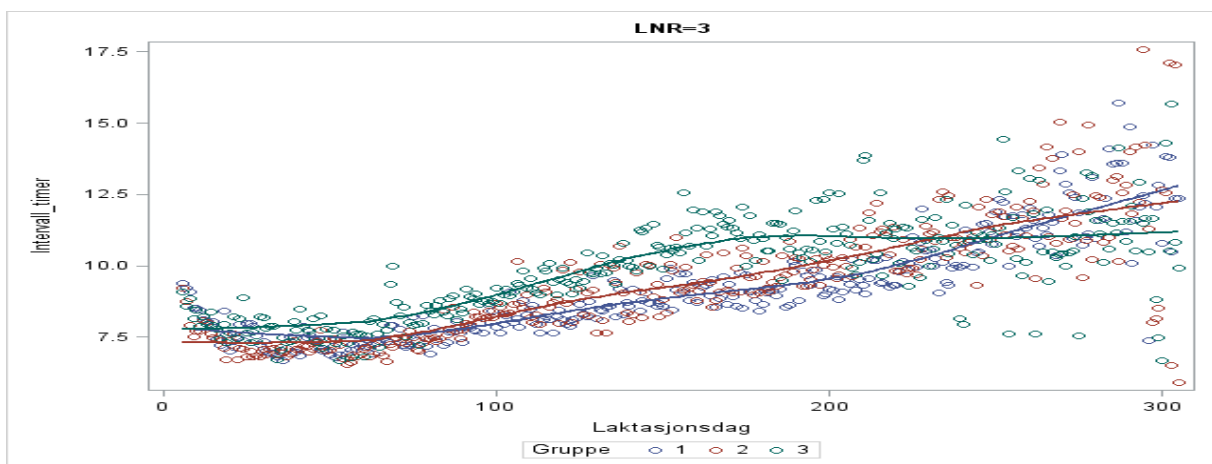
Gjennomsnittlig daglig melkeintervall i timer gjennom 1. laktasjon, 2. laktasjon og 3-6. laktasjon for de tre gruppene er vist i figur 32-34. Figurene viser ingen klare forskjeller i melkeintervall for de tre gruppene.



Figur 32. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkeintervall i timer fra laktasjonsdag 6 til 305 i 1. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 33. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkeintervall i timer fra laktasjonsdag 6 til 305 i 2. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).



Figur 34. Loess regresjonskurver for gjennomsnittlig melkeintervall i timer fra laktasjonsdag 6 til 305 i 3-6. laktasjon, for høylinja (blå), frisklinja (rød) og gammelrasekyr (grønn).

Analysen for melkeintervall med modell 1 viste at laktasjonsnummer, gruppe*laktasjonsnummer, laktasjonsdag og kalvingsmåned*kalvingsår hadde signifikante effekter ($p < 0,0001$). Fast effekt av gruppe var imidlertid ikke signifikant ($p = 0,1319$). Denne analysen viste at kyrne har kortere melkeintervall i senere laktasjoner (tabell 15). Disse resultatene er imidlertid påvirket av hvordan melkeintervallet styres, noe som kan være årsak til at laktasjonsdag og laktasjonsnummer er signifikante. Det gjennomsnittlige melkeintervallet i besetningen var 9 timer og 12 min. Dette tilsvarer en melkefrekvens på 2,6 ganger per døgn.

Tabell 15. Least square means (LS means) på gjennomsnittlig melkeintervall og standardavvik for de faste effektene gruppe, laktasjonsnummer og gruppe*laktasjonsnummer fra modell 1.

Fast effekt	LS means	Standardfeil	P-verdi
Høylinja	8,8	0,4	<,0001
Frisklinja	9,2	0,6	<,0001
Gammelrasekyr	10,2	0,7	<,0001
Laktasjonsnr 1	11,1	0,4	<,0001
Laktasjonsnr 2	9,3	0,4	<,0001
Laktasjonsnr 3	7,8	0,4	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr1	10,1	0,4	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr2	8,4	0,5	<,0001
Høylinja*Laktasjonsnr3	7,8	0,5	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr1	11,5	0,5	<,0001
Frisklinja*Laktasjonsnr2	8,4	0,6	<,0001
Frisklinja *Laktasjonsnr3	7,7	0,6	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr1	11,6	0,7	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr2	11,1	0,7	<,0001
Gammelrasekyr*Laktasjonsnr3	8,0	0,7	<,0001

4.9 Konduktivitet

Standardavvik på konduktivitet ble analysert for hver enkelt spene. Analysen for høyre bakspene, viste at fast effekt av gruppe ikke var signifikant ($p=0,4574$). Analysen for høyre framspene viste at effekten av gruppe var signifikant ($p=0,0002$). Gruppe forklarte likevel lite av variasjonen i konduktivitet på høyre framspene ($R^2=0,14$). Analysen for venstre bakspene viste kun signifikant effekt av laktasjonsnummer ($p=0,0407$), da effekten av gruppe hadde en p-verdi på 0,0740. Modellen forklarte lite av variasjonen i konduktivitet på venstre bakspene ($R^2=0,10$), men modellen var likevel signifikant ($p=0,0166$). Analysen for venstre framspene viste at effekten av gruppe ikke var signifikant ($p=0,0582$).

Gjennomsnitt og standardavvik av konduktivitet gjennom en laktasjon presenteres for hver enkelt gruppe for de ulike spenene i tabell 16. Tabellen viser at frisklinja har gjennomgående lavere gjennomsnitt og standardavvik, og dermed lavere konduktivitet med mindre variasjon. Gammelrasekyr ser ut til å ha mest variasjon, med unntak av høyre bakspene der høylinja har størst standardavvik. Tabell 17 viser kvantiler for høyre framspene, og angir hvor høye de ekstreme observasjonene er. Høye observasjoner tyder på at kyr innen gruppa har hatt tilfeller av høy konduktivitet, noe som kan være indikasjon på høyt celletall, subklinisk eller klinisk mastitt. Kvantilene for høyre framspene viser at gammelrasekyr har de høyeste observasjonene på konduktivitet, noe som tilsvarer en økning på 24% fra gjennomsnittet til den høyeste observasjon på denne spenen. Høylinja har de nest høyeste kvantilene, der det er

en økning på 15% fra gjennomsnittet til høyeste observasjon på høyre framspene. Frisklinja har de laveste kvantilene, der det kun er en økning på 8 % fra gjennomsnitt til høyeste observasjon (tabell 17). Kvantiler for de andre spenene viser lignende mønster, bort sett fra høyre bakspene, der høylinja ligger på omtrent samme nivå som gammelrasekyrne.

Tabell 16. Gjennomsnitt og standardavvik for konduktivitet i mS/cm gjennom laktasjon på de ulike spenene for høylinja, frisklinja og gammelrasekyr. HB= høyre bakspene, HF= høyre framspene, VB= venstre bakspene, VF= venstre framspene.

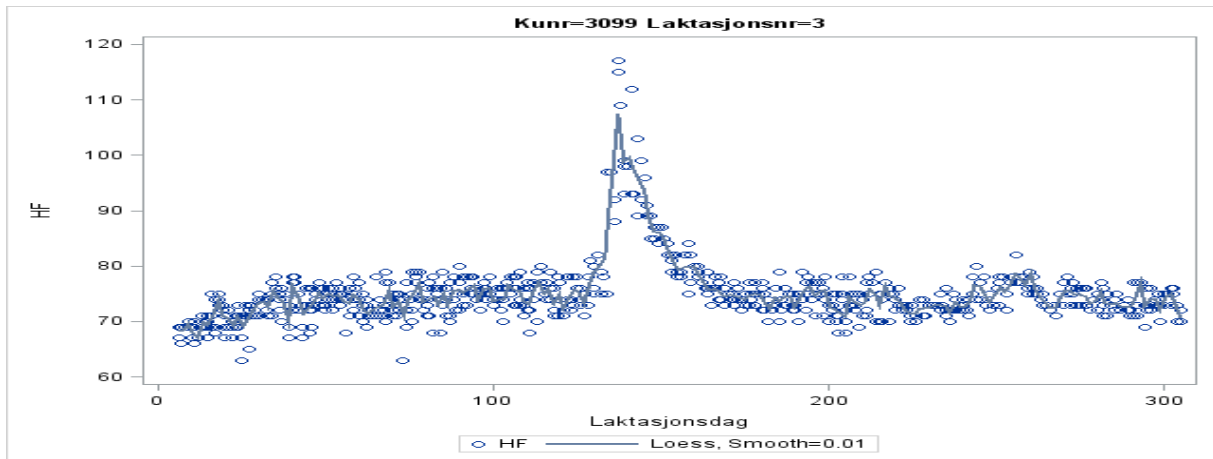
Konduktivitet gjennom laktasjon								
	Gj.s.	Std.	Gj.s.	Std.	Gj.s.	Std.	Gj.s.	Std.
	HB	HB	HF	HF	VB	VB	VF	VF
Høylinja	71,7	7,9	70,2	4,3	70,4	4,3	70,1	4,2
Frisklinja	66,5	3,6	66,2	3,1	66,5	2,8	66,0	3,2
Gammelrasekyr	69,1	6,8	69,4	7,6	68,3	5,8	69,2	7,8

Tabell 17. Kvantiler for konduktivitet i mS/cm gjennom laktasjon på høyre framspene for høylinja, frisklinja og gammelrasekyr.

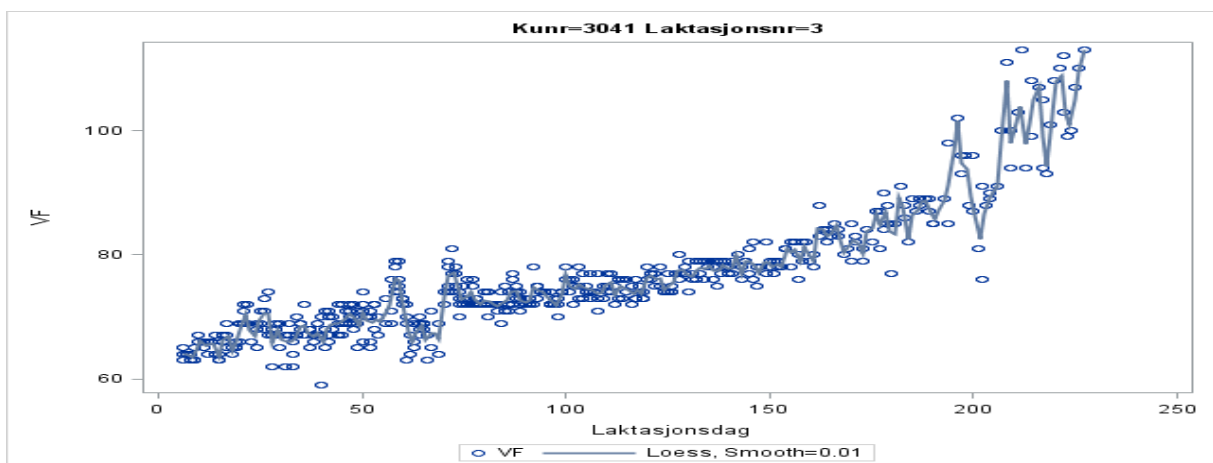
Konduktivitet, høyre framspene.			
Kvantil	Høylinja	Frisklinja	Gammelrasekyr
100%	82,6	72,1	91,5
99%	82,6	72,1	91,5
95%	76,4	71,3	83,6
90%	75,6	70,0	79,2
75%	73,1	68,7	73,1
50%	69,6	66,3	67,4
25%	67,3	63,9	64,5
10%	64,9	62,1	62,4
5%	63,5	61,9	62,3
1%	60,3	59,7	60,6
0%	60,3	59,7	60,6

Utvikling av konduktivitet for fire kyr som har vært behandlet for klinisk mastitt er vist i figur 35-40. Det ser ut til å ha vært en økning i konduktivitet på det tidspunktet kyrne har vært behandlet for mastitt. Det er to kyr fra høylinja, en ku fra frisklinja og en gammelraseku (raukolle). Ku nummer 3099 er fra høylinja og har en konduktivitetskurve som viser en tydelig økning i konduktivitet ved det tidspunktet kua ble behandlet for klinisk mastitt, samtidig som konduktiviteten ellers er stabilt lav (figur 35). Ku nummer 3041 er en raukolle som ble behandlet for klinisk mastitt tidlig i 4. laktasjon (figur 37). Konduktivitetskurven for

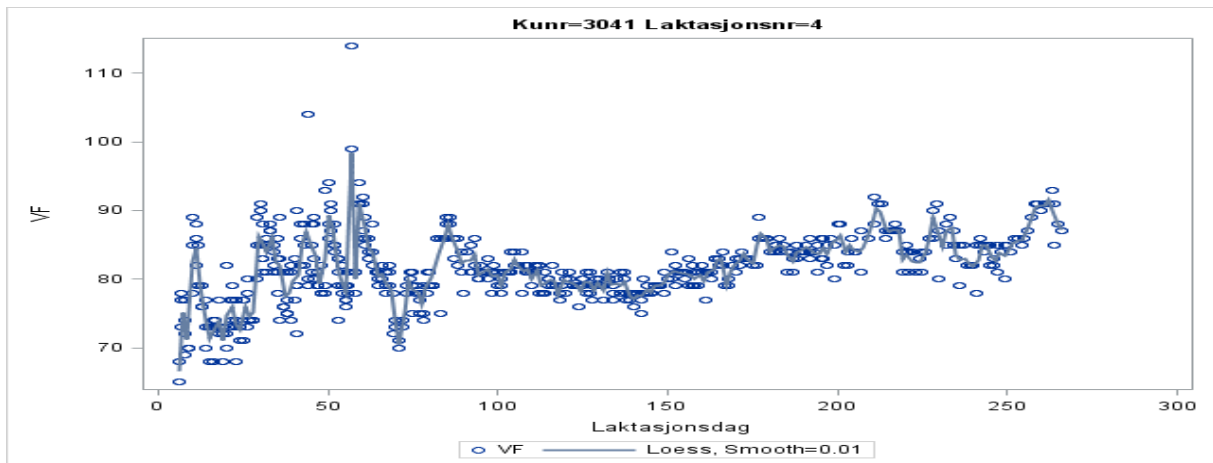
3. laktasjon viser en gradvis økning i konduktivitet mot slutten av laktasjonen og kua har blitt avsinet tidlig, allerede på laktasjonsdag 227 (figur 36). Samtidig er konduktiviteten for ku 3041 ustabil og til tider høy i begynnelsen av 4. laktasjon. Konduktiviteten blir stabil, men på et noe høyere nivå ut i 4. laktasjon. Denna kua ble også avsinet på den aktuelle spenen tidlig i 5. laktasjon. Ku nummer 3050 er fra høylinja og ble behandlet for klinisk mastitt første dag i 4. laktasjon (figur 39). Kua har hatt ustabil og høy konduktivitet gjennom hele 3. laktasjon (figur 38). Kua ble avsinet på den aktuelle spenen etter behandling i 4. laktasjon og har kun tre spener i 5. laktasjon. Ku nummer 3068 er fra frisklinja og ble behandlet for klinisk mastitt midt i 4. laktasjon (figur 40). Konduktiviteten er fortsatt høy ca en måned etter behandling, men det er ikke flere observasjoner på denne kua etter dette, da dataene går fram til 7.februar 2014.



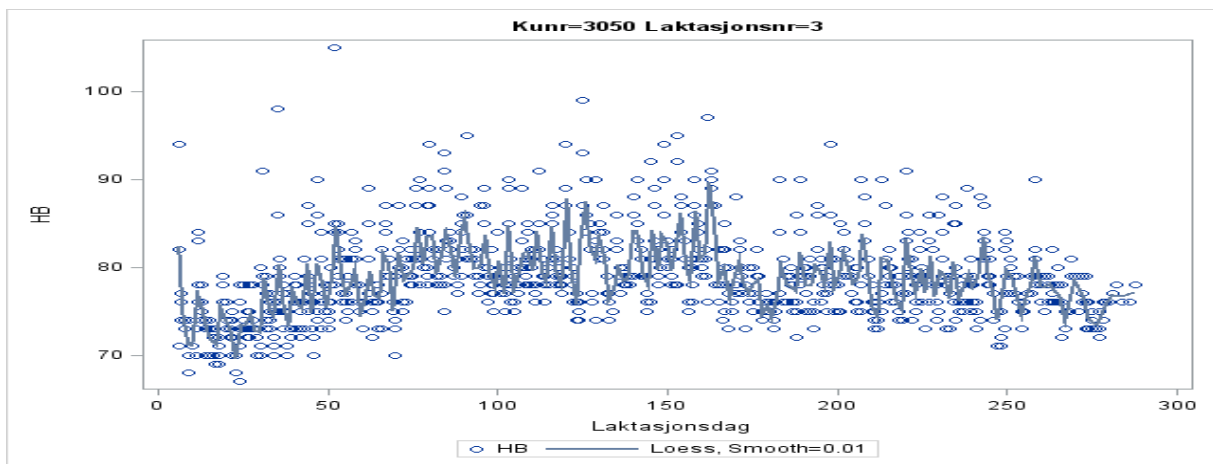
Figur 35. Konduktivitetskurve i mS/cm for høyre framspene (HF) gjennom 3. laktasjon for ku nummer 3099 (høylinja), som ble behandlet for mastitt 138 dager ut i 3. laktasjon.



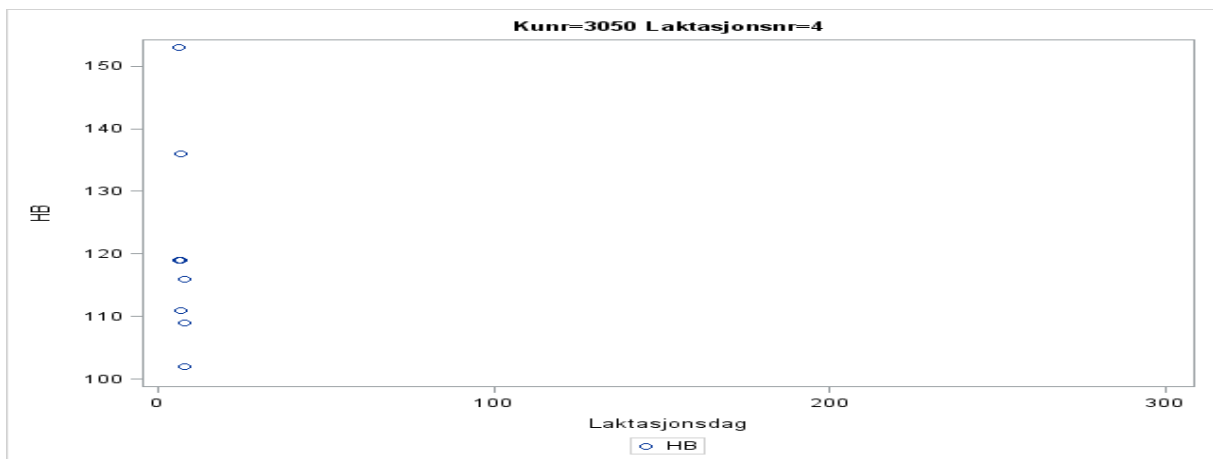
Figur 36. Konduktivitetskurve i mS/cm for venstre framspene (VF) gjennom 3. laktasjon for ku nummer 3041 (raukolle), som ble behandlet for mastitt i begynnelsen av 4. laktasjon.



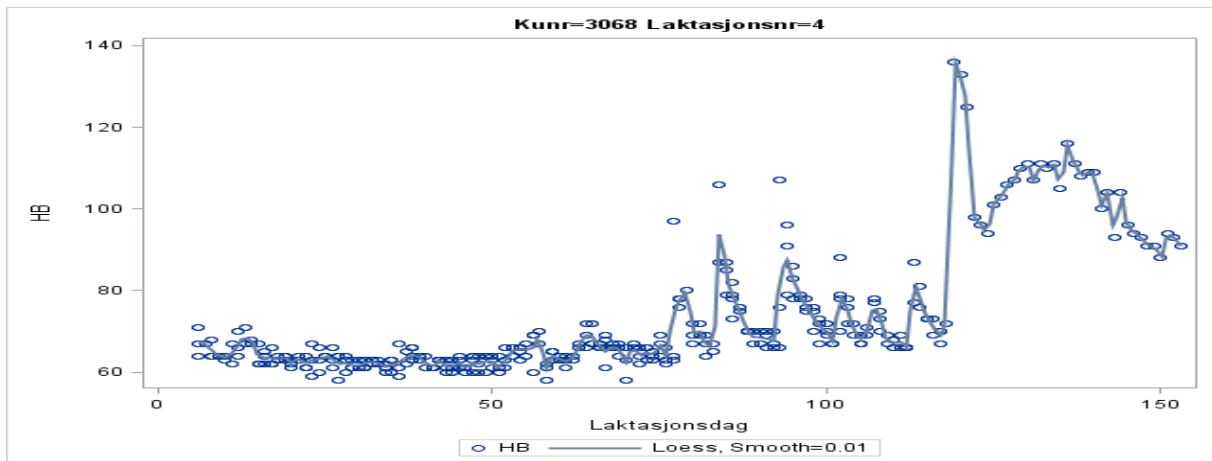
Figur 37. Konduktivitetskurve i mS/cm for venstre frampene (VF) gjennom 4. laktasjon for ku nummer 3041 (raukolle), som ble behandlet for mastitt 57 dager ut i 4. laktasjon.



Figur 38. Konduktivitetskurve i mS/cm for høyre bakspene (HB) gjennom 3. laktasjon for ku nummer 3050 (høylinja), som ble behandlet for mastitt første dag i 4. laktasjon.



Figur 39. Konduktivitet i mS/cm for høyre bakspene (HB) gjennom 4. laktasjon for ku nummer 3050 (høylinja), som ble behandlet for mastitt første dag i 4. laktasjon. Kua ser ut til å ha blitt avsinet på denne spenen ved behandling for mastitt.



Figur 40. Konduktivitetskurve i mS/cm for høyre bakspene (HB) gjennom 4. laktasjon for ku nummer 3068 (frisklinja), som ble behandlet for mastitt 124 dager ut i 4. laktasjon.

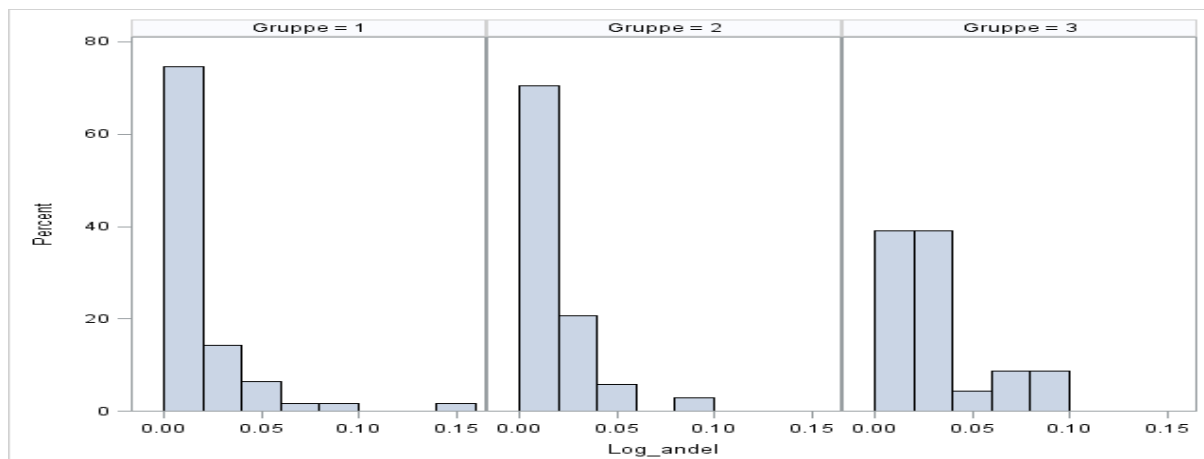
4.10 Mislykkede melkinger

Andel mislykkede melkinger innen gruppe er vist i tabell 18. Gammelrasekyrne ser ut til å ha noe flere mislykkede melkinger enn høylinja og frisklinja.

Tabell 18. Antall mislykkede og vellykkede melkinger for høylinja, frisklinja og gammelrasekyr.

	Mislykkede	Vellykkede	Totalt antall melkinger	Andel mislykkede melkinger
Høylinja	581	38 319	38 900	1,49%
Frisklinja	281	19 407	19 688	1,43%
Gammelrasekyr	356	11 914	12 270	2,90%

Fordeling av andel mislykkede melkinger etter logtransformering er vist i histogram for hver enkelt gruppe (figur 41). Det ble lagt til en konstant på 1 før andelen mislykkede melkinger ble log transformert. Figur 41 viser at andel mislykkede melkinger fortsatt ikke er normalfordelt.



Figur 41. Fordeling av andel mislykkede melkinger etter logtransformering for høylinja (gruppe1), frisklinja (gruppe 2) og gammelrasekyr (gruppe 3).

Analysen av andel mislykkede melkinger viste at det var en tendens til forskjell mellom gruppene, da fast effekt av gruppe hadde en p-verdi på 0,0579. Gruppe forklarte lite av variasjonen i andel mislykkede melkinger da andelen variasjon forklart av modellen (R^2) kun var 0,05.

5.0 Diskusjon

5.1 Datasettet

Analysene er basert på relativt få kyr, og det var derfor ikke mulig å gjøre genetiske analyser av egenskapene. Resultatene viser derfor fenotypiske forskjeller mellom tre grupper som er genetisk ulike. Da datasettet er basert på en besetning som står i samme fjøs, reduseres miljøvariasjonen noe i forhold til hele kugenerasjonen i Norge. Få kyr førte også til at det ikke var mulig å gjøre analyser i forhold kugenerasjon på seleksjonsforsøk kyrne. Alle seleksjonsforsøk kyrne var født mellom 2008 og 2011, slik at det trolig heller ikke vil være store forskjeller i kugenerasjon på de aktuelle kyrne.

Det var meget varierende antall dyr innenfor hver gruppe, der høylinja er best representert med 27 dyr. Det er omtrent halvparten så mange dyr fra frisklinja og kun 8 gammelrasekyr. Kun 8 gammelrasekyr er trolig et lite representativt utvalg for gamle norske kuraser, samtidig som det ikke dekker alle de ulike bevarte gamle norske kurasene. Jarlsbergfe er ikke ansett som verneverdig gammel norsk kurase, og de kan ha hatt en større innflytelse på resultatene da to av åtte gammelrasekyr var Jarlsbergfe. Jarlsbergfe er en kurase som er noe større og har vært betraktet som en bedre melkekurase, enn blant annet Raukolle (Avlslaget for Jarlsbergfe

2014). En bedre melkeytelse hos Jarslbergfe kan tilsi at disse kyrne ikke er representative for de andre gamle norske kurasene, men de er likevel en genetisk kontrast til gruppene av NRF kyr.

5.2 Melkemengde

Gjennomsnittlig melkemengde per melking var 8,7 kg dersom en utelukker melkemengder på 0 kg. Dette er et forholdsvis lavt gjennomsnittstall sammenlignet med andre forsøk på melkerobotdata (Hogeveen et al 2001; Carlstrom et al. 2013). Årsak til dette kan være at besetningen på Jønsberg har en del gammelrasekyr med lav melkeytelse. Det er observert en melkemengde på opptil 45,9 kg på en melking. Dette er en del høyere enn maks observasjon på 33,2 kg og 34,99 i forsøkene til Hogeveen et al (2001) og Carlstrom et al. (2013).

Resultater på total daglig melkemengde hos de tre ulike gruppene var som forventet, der høylinja ligger noe høyere en frisklinja på grunn av ulik seleksjon, og der gammelrasekyrne ligger betydelig lavere enn de to seleksjonslinjene i melkeytelse. Det er velkjent at gammelrasekyr melker mindre enn NRF (Vangen & Sæther 2014). Samtidig er det vist at seleksjonsforsøket med høylinja og frisklinja har gitt genetiske forskjeller i proteinytelse, der høylinja har en økende proteinytelse og frisklinja har en synkende proteinytelse (Heringstad et al. 2007).

Statistisk test med modell 2 viste at det var signifikante forskjeller i formen på laktasjonskurvene for melkemengde. Kurvene som viser utvikling i melkeytelse gjennom laktasjonen, viser også at laktasjonskurvene har ulik form (figur 2-5). Formen på laktasjonskurvene ser forholdsvis lik ut for alle grupper i 1. laktasjon (figur 2). Formen på laktasjonskurvene i 2. laktasjon og 3-6. laktasjon viser at frisklinja har samme melkeytelse som høylinja i slutten av laktasjonene, til tross for at høylinja ligger noe høyere i starten av laktasjonene (figur 3-4). Dette tyder på at frisklinja har et mindre fall i melkeytelse etter topplaktasjon og dermed har en flatere laktasjonskurve. Disse resultatene stemmer godt overens med resultatene til Grossmann et al. (1999) der det ble funnet at økt melkeytelse gir høyere topplaktasjon og brattere form på laktasjonskurven, og resultatene til Andersen et al. (2010) der det ble funnet at kyr med mindre mastitt har en flatere form på laktasjonskurven.

5.3 Vekt

Vektregistrering fra melkerobot gir en nøyaktig registrering av vekt gjennom laktasjonen. Melkerobotdata har ikke vært benyttet til å se på utvikling i vekt tidligere, og det er heller ikke sett på vektforskjeller mellom de to seleksjonslinjene. Resultatene viste at frisklinja var tyngst med en gjennomsnittlig vekt på 576 kg, og at det var signifikante forskjeller mellom alle tre grupper. Høylinja hadde en gjennomsnittlig vekt på 553 kg, mens gammelrasekyr veide minst med en gjennomsnittlig vekt på 491 kg. Vektene som er registrert er fornuftige ut i fra normal vekt på rasene, og det var forventet at gammelrasekyr ville ha lavest vekt da de er mindre ut i fra rasebeskrivelser (Geno 2014a; Norsk institutt for skog og landskap 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f). Det var imidlertid overraskende at at frisklinja hadde høyere vekt enn høylinja, da det er funnet positiv korrelasjon mellom økt melkeytelse og vekt (Morris & Wilton 1976). En skulle derfor tro at høylinja som har høyere melkeytelse også ville ha en høyere vekt.

Statistisk test med modell 3 viste at det var signifikante forskjeller i formen på laktasjonskurvene for vekt. Utvikling av vekt gjennom 1. laktasjon viser at frisklinja har stabil vekt i begynnelsen av laktasjonen, mens høylinja mister noe vekt (figur 7). Dette kan indikere at høylinja kommer i negativ energibalanse, som følge av høyere topplaktasjon. Større negativ energi balanse kan føre til at kyrne er mer utsatt for sykdom (Katoh 2002). Dette kan derfor indikere at høylinja er mer utsatt. Frisklinja har en sterkere økning i vekt gjennom 1. laktasjon enn høylinja. Dette gir frisklinja et bedre utgangspunkt i 2. laktasjon (figur 8). I 2. laktasjon ser det imidlertid ut som begge seleksjonslinjer mister noe vekt gjennom topplaktasjon. På slutten av 2. laktasjon ligger de to linjene på samme vekt, noe som viser at høylinja tar igjen vekten til frisklinja. Laktasjonskurven for 3-6. laktasjon viser at høylinja og frisklinja ligger på omtrent samme vekt i starten og slutten av laktasjonen, men det er ut som høylinja mister noe mer vekt i løpet av laktasjonen som de klarer å bygge opp igjen (figur 9). Dette kan igjen indikere at høylinja har perioder med negativ energi balanse i motsetningen til frisklinja som ser ut til å ha en mer stabil vekt. Det ser derfor ut til at høylinja i større grad har perioder der melkeytelsen er for høy til at fôropptaket kan dekke energibehovet, men likevel er kyrne gode på å hente igjen vekten gjennom laktasjonen.

Den uventede forskjellen i gjennomsnittlig vekt mellom høylinja og frisklinja kan være et resultat av at vekten til høylinja har større variasjon, ved at høylinja mister mer vekt i perioder av laktasjonen (figur 7-9). Tabell 5 viser også at høylinja har et høyere standardavvik på vekt

enn frisklinja. Dette kan trekke gjennomsnittsvekt ned, selv om kyrne ligger på omtrent samme vekt på starten og slutten av laktasjonen.

Gammelrasekyrne har mer eller mindre lineær økning i vekt gjennom både 1. og 2. laktasjon (figur 8 og 9). Dette tyder på at de vokser til tross for at de er i topplaktasjon, og at de dermed prioriterer vekst fremfor melkeproduksjon. Dette gjenspeiles også i en betydelig lavere melkeytelse. Det ser ut til gammelrasekyrne når sin voksenalder etter 2. laktasjon, og deretter har en stabil vekt i senere laktasjoner (figur 9). Dette viser at gammelrasekyrne vokser tregere i forhold til NRF som når voksenalder allerede etter 1. laktasjon. Dette kan ha sammenheng med at egenskapen kjøtt har vært vektlagt i avlsmålet for NRF siden 1960-tallet, og dermed blir NRF kua større og vokser fortere (Geno 2014c).

For videre studier av vekt på seleksjonslinjene, kunne det være interessant å studere hvilke type kroppsvev kua tærer på når hun er i negativ energibalanse. Ved høy melkeytelse kan det være mulig at fettforbrenning ikke blir nok til å dekke energibehovet. Dersom kua er sterkt selektert for høy melkeytelse kan kua trolig begynne å tære på muskler for å opprettholde den høye melkeytelsen. Dette er ikke heldig dersom ønsket er sterke, robuste kyr med god helse.

5.4 Egenskaper som påvirker tid i melkerobot

Gjennomsnittlig bokstid og melketid i besetningen ligger på henholdsvis 8,36 og 5,42 minutter. Carlstom et al. (2013) har funnet lignende resultater på SRB. Gaede et al. (2007) har imidlertid funnet en betydelig høyere melketid på 12,9 min hos tysk Holstein, men dette er også en rase som har en betydelig større melkemengde. Det var ikke signifikante forskjeller i bokstid og melketid mellom de tre gruppene. Ut i fra laktasjonskurvene kan det imidlertid se ut som frisklinja har noe høyere melketid i alle laktasjoner, og høyere bokstid for laktasjon 2-6 (figur 12-14 og 16-18). Bokstiden og spesielt melketiden er avhengig av melkemengden. I denne besetningen bruker frisklinja lengst tid til tross for en noe lavere melkeytelse enn høylinja. Gammelrasekyrne ser ut til å stort sett ligge lavest i bokstid og melketid, selv om det er noe mer uklart for bokstiden i 1 – 2. laktasjon (figur 12-13). Gammelrasekyrne melker betydelig mindre, noe som kan være årsak til at de ligger lavest på disse tidene.

Behandlingstiden er ikke påvirket av melkemengde og er hovedsaklig et mål på hvor godt kuas atferd og jur eksteriør fungerer i melkeroboten. Laktasjonskurvene for behandlingstid (figur 20-22), viser at høylinja og frisklinja har ganske lik behandlingstid, men det ser ut som gammelrasekyrne har en lenger behandlingstid. Dette kan tyde på en tendens til lenger behandlingstid hos gammelrasekyrne, selv om forskjellen mellom gruppene ikke var

signifikant ($p=0,0628$). En tendens til lenger behandlingstid hos gammelrasekyrne kan komme av mer livlig atferd eller dårlig jur ekstriør, da disse rasene verken er avlet for lynne, jur ekstriør eller produksjonsegenskaper i like stor grad som NRF. Det er sett at avl for høyere produksjon gir mindre variert atferd hos ulike arter (Rauw et al. 1998)

Det var mer uønsket atferd hos gammelrasekyrne ved at de har en høyere andel mislykkede melkinger enn høylinja og frisklinja (tabell 18). Dette kan tyde på en tendens til høyere andel mislykkede melkinger hos gammelrasekyrne selv om forskjellen mellom grupper ikke var signifikant ($p=0,0579$). Rinell (2013) har tidligere funnet en genetisk korrelasjon mellom lynne og andel avspark. Årsaken til mislykkede melkinger i disse analysene kan imidlertid også være tekniske problemer. Andel mislykkede melkinger viste ikke normalfordeling til tross for log transformering. Det kan være fordi det var en lav frekvens av mislykkede melkinger, samtidig var det få observasjoner. Det trengs mer data for å undersøke dette bedre.

Tiden som er brukt i melkerobot er også påvirket av hastigheten på utmelkingen. For å få mest mulig effektive kyr er derfor melkestrømmen en viktig egenskap. Egenskapen melkestrøm bestemmes hovedsaklig av diameteren på spenekanalene. Gjennomsnittlig melkestrøm i besetningen var 2,44 liter/min. Tidligere har Gaede et al. (2007) og Hogeveen et al. (2001) funnet en lignende melkestrøm på henholdsvis 2,3 og 2,5 kg/min. Det var ingen forskjeller i melkestrøm mellom de tre gruppene.

Det var signifikante forskjeller i egenskapen melkemengde/bokstid mellom gruppene ($p=0,0380$). Gjennomsnittlig melkemengde/bokstiden i besetningen var 1,11 kg/min. Det er noe lavere enn Bugtens (2013) resultat på 1,46 kg/min ved analyser på hovedsakelig NRF kyr. Laktasjonskurvene viser at høylinja er mest effektiv i alle laktasjoner (figur 31-33). Frisklinja er noe raskere enn gammelrasekyrne i 1. laktasjon, men resultatene er ikke tydlige i senere laktasjoner. Egenskapen er påvirket av både størrelsen på spenekanalene og kuas atferd, samtidig som den er korrigert for melkemengde. Ønsket er at kua skal melke flest mulig kg per minutt kua er i melkeroboten. Da får en effektive kyr som går raskt igjennom melkeroboten og bruker mest mulig av tiden der til melking. Dette skaper mer flyt rundt melkeroboten, og gjør at bonden kan ha et høyere antall kyr per melkerobot. Resultatene viser høylinja melker mest i forhold til tiden som brukes i melkeroboten. Dette viser at gammelrasekyrne og frisklinja bruker mer tid på annet enn melking, noe som kan være et resultat av mer variert atferd. En skal imidlertid være oppmerksom på kyr som er effektive kan ha både høy og lav melkeytelse. Dersom egenskapen melkemengde/bokstid skulle

benyttes i avlsarbeid, kan det dermed være en fordel å inkludere melkemengde, slik at en ikke risikerer å avle på kyr med lav melkeytelse om det er uønsket. Videre kunne det være interessant å studere om det finnes en sammenheng mellom egenskapene melkeytelse og effektivitet i melkeroboten.

Gaede et al. (2007) har tidligere funnet at melkestømmen i kg/min melketid påvirkes av hvor kua er i laktasjonen. Laktasjonsdag hadde imidlertid ikke signifikant effekt på melkestrøm i disse analysene. Laktasjonsdag var likevel signifikant på egenskapen melkemengde/bokstid. Bugten (2013) har også sett på melkemengde/bokstid, og funnet at hastigheten var økende særlig starten av laktasjon, og høyere i senere laktasjoner. Laktasjonsnummer hadde en signifikant effekt på begge hastighetsmålene i disse analysene.

5.5 Melkeintervall

Gjennomsnittlig melkeintervall på 9,2 minutter i denne besetningen ligger innenfor et normalt melkeintervall sammenlignet med det som tidligere er funnet på melkerobotdata (Jacobs & Siegford 2012a). Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene i melkeintervall. Laktasjonskurvene viser at høylinja har noe kortere melkeintervall i 1. laktasjon, mens det ikke ser ut til å være noen klar forskjell mellom grupper i senere laktasjoner (figur 32-34). Laktasjonsdag og laktasjonsnummer hadde signifikante effekter på melkeintervallet. Dette kan henge sammen med melkemengden, da laktasjonskurvene viser at melkeintervallet er kortere i begynnelsen av laktasjonene og kortere i senere laktasjoner. Tabell 15 viser også at melkeintervallet er kortere i senere laktasjoner. Melkemengden vil være høyest i starten av en laktasjon og høyere i senere laktasjoner, slik at kua velger å melke seg oftere når hun har mer melk. Jacobs & Siegford (2012a) konkluderte også i sin oversiktsartikkel at melkeintervallet var avhengig av laktasjonsstadiet og laktasjonsnummer. Melkeintervallet i besetningen er imidlertid styrt, slik at resultatet i disse analysene er basert på kuas vilje til melking innenfor satt minimumsintervall og den tiden bonden eventuelt velger å jage kua inn i melkeroboten. Bonden kan velge å jage kua dersom det har gått veldig lang tid siden sist melking.

5.6 Konduktivitet

Konduktivitetskurver for de fire kyrne som hadde vært behandlet for klinisk mastitt viste en økning i konduktivitet rundt det tidspunktet kyrne ble behandlet. Dette tyder på at økning i konduktivitet kan gi en indikasjon på utvikling av mastitt. Andre studier har også tidligere vist en sammenheng mellom økt konduktivitet og mastitt (Fernando et al. 1982; Sheldrake et al. 1983; Milner et al. 1996). Den gjennomsnittlige konduktiviteten gjennom laktasjon var

mellom 66,0 og 71,7 mS/cm for de fire spenene hos de tre ulike gruppene. TINE rådgiver Lars Terje Nyhus har erfart at normal konduktivitet for norske melkekubesetninger med Lely melkerobot normalt ligger på rundt 70 mS/cm (Nyhus, personlig kommunikasjon, 30. april 2014). Resultatene i disse analysene ser derfor ut til å være troverdige. Målenheten på konduktivitet er forskjellig mellom ulike melkeroboter, for eksempel har DeLaval andre tall på normal konduktivitet (Nyhus, personlig kommunikasjon, 30. april 2014). Da det benyttes uklare mål på konduktivitet er det vanskelig å sammenligne resultatene med annen forskningslitteratur. I tidligere litteratur er konduktivitet ofte kun oppgitt i siemens eller millisiemens, uten at det oppgis informasjon om dette er per cm eller meter, noe som kan utgjøre stor forskjell på målene.

Gruppe hadde kun signifikant effekt på standardavvik i konduktivitet på høyre bakspene. Det var imidlertid en tendens til forskjell på standardavvik i konduktivitet mellom gruppene på venstre fram- og bakspene, der p-verdien var henholdsvis 0,0582 og 0,0740. Gruppe så ut til å forklare en liten andel av variasjonen i konduktivitet. Likevel hadde frisklinja gjennomgående betydelig lavere standardavvik i konduktivitet i forhold til høylinja og gammelrasekyr (tabell 16). Normalt nivå på konduktivitet for en ku kan være noe individuelt. Derfor er det interessant å studere variasjonen i konduktivitet. Standard innstilling på dataprogrammet T4C er at det skal varsles dersom en ku plutselig får en økning på 20% i konduktivitet. Da er økning så stor at det kan være en indikasjon på begynnende mastitt (Nyhus, personlig kommunikasjon, 30. april 2014). De høyeste observasjonene på konduktivitet gjennom laktasjonen hos frisklinja tilsvarte en økning på 8% fra gjennomsnittet. Det er mye lavere økning enn det som vanligvis kan betraktes som en indikasjon på begynnende mastitt. Høylinja hadde økning på 15% noe som også er under varslingsnivå. Gammelrasekyrne hadde økning på 24% noe som kan være indikasjon på at det har vært begynnende mastitt i denne gruppen. Ekstrem observasjonene er imidlertid basert på gjennomsnittstall gjennom laktasjonen, slik at det kan være enkelt observasjoner som er høyere. Disse resultatene kan vise en tendens til bedre jurhelse hos frisklinja. Det var imidlertid et lavt antall tilfeller av mastitt på de 49 kyrne. Dette tyder på at jurhelsen i besetningen generelt er god.

6.0 Konklusjon

Analyser av melkerobotdata viste at det var signifikante forskjeller mellom høylinja, frisklinja og gammelrasekyr for egenskapene:

- Melkemengde
- Vekt
- Melkemengde/bokstid
- Konduktivitet på høyre framspene
- Formen på laktasjonskurvene for melkemengde
- Formen på laktasjonskurvene for vekt

Analyser av melkerobotdata viste at det ikke var signifikante forskjeller mellom høylinja, frisklinja og gammelrasekyr for egenskapene:

- Konduktivitet på høyre bakspene og venstre fram- og bakspene
- Bokstid
- Melketid
- Behandlingstid
- Melkestrøm
- Melkeintervall
- Andel mislykkede melkinger

De signifikante forskjellene kan tyde på at de tre ulike genetiske gruppene er forskjellig på grunn av indirekte seleksjon som følge av genetiske korrelasjoner til andre egenskaper. På bakgrunn av analysene kan det trekkes følgende konklusjoner:

- Seleksjon for proteinytelse hos høylinja førte til mer effektive kyr i melkeroboten, samtidig som de prioriterte melkeproduksjon sterkt, ved at de hadde høyest melkeytelse og mistet mer vekt i topplaktasjon.
- Seleksjon for mindre mastitt hos frisklinja førte til flatere laktasjonskurve og en tendens til mindre variasjon i konduktivitet.
- Gammelrasekyr som ikke er avlet like sterkt for produksjonsegenskaper som NRF, hadde mer livlig atferd, ved at de var mindre effektive i melkeroboten og hadde en tendens til lenger behandlingstid og høyere andel mislykkede melkinger.

7.0 Referanser

- Almås, R. (2002). Norges landbrukshistorie, Bind IV. Oslo, Det Norske Samlaget. 453 s. s. 336-344.
- Andersen-Ranberg, I. M., Klemetsdal, G., Heringstad, B. & Steine, T. (2005). Heritabilities, genetic correlations, and genetic change for female fertility and protein yield in Norwegian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88 (1): 348-355.
- Andersen, F., Osteras, O., Reksen, O. & Grohn, Y. T. (2011). Mastittis and the shape of the lactation curve in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 78 (1): 23-31.
- Avlslaget for Jarlsbergfe 2013. Historikk. Lokalisert 10.04.2014 på verdensveven:
<http://www.123hjemmeside.no/jarlsbergfe/11101731>
- Berglund, I., Pettersson, G. & Svennersten-Sjaunja, K. (2002). Automatic milking: effects on somatic cell count and teat end-quality. *Livestock Production Science*, 78 (2): 115-124.
- Bijl, R., Kooistra, S. R. & Hogeveen, H. (2007). The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 90 (1): 239-248.
- 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.
- Bugten, H. K. (2013). Bruk av utmelkingsdata fra melkerobot i avlsarbeidet. Masteroppgave. ÅS, Norges miljø- og biovitenskaplige universitet. 50 s.
- Capuco, A. V., Ellis, S. E., Hale, S. A., Long, E., Erdman, R. A., Zhao, X. & Paape, M. J. (2003). Lactation persistency: Insights from mammary cell proliferation studies. *Journal of Animal Science*, 81: 18-31.
- Carlstrom, C., Pettersson, G., Johansson, K., Strandberg, E., Stalhammar, 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.
- Carlstrom, C., Strandberg, E., Johansson, K., Pettersson, G., Stalhammar, H. & Philipsson, J. (2014). Genetic evaluation of in-line recorded milkability from milking parlors and automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 97 (1): 497-506.
- Clayton, D. A. (1978). Socially facilitated behavior. *Quarterly Review of Biology*, 53 (4): 373-392.

- Coffey, E. M., Vinson, W. E. & Pearson, R. E. (1986). Potential of somatic-cell concentration in milk as a sire selection criterion to reduce mastitis in dairy-cattle. *Journal of Dairy Science*, 69 (8): 2163-2172.
- Craven, P. & Wahba, G. (1979). Smoothing noisy data with spline functions - estimating the correct degree of smoothing by the method of generalized cross-validation. *Numerische Mathematik*, 31 (4): 377-403.
- Dekkers, J. C. M., Ten Hag, J. H. & Weersink, A. (1998). Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livestock Production Science*, 53 (3): 237-252.
- DeLaval 2014. DeLaval VMS melkerobot i detalj. Lokalisert 04.02.2014 på verdensveven: <http://www.delaval.no/-/Product-Information1/Milking/Systems/Automatic/DeLaval-VMS-in-detail/>
- Dohmen, W., Neijenhuis, F. & Hogeveen, H. (2010). Relationship between udder health and hygiene on farms with an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 93 (9): 4019-4033.
- Emanuelson, U. (1988). Recording of production diseases in cattle and possibilities for genetic improvements - a review. *Livestock Production Science*, 20 (2): 89-106.
- Falconer, D. S. & Mackay, T. F. C. (1996). Introduction to quantitative genetics, 4. utgave. Harlow, Longman Group. 464 s. s. 312-321.
- Fernando, R. S., Rindsig, R. B. & Spahr, S. L. (1982). Electrical-conductivity of milk for detection of mastitis. *Journal of Dairy Science*, 65 (4): 659-664.
- Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N. & Beaudeau, F. (1999). Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Preventive Veterinary Medicine*, 41 (1): 1-35.
- Gaede, 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.
- Geno. (2014a). Karakteristikk hos NRF. Publisert 09.01.2014. Lokalisert 06.02.2014 på verdensveven: http://www.geno.no/Start/Om-Geno/OM-NRF_KUA1/Karakteristikk-hos-NRF/
- Geno. (2014b). Avlsmålet for NRF. Publisert 06.01.2014. Lokalisert 06.02.2014 på verdensveven: <http://www.geno.no/Start/Avl/Avlsmal/Avlsmalet-for-nrf/>
- Geno. (2014c). Utvikling av avlsmålet for NRF-kua. Lokalisert 20.04.2014 på verdensveven: <http://www.geno.no/Start/Avl/Avlsmal/Utvikling-av-avlsmalet-for-NRF-kua1/?id=314&epslanguage=no&parent=>

- Grossman, M., Hartz, S. M. & Koops, W. J. (1999). Persistency of lactation yield: A novel approach. *Journal of Dairy Science*, 82 (10): 2192-2197.
- Harder, B., Bennewitz, J., Hinrichs, D. & Kalm, E. (2006). Genetic parameters for health traits and their relationship to different persistency traits in German Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89 (8): 3202-3212.
- Heringstad, B., Klemetsdal, G. & Ruane, J. (2000). Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science*, 64 (2-3): 95-106.
- Heringstad, B., Klemetsdal, G. & Ruane, J. (2001). Responses to selection against clinical mastitis in the Norwegian cattle population. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 51 (2): 155-160.
- Heringstad, B., Chang, Y. M., Gianola, D. & Klemetsdal, G. (2005). Genetic association between susceptibility to clinical mastitis and protein yield in Norwegian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88 (4): 1509-1514.
- 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.
- Heringstad, B., Sehested, E. & Steine, T. (2008). Short Communication: Correlated Selection Responses in Somatic Cell Count from Selection Against Clinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*, 91 (11): 4437-4439.
- Heringstad, B. & Larsgard, A. G. (2010). Correlated selection responses for female fertility after selection for high protein yield or low mastitis frequency in Norwegian Red cows. *Journal of Dairy Science*, 93 (12): 5970-5976.
- Hermans, G. G. N., Ipema, A. H., Stefanowska, J. & Metz, J. H. M. (2003). The effect of two traffic situations on the behavior and performance of cows in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 86 (6): 1997-2004.
- Hogeveen, H., Ouweltjes, W., de Koning, C. & Stelwagen, K. (2001). Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. *Livestock Production Science*, 72 (1-2): 157-167.
- Hostens, M., Ehrlich, J., Van Ranst, B. & Opsomer, G. (2012). On-farm evaluation of the effect of metabolic diseases on the shape of the lactation curve in dairy cows through the MilkBot lactation model. *Journal of Dairy Science*, 95 (6): 2988-3007.
- Hovinen, M. & Pyorala, S. (2011). Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science*, 94 (2): 547-562.

- Ingvarstsen, K. L. & Andersen, J. B. (2000). Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*, 83 (7): 1573-1597.
- Jacobs, J. A. & Siegfurd, 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. & Siegfurd, J. M. (2012b). Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 95 (3): 1575-1584.
- Jakobsen, J. H., Rekaya, R., Jensen, J., Sorensen, D. A., Madsen, P., Gianola, D., Christensen, L. G. & Pedersen, J. (2003). Bayesian estimates of covariance components between lactation curve parameters and disease liability in Danish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 86 (9): 3000-3007.
- Kamidi, R. E. (2005). A parametric measure of lactation persistency in dairy cattle. *Livestock Production Science*, 96 (2-3): 141-148.
- Katoh, N. (2002). Relevance of apolipoproteins in the development of fatty liver and fatty liver-related peripartum diseases in dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science*, 64 (4): 293-307.
- Kehrli, M. E. & Shuster, D. E. (1994). Factors affecting milk somatic-cells and their role in health of the bovine mammary-gland. *Journal of Dairy Science*, 77 (2): 619-627.
- Ketelaar-de Lauwere, C. C., Hendriks, M., 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.
- KetelaardeLauwere, C. C., 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.
- Klungel, G. H., Slaghuis, B. A. & Hogeveen, H. (2000). The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 83 (9): 1998-2003.
- Lely Astronaut. (2014). Lely Astronaut. Melkerobotsystem. Lokalisert 07.01.2014 på verdensveven:http://www.lely.com/uploads/documents/Brochures/Dairy/Lely_Astronaut_A3_NEXT_NO.pdf
- Luiting, P., Vangen, O., Rauw, W.M., Knap, P.W. & Beilharz, R.G. (1997). Physiological consequences of selection for growth. *48th Annual Meeting of the EAAP, Vienna (Austria), Commissions on Animal Physiology. Session GPh. .*

- Melin, M., Svennersten-Sjaunja, K. & Wiktorsson, H. (2005). Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 88 (11): 3913-3922.
- Melin, M., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K. & Wiktorsson, H. (2007). The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 107 (1-2): 13-21.
- Milner, P., Page, K. L., Walton, A. W. & Hillerton, J. E. (1996). Detection of clinical mastitis by changes in electrical conductivity of foremilk before visible changes in milk. *Journal of Dairy Science*, 79 (1): 83-86.
- Morris, C. A. & Wilton, J. W. (1976). Influence of body size on the biological efficiency of cows: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, 56 (4): 613-647.
- Nielen, M., Deluyker, H., Schukken, Y. H. & Brand, A. (1992). Electrical-conductivity of milk - measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *Journal of Dairy Science*, 75 (2): 606-614.
- Norberg, E., Odegard, J. & Madsen, P. (2004). Comparison of variance components for test-day electrical conductivity of milk and test-day somatic cell score for first lactation cows in an experimental herd. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 54 (4): 181-186.
- Norberg, E. (2005). Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*, 96 (2-3): 129-139.
- Norsk institutt for skog og landskap. (2014a). Sidet trønderfe og norlandsfe. Lokalisert 08.01.2014 på verdensveven:
http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/sidet_tronderfe_og_nordlandsfe
- Norsk institutt for skog og landskap. (2014b). Telemarksfe. Lokalisert 08.01.2014 på verdensveven: <http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/telemarksfe>
- Norsk institutt for skog og landskap. (2014c). Dølafe.
Lokalisert 08.01.2014 på World Wide Web:
<http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/dolafe>
- Norsk institutt for skog og landskap. (2014d). Østlandsk raukolle.
Lokalisert 08.01.2014 på verdensveven:
http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/ostlandsk_rodkolle
- Norsk institutt for skog og landskap. (2014e). Vestlandsk raukolle.

- Lokalisert 08.01.2014 på verdensveven:
http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/vestlandsk_raudkolle
- Norsk institutt for skog og landskap. (2014f). Vestlandsk fjordfe.
Lokalisert 08.01.2014 på verdensveven:
http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/vestlandsk_fjordfe
- Norsk institutt for skog og landskap. (2013). Nasjonale storferaser fortsatt små og sårbare.
Publisert 06.05.2013. Lokalisert 04.02.2014 på verdensveven:
http://www.skogoglandskap.no/nyheter/2013/nasjonale_storferaser_fortsatt_sma_og_sarbare
- Osterman, S. & Bertilsson, J. (2003). Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk production and milk composition. *Livestock Production Science*, 82 (2-3): 139-149.
- Peaker, M. (1983). Secretion of ions and water. I Mepham, T. B. (Ed.). *Biochemistry of lactation*. Amsterdam, Elsevier. S. 285-305.
- Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K. & Knight, C. H. (2011). Relationships between milking frequency, lactation persistency and milk yield in Swedish Red heifers and cows milked in a voluntary attendance automatic milking system. *Journal of Dairy Research*, 78 (3): 379-384.
- Pirchner, F. (1983). *Population genetics in animal breeding*. New York, Plenum Press. s. 414 s. s.153-165.
- Rauw, W. M., Kanis, E., Noordhuizen-Stassen, E. N. & Grommers, F. J. (1998). Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science*, 56 (1): 15-33.
- Rinell, R. (2013). A genetic analysis of traits recorded by automatic milking systems- the possibility of a new method to evaluate lynne of dairy cows. Masteroppgave. ÅS, Norges miljø- og biovitenskaplige universitet. 24 s.
- Rousing, T., Badsberg, J. H., Klaas, K. C., Hindhede, J. & Sorensen, 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 (1-3): 219-227.
- SAS. (2002-2010). 9.3 utgave. USA. SAS Institute Inc.
- SAS User guide. (2002-2010). 9.3 utgave. USA. SAS Institute Inc.

- Sheldrake, R. F., McGregor, G. D. & Hoare, R. J. T. (1983). Somatic-cell count, electrical-conductivity, and serum-albumin concentration for detecting bovine mastitis. *Journal of Dairy Science*, 66 (3): 548-555.
- Shook, G. E. & Schutz, M. M. (1994). Selection on somatic-cell score to improve resistance to mastitis in the united-states. *Journal of Dairy Science*, 77 (2): 648-658.
- Simianer, H., Solbu, H. & Schaeffer, L. R. (1991). Estimated genetic correlations between disease and yield traits in dairy-cattle. *Journal of Dairy Science*, 74 (12): 4358-4365.
- Sorensen, A., Muir, D. D. & Knight, C. H. (2008). Extended lactation in dairy cows: effects of milking frequency, calving season and nutrition on lactation persistency and milk quality. *Journal of Dairy Research*, 75 (1): 90-97.
- Statistisk Sentralbyrå. (2013). Strukturen i jordbruket, 2013, førebelse tal. Lokalisert 09.01.2014 på verdensveven: <http://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/stjord/aar/2013-11-27?fane=tabell&sort=nummer&tabell=150628>
- Steenefeld, W., Tauer, L. W., Hogeveen, H. & Lansink, A. (2012). Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system. *Journal of Dairy Science*, 95 (12): 7391-7398.
- Steine, T., Sehested, E., Svendsen, M., Ranberg, I. M. A., Larsgard, A. G., Heringstad, B., Karlsen, A. & Rise, O. . (2004). *Storfeavl*. 1 utg. Oslo: GAN Forlag AS.
- Store norske leksikon. (2014). Konduktivitet. Lokalisert 22.04.2014 på verdensveven: <http://snl.no/konduktivitet>
- TINE (2012a). Årsrapport 2012. Tine og bonden. Lokalisert 06.01.2014 på verdensveven: <http://arsrapport2012.tine.no/melk-og-myter/tine-og-bonden>
- TINE (2012b). Nye tall fra kukontrollen, årsresultat 2012. Lokalisert 06.01.2014 på verdensveven: <https://medlem.tine.no/trm/tp/page?id=58&key=16772>
- Uribe, H. A., Kennedy, B. W., Martin, S. W. & Kelton, D. F. (1995). Genetic-parameters for common health disorders of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 78 (2): 421-430.
- Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C. M., Martin, S. W. & Noordhuizen, J. (1998). Genetic parameters of health disorders, and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 81 (8): 2264-2270.
- Vangen, O. & Sæther, N. H. (2014). Generelle trekk i Norsk Storferasehistorie. *Norsk institutt for skog og landskap*. Lokalisert 08.01.2014 på verdensveven: http://www.skogoglandskap.no/Artsbeskrivelser/generelle_trekk_i_norsk_storferasehi_storie

- Vangen, O., Sæther, N., Norderhaug, A., Holtet, M. G., Holand, Ø., Fimland, E., Sickel, H. & Hufthammer, A. K. (2007). *Beitende husdyr i Norge*. Oslo, Tun Forlag.
- 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.
- Weber, C., Hametner, C., Tuchscherer, A., Losand, B., Kanitz, E., Otten, W., Singh, S. P., Bruckmaier, R. M., Becker, F., Kanitz, W., et al. (2013). Variation in fat mobilization during early lactation differently affects feed intake, body condition, and lipid and glucose metabolism in high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96 (1): 165-180.
- Wu, X. L., Heringstad, B. & Gianola, D. (2008). Exploration of lagged relationships between mastitis and milk yield in dairy cows using a Bayesian structural equation Gaussian-threshold model. *Genetics Selection Evolution*, 40 (4): 333-357.
- Zamet, C. N., Colenbrander, V. F., Callahan, C. J., Chew, B. P., Erb, R. E. & Moeller, N. J. (1979). Variables associated with peripartum traits in dairy-cows .1. effect of dietary forages and disorders on voluntary intake of feed, body-weight and milk-yield. *Theriogenology*, 11 (3): 229-244.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no