

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Jeg har hele mitt liv hatt interesse for dyr og med en oppvekst på et melkegårdsbruk i Trøndelag fant jeg etter hvert ut at husdyrvitenskap kunne være noe for meg. Etter å ha hørt mye om det gode studentmiljøet falt valget til slutt på Ås.

Lenge var det usikkert hvilket fagfelt jeg skulle velge da jeg har blitt veldig interessert i både avl og melkeproduksjon. Valget falt på avl, noe jeg ikke har angret et sekund. Tusen takk til hovedveilederen min, Bjørg Heringstad, for å ha hjulpet meg med gjennomføringen av oppgaven. Med en dør som alltid er åpen har jeg alltid følt meg velkommen og fått svar på alle spørsmål. Takk til biveileder Erling Sehested og andre som har hjulpet meg med oppgaven. Jeg vil også takke Geno og Kukontrollen for tilgang på data. En stor takk korrekturleserne Bente Hopen Amundal, Cecilie Ødegård, Heidrun Kjøren Bugten og Siril Kristoffersen. Tusen takk til romkameratene mine på lesesalen for mange trivelige dager og mye god hjelp.

Uten det fantastiske studentmiljøet har ikke de fem studieårene vært så bra. Takk til Trøndernes fagforening for trivelige sammenkomster og et kjempegodt miljø. Jeg vil også rette en stor takk folk og dyr i stofefjøset til SHF, de fantastiske vennene mine og alle andre som gitt som har vært med på å forme studietiden til en fantastisk opplevelse. Takk til hesten min Balder, som har gitt meg en avkobling i studiehverdagen og mange koslige rideturer.

Tilslutt vil jeg takk forloveden min, Jon Åge Skansen, som har holdt ut med meg i disse fem årene, tross for lang reiseavstand.

UMB, mai 2012

Hege Hopen Amundal

Sammendrag

Det er så langt ikke gjort noen genetisk analyse av drektighetslengde i Norsk Rødt Fe (NRF), så målet med oppgaven var å estimere arvegrader og genetiske korrelasjoner for drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse, samt å beregne avlsverdier og genetisk trend for drektighetslengde. Det var også et mål å beregne korrelasjoner mellom avlsverdier for drektighetslengde og oksenes offisielle avlsverdier for andre egenskaper.

Data ble hentet fra Kukontrollen og hadde opplysninger om 644 736 førstekalvs NRF-kyr som kalvet i perioden januar 2001 til september 2011. Drektighetslengden ble beregnet fra inseminering/paring og fram til kalvingsdato. Dødfødsler (dødfødt eller død innen 24 timer), kalvingsvansker (ingen, noen, store vansker) og kalvestørrelse (liten, middels, stor) blir registrert av bonden. Egenskapene ble analysert med en lineær modell med direkte (far til kalv) og maternal (far til ku) genetisk effekt.

Arvegraden var 0,37 for direkte drektighetslengde, 0,06 for maternal drektighetslengde og 0,12 for direkte kalvestørrelse. For de øvrige kalvingsegenskapene var arvegraden lav ($\leq 0,05$). Avlsverdiene for direkte drektighetslengde varierte mellom -10,6 og 9,6 dager og avlsverdiene for maternal drektighetslengde varierte mellom -4 og 3 dager.

Det ble funnet moderat høye genetisk korrelasjoner mellom maternal drektighetslengde og henholdsvis maternal kalvestørrelse (0,63) og maternale kalvingsvansker (0,26). Direkte drektighetslengde hadde høyest genetisk korrelasjon til direkte kalvingsvansker (0,26) og direkte kalvestørrelse (0,29). Korrelasjonene mellom avlsverdi for direkte drektighetslengde og oksenes offisielle avlsverdier var størst for egenskapene direkte kalvingsvansker, melk, protein, fett og lynne (-0,28 til -0,13). Maternal drektighetslengde var sterkest korrelert til kg melk, umelkingshastighet og maternale kalvingsvansker (-0,23 til 0,10). Genetisk trend for direkte drektighetslengde viste en liten nedgang i gjennomsnittlig avlsverdi for oksene, mens genetisk trend for maternal drektighetslengde ikke viste noen endring.

Det er sannsynligvis ikke ønskelig å forandre på drektighetslengde eller kalvestørrelse genetisk, men avlsverdier for egenskapene kan være nyttig informasjon. Avlsverdier for kalvestørrelse kan være nyttig i avlsplanlegging og avlsverdier for drektighetslengde vil være nyttig for å beregne forventet kalvingsdato mer nøyaktig.

Abstract

So far there has not been any genetic analysis of gestation length in Norwegian Red (NRF). The objectives of this study were to estimate the heritabilities and genetic correlations of gestation length, stillbirth, calving difficulty, calf size, and to calculate breeding values and genetic trend for gestation length. Another aim was to calculate correlations between breeding values for gestation length and the bulls' official breeding values for other traits.

The data was from the Norwegian Dairy Herd Recording System and had information on 644,736 first-calving cows that calved between January 2001 and September 2011. The gestation length was calculated from the date of insemination to date of calving. Stillbirth (stillborn or died within 24 hours), calving difficulty (none, some, great difficulty) and calf size (small, medium, large) was recorded by the farmer. The traits were analyzed with a linear model consisting of direct (sire of the calf) and maternal (sire of the cow) genetic effects.

Heritability was 0.37 for direct gestation length, 0.06 for maternal gestation length and 0.12 for direct calf size. The heritabilities were low (≤ 0.05) for the other traits. Breeding values for direct gestation length varied between -10.6 and 9.6 days and breeding values for maternal gestation length varied between -4 and 3 days. Moderately high genetic correlations were estimated between maternal gestation length and maternal calf size (0.63) and maternal calving difficulty (0.26), respectively. Direct gestation length had the highest genetic correlation with direct calving difficulty (0.26) and direct calf size (0.29). Correlations between breeding values for direct gestation length and bulls official breeding values were strongest for the traits directly calving difficulties, milk, protein, fat and temperament (-0.28 to -0.13). Maternal gestation length was most strongly correlated with kg milk, milking speed and maternal calving difficulty (-0.23 to 0.10). Genetic trend for direct gestation length showed a slight decrease in the average breeding value of bulls, while maternal gestation length showed no genetic change.

It is probably not desirable to change gestation length or calf size genetically, but the breeding values of the traits can be useful information. Breeding values for calf size could be useful when making breeding plans and breeding values for gestation length could be used to calculate expected calving date more accurately.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|----|
| 1.0 Innledning..... | 1 |
| 2.0 Kalvingsegenskaper | 3 |
| 2.1 NRF | 3 |
| 2.2 Drektighetslengde..... | 3 |
| 2.3 Dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse..... | 6 |
| 2.4 Direkte og maternale effekter | 7 |
| 2.5 Genetiske korrelasjoner..... | 9 |
| 3.0 Materiale og metode..... | 11 |
| 3.1 Beskrivelse av datasettet | 11 |
| 3.1.1 Drektighetslengde..... | 14 |
| 3.1.2 Dødfødsler | 15 |
| 3.1.3 Kalvingsvansker | 17 |
| 3.1.4 Kalvestørrelse | 18 |
| 3.2 Slektskapsfil | 19 |
| 3.3 Modell | 19 |
| 3.4 Arvegrader og korrelasjoner..... | 21 |
| 3.5 Avlsverdier for direkte- og maternal effekt..... | 23 |
| 3.6 Avlsverdier for andre egenskaper | 23 |
| 4.0 Resultater..... | 24 |
| 4.1 Faste effekter | 24 |
| 4.1.1 Effekt av alder ved første kalving | 24 |
| 4.1.2 Effekt av kalvingsår og måned | 26 |
| 4.1.3 Effekt av kjønn | 28 |
| 4.2 Genetiske korrelasjoner og arvegrader..... | 29 |
| 4.3 Besetning-5år og residualkorrelasjoner..... | 31 |
| 4.4 Avlsverdier for drektighetslengde | 32 |
| 4.5 Genetisk trend | 33 |

| | |
|--|----|
| 4.6 Korrelasjoner mellom avlsverdier for drektighetslengde og oksenes offisielle avlsverdier for andre egenskaper..... | 34 |
| 5.0 Diskusjon..... | 36 |
| 5.1 Faste effekter | 36 |
| 5.2 Arvegrader..... | 37 |
| 5.2.1 Arvegrader for direkte og maternal drektighetslengde..... | 37 |
| 5.2.2 Arvegrader for direkte og maternal dødfødsler | 37 |
| 5.2.3 Arvegrader for direkte og maternale kalvingsvansker | 38 |
| 5.2.4 Arvegrader for direkte og maternale kalvestørrelse | 38 |
| 5.3 Genetiske korrelasjoner..... | 39 |
| 5. 4 Avlsverdier | 40 |
| 5.5 Genetisk trend og sammenheng med andre egenskaper..... | 40 |
| 5.6 Feilkilder | 41 |
| 6.0 Konklusjon | 42 |
| 7.0 Referanser..... | 43 |

1.0 Innledning

Drektighetslengde har blitt undersøkt i studier på andre raser, men det har så langt ikke vært gjort noen genetisk analyse av drektighetslengde som en egenskap i Norsk Rødt Fe (NRF). Drektighetslengde har sammenheng med andre kalvingsegenskaper, men man vet ikke hvordan drektighetslengden har utviklet seg hos NRF gjennom årene.

Med drektighetslengde mener man perioden fra kua blir inseminert/paret og fram til kua kalver. Det er både forhold ved kua og kalven som påvirker drektighetslengde. Kalven nedarver gener fra mor og far som påvirker størrelsen og livskraften til kalven. Kua nedarver gener fra sin mor og far som påvirker evnen til å ernære fosteret og utformingen på fødselsveiene (Svendsen et al. 2005). Analysen må derfor inkludere både direkte effekt (far til kalv) og maternal effekt (far til ku).

Flere studier har vist at direkte drektighetslengde har høy arvegrad (Eaglen et al. 2011; Hagger & Hofer 1990; Hansen et al. 2004; Jamrozik et al. 2005; McGuirk et al. 1999; Norman et al. 2009) og at drektighetslengde er genetisk korrelert til dødfødsler og kalvingsvansker (Eaglen et al. 2011; Hagger & Hofer 1990; Hansen et al. 2004; Jamrozik et al. 2005; McGuirk et al. 1999). Drektighetslengde kan derfor være nyttig som en korrelert egenskap ved beregning av avlsverdier for kalvingsegenskaper.

Drektighetslengden hos kyr har sammenheng med økonomiske viktige egenskaper som dødfødsler og kalvingsvansker. Og drektighetslengden blir påvirket av både miljø- og genetiske faktorer. Mellom dødfødsler og drektighetslengde er det ikke funnet noen lineær sammenheng, med høy frekvens av dødfødsler ved både kort og lang drektighetslengde (Hansen et al. 2004). Man bør derfor ikke forandre på drektighetslengden, men ved å vite hva som påvirker den kan man beregne forventa kalving mer presist.

De fleste melkebønder ønsker at kua skal kalve en gang i året og NRF har en gjennomsnittlig drektighetslengde på ca. 280 dager (Geno 2006). Det er funnet forskjell i gjennomsnittlig drektighetslengde hos ulike raser (Andersen & Plum 1965; Brakel et al. 1952; DeFries et al. 1959; Norman et al. 2009; Rife et al. 1943). Hvor mange kalvinger kua har vært igjennom påvirker også drektighetslengden (McGuirk et al. 1999; Norman et al. 2009). Hansen et al. (2004) fant i sin studie at kviger har kortere drektighetslengde enn eldre kyr. Kjønn på kalven

har betydning for drektighetslengden, flere studier har funnet lengre drektighetslengde for oksekalver (Brakel et al. 1952; Hagger & Hofer 1990; Hansen et al. 2004; McGuirk et al. 1999; Silva et al. 1992).

Målet med oppgaven er en første genetisk analyse av drektighetslengde i NRF. Det skal undersøkes om det er genetiske sammenhenger mellom drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse i NRF. Målet er å estimere arvegrader og genetiske korrelasjoner mellom de fire egenskapene, predikere avlsverdier for drektighetslengde og beregne genetisk trend for direkte og maternale effekter. Det skal også beregnes korrelasjoner mellom avlsverdier for drektighetslengde og oksenes offisielle avlsverdi for andre egenskaper.

2.0 Kalvingsegenskaper

2.1 NRF

I dag finnes det ca. 205 000 melkekyr i Norge og omtrent 95 % av disse er NRF – krysninger eller reinrasert NRF (Geno 2010). Omtrent 85 % av alle melkekyr blir i dag inseminert og sæd fra alle seminoksene i NRF er tilgjengelig i hele landet. I gjennomsnitt produserer ei NRF ku ca. 7100 kg melk i året (Geno 2011).

NRF er kjent for sitt brede avlsmål hvor man legger vekt på et godt lynne, fruktbarhet, en god produksjon av kjøtt og melk, friske kyr med gode bein og et funksjonelt jur (Geno 2010). For at man kan ha et bredt avlsmål med helseegenskaper er det viktig at bønder, veterinærer, meierier og slakterier rapporterer inn hendelser til Kukontrollen. Vektlegginga av egenskapene i NRF er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Vektlegging av ulike egenskaper i avlsmålet til NRF, i % (Geno 2012b).

| 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 |

Siden 1978 har kalvingsvansker og dødfødsler blitt rapportert inn og vært inkludert i samla avlsverdi (Geno 2009). Kalvestørrelse har blitt innrapportert til Kukontrollen siden 1999, men er ikke brukt i avlsarbeidet. Det er ikke ønskelig å ha for store eller for små kalver.

Populasjonsmiddelet har vært en ønskelig kalvestørrelse, og det har dermed ikke vært behov for å forandre på dette (Geno 2009).

2.2 Drektighetslengde

Drektighetslengden forteller hvor lenge kviga/kua har gått drektig og regnes fra inseminering til kalvingsdato. Denne egenskapen har ikke vært undersøkt tidligere hos NRF og heller ikke brukt i avlsarbeidet. Det har blitt gjennomført flere studier av drektighetslengde på andre raser

(Eaglen et al. 2011; Hagger & Hofer 1990; Hansen et al. 2004; Jamrozik et al. 2005; McGuirk et al. 1999; Norman et al. 2009). Drektighetslengde er en kompleks egenskap som blir påvirket av både miljø og genetiske faktorer. Både kua og kalven har innvirkning på drektighetslengde. Fødselen starter ved at fosteret begynner å syntetisere og skille ut kortisol, de utløsende faktorene kan være plassmangel og høye metabolske krav fra fosteret (Sjaastad et al. 2003). Kua har også en viss kontroll over fødselen, den kan i noen grad forsinke fødselen dersom den er i ukjente og stressende omgivelser (Sjaastad et al. 2003). Hvis oksene gir stor variasjon i drektighetslengde, er det nyttig å vite om oxen som far til kalv gir lang eller kort drektighetslengde for å kunne beregne forventa kalvingsdato mer nøyaktig. McGuirk et al. (1999) fant at ved en lengre drektighetslengde var det dårligere overlevelse, mer kalvingsvansker og en større kalvestørrelse hos holstein-friesian. Til kviger kan okser som gir en kortere drektighetslengde velges, slik at kalven blir mindre og det er større sannsynlighet for at kalvingsvanskene reduseres.

I studien til Silva et al. (1992) ble det funnet en svak, men signifikant, fenotypisk økning på drektighetslengden på 4 dager over en periode på 50 år for rasene jersey, guernseys og holstein. Dette kan være et resultat av avl på korrelerte egenskaper eller av naturlig seleksjon.

Drektighetslengden blir påvirket av hvor mange foster kua har. Tvillingfødsler er i følge studien til Norman et al. (2009) den faktoren som gir størst forskjell i drektighetslengden. Det ble funnet at drektighetslengden var 5,7 dager kortere for tvillinger sammenlignet med en oksekalv og 4,6 dager kortere sammenlignet med en kvigekalv for Holstein. For kjøttfe ble det funnet at drektighetslengden for tvillinger var 5,7 dager kortere enn for ett foster (Echternkamp & Gregory 1999).

Kjønn på kalven virker inn på drektighetslengden. Hansen et al. (2004) og Silva et al. (1992) fant at drektighetslengden til førstekalvskyr som fikk oksekalver var 1,1 dager lengre sammenlignet med de som fikk kvigekalver. Dette fant også Brakel et al. (1952), som viste at oksekalver i gjennomsnitt gir 1,48 dager lengre drektighetslengde i forhold til kvigekalver hos rasen holstein- friesian. Kviger med holstein- friesian oksekalver hadde større kalvingsvansker, lengre drektighetslengde, høyere dødfødsselfrekvens og de var større sammenlignet med kvigekalver i studien til McGuirk et al. (1999). I de sveitiske rasene black and white, braunvieh og simmental ble det funnet at oksekalvene var tyngre, hadde en dag

lengre drektighetslengde, mer kalvingsvansker og 1 % høyere frekvens av dødfødsler (Hagger & Hofer 1990).

Drektighetslengden varierer mellom raser, Brakel et al. (1952) fant at det er en signifikant forskjell mellom drektighetslengden til brown swiss og guernsey. Det ble også funnet en signifikant forskjell mellom far til kalv på rasene guernsey og holstein–friesian. Dette kan tyde på at det ikke er kun miljø som har innvirkning på drektighetslengden, men også genotypen til fosteret (Brakel et al. 1952). Rife et al. (1943) fant en gjennomsnittlig drektighetslengde på 272,8 dager i rasen aberdeen angus. I studien til DeFries et al. (1959) ble det funnet en gjennomsnittlig drektighetslengde på 291,5 dager i rasen brown swiss. I oversiktstudien til Andersen & Plum (1965) ble det funnet en stor variasjon på drektighetslengden og fødselsvekter mellom raser.

Temperatur, fôrkvalitet og mulighet for bevegelse varierer med årstidene. Hansen et al. (2004) viste at kyr som kalvet i perioden mai til august hadde 0,7 – 0,9 dager kortere drektighetslengde sammenlignet med de som kalvet i november til mars. Brakel et al. (1952) fant størst forskjell i drektighetslengden mellom aprilkalvinger (lengst) og novemberkalvinger (kortest) i en studie med ayrshire, holstein-friesian og jersey. Det var en moderat effekt av befruktningsmåned på drektighetslengde, hvor den lengste drektighetslengden var i januar eller februar (kalving i oktober/november) og den korteste drektighetslengden var i oktober (kalving i juni) for holstein kviger (Norman et al. 2009). McGuirk et al. (1999) fant i sin studie av holstein-friesian at det i vintermånedene var lengre drektighetslengde, høyere frekvens av dødfødsler og flere kalvingsvansker. Det var kortest drektighetslengde for kalvinger i juni til august. De kalvene som ble født fra september til november var størst ved kalving (McGuirk et al. 1999).

Hvor mange kalvinger kua har hatt vil påvirke drektighetslengden. Norman et al. (2009) fant at kyr som har hatt 2 kalver eller mer, har gjennomsnittlig lenger drektighetslengde enn kviger. For rasene jersey, brown swiss og holstein var drektighetslengden 0,3 til 1,6 dager lengre for eldre kyr enn for kviger. Norman et al. (2009) fant en gjennomsnittlig drektighetslengde på 278 dager for kviger av holstein og jersey. Generelt hadde kyr lengre drektighetslengde enn kviger. McGuirk et al. (1999) fant i sin studie at kviger hadde kortere drektighetslengde, vanskeligere kalvinger og en høyere frekvens av dødfødsler sammenlignet med kyr.

2.3 Dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse

For NRF er frekvensen av dødfødsler lav, kun 3 % for førstekalvskyr og 1,5 % for eldre kyr (Heringstad & Svendsen 2009). I mars 2009 ble avlsmålet for NRF endret og vektleggingen av kalvingsvansker og dødfødsler ble redusert fra 1 % til 0,5 % (Geno 2009). Egenskapene er fremdeles med i samla avlsverdi, selv om vektleggingen ikke er stor, for at det ikke skal bli noen økning av egenskapene (Geno 2009). Andre raser har en høyere frekvens av dødfødsler, i USA er det rapportert at fra 1985 til 1996 steg dødfødsel-frekvensen fra 9,5 % til 13,2 % hos holstein kviger (Meyer et al. 2001). For svensk holstein ligger gjennomsnittet på ca. 10 % dødfødsler ved første kalving (Steinbock et al. 2003).

En lengre drektighetslengde var genetisk knyttet til større kalver og mer dødfødsler, men hadde ingen klar påvirkning på kalvingsvansker for kanadisk holstein (Jamrozik et al. 2005). For kviger med kalvingsvansker ble fruktbarheten dårligere i senere laktasjoner (Jamrozik et al. 2005). For både kviger og kyr førte kalvingsvansker til en høyere andel dødfødsler (Jamrozik et al. 2005). Hansen et al. (2004) fant at det mellom dødfødsler og drektighetslengde var et klart ikke- lineært forhold. Det var høy frekvens av dødfødsler når drektighetslengden var kort eller lang. Mellom dødfødsler og kalvestørrelse var det observert et lignende ikke- lineært forhold. Frekvensen av dødfødsler var høyere ved både små og store kalver, enn for middels store kalver (Hansen et al. 2004). Dette kan skyldes at ved en kort drektighetslengde vil kalvene som oftest være svake og små fordi de ikke har kommet så langt i utviklingen enn de som har en lang drektighetslengde. Eldre kalver er som oftest store og sterke, men kan skape kalvingsvansker som fører til dødfødsler om de er for store. McGuirk (1999) fant at det var større kalvingsvansker for store kalver, og ved økt kalvingsvansker økte også antall dødfødsler. I en studie på holstein var den optimale drektighetslengden for å få minst kalvingsvansker 274 til 279 dager, mens det mellom 280 til 281 dager ble observert lavest antall dødfødsler (Norman et al. 2011).

Steinbock et al. (2003) fant at det hos kviger av svensk holstein var en merkbar økning i kalvingsvansker fra oktober til mars/april. Når kvigene var ute i sommermånedene (mai til september) var kalvingsvansker minst frekvent. Den samme trenden ble funnet også for dødfødsler, bortsett fra at frekvensen kun var lav på sensommeren og tidlig høst.

2.4 Direkte og maternale effekter

Drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse er alle påvirket av både maternale og direkte genetiske effekter. Både far til kalv og far til ku har genetisk innvirkning på drektigheten og fosteret. Tabell 2 gir en oversikt over arvegrader for direkte og maternal drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse funnet i andre studier. Jamrozik et al. (2005) og Eaglen et al. (2011) har brukt ”calving ease” (kalvingsletthet), og ikke kalvingsvansker. De største arvegradene ble funnet for direkte drektighetslengde med variasjon fra 0,31 til 0,50. Arvegraden for maternal drektighetslengde varierte mellom 0,07 og 0,13. For direkte dødfødsler varierte arvegraden fra lineær modeller mellom 0,01 og 0,04, og for maternale dødfødsler mellom 0,01 og 0,04. Arvegraden fra lineære modeller for direkte kalvingsvansker varierte fra 0,02 til 0,08 og arvegraden for maternale kalvingsvansker varierte fra 0,03 til 0,14. For kalvestørrelse varierte direkte arvegrad fra lineær modeller fra 0,08 til 0,15 og maternal arvegrad fra 0,03 til 0,08. Arvegrader fra terskelmodell er høyere (Tabell 2).

Tabell 2. Direkte (D) og maternale (M) arvegrader for egenskapene drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS) fra ulike studier, hvor det er brukt en lineær far-morfarmodell om ikke annet er oppgitt.

| Egenskap | | DL | | DF | | KV | | KS | |
|---|--|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|------|------|
| Kilde | Rase | D | M | D | M | D | M | D | M |
| Eaglen et al. (2011) ₃ | UK holstein | 0,49 | 0,09 | | | 0,06 | 0,03 | | |
| Norman et al. (2009) | Holstein | 0,47 | 0,12 | | | | | | |
| | Jersey | 0,46 | 0,10 | | | | | | |
| Heringstad et al. (2007) ₁ | NRF | | | 0,07 | 0,08 | 0,13 | 0,09 | | |
| Jamrozik et al. (2005) ₃ | Kanadisk Holstein | 0,31 | 0,13 | 0,02 | 0,04 | 0,08 | 0,14 | 0,15 | 0,08 |
| Svendsen et al. (2005) | NRF | | | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,10 | 0,03 |
| Hansen et al. (2004) ₁ | Dansk Holstein | 0,43 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,10 | 0,06 | 0,19 | 0,04 |
| Steinbock et al. (2003) | Svensk Holstein | | | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | | |
| McGuirk et al. (1999) ₂ | UK Holstein - friesian | 0,45 | | 0,02 | | 0,05 | | 0,08 | |
| Hagger & Hofer (1990) ₂ | Black and White Braunvieh Simmental | 0,41 0,46 0,50 | | 0,02 0,01 0,01 | | 0,05 0,02 0,05 | | | |

₁ Terskelmodell for dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse.

₂ Lineær farmodell, kun direkte effekt.

₃ Egenskapen ”calving ease”, som er det motsatte av kalvingsvansker.

Jamrozik et al. (2005) fant for dødfødsler, kalvingsvansker, kalvestørrelse og drektighetslengde at maternale arvegrader generelt var lavere enn direkte arvegrader. Bortsett fra kalvingsvansker hos kviger og dødfødsler hos kyr og kviger (lineær modell). Det var høyere arvegrader for både direkte og maternale egenskaper hos kyr sammenlignet med tilsvarende egenskaper hos kviger (Jamrozik et al. 2005).

Norman et al. (2009) fant at PTA¹ for drektighetslengde til Holstein okser varierte fra -5,4 til 5,3 dager for kalvens far og fra -2,8 til 3,1 dager for kuas far. Resultatene til Norman et al. (2011) indikerer at det er en stor nok genetisk variasjon i drektighetslengde til at man kan forandre drektighetslengden gjennom seleksjon, noe som flere studier indikerer (Jamrozik et al. 2005; Norman et al. 2009). Det ble konkludert med at å forandre på drektighetslengden ikke vil være gunstig (Norman et al. 2011; Silva et al. 1992).

2.5 Genetiske korrelasjoner

Det er funnet forskjellige genetiske korrelasjoner mellom kalvingsegenskapene drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse. Tabell 3 viser at estimatene varierer mellom de ulike studiene. Jamrozik et al (2005) og Eaglen et al. (2011) hadde brukt ”calving ease”, disse er i tabellen gjort om til kalvingsvansker ved å bytte fortegn på korrelasjonene. Mellom direkte dødfødsler og direkte kalvingsvansker varierer korrelasjonen mellom 0,39 og 0,9 (Tabell 3). Korrelasjonene mellom direkte drektighetslengde og direkte kalvestørrelse varierte fra -0,44 til 0,41. Det ble undersøkt korrelasjoner mellom direkte drektighetslengde og maternale kalvingsvansker i to studier, her ble korrelasjonene funnet til å være -0,01 og 0,06 (Tabell 3). Noen studier fant genetiske korrelasjoner fra 0,4 til 0,5 mellom direkte drektighetslengde og direkte dødfødsler, direkte kalvingsvansker og direkte kalvestørrelse. Det er funnet i noen studier at maternal drektighetslengde er genetisk korrelert til maternal kalvestørrelse (0,53) og maternal kalvingsvansker (0,18) (Tabell 3).

De fleste genetiske korrelasjoner mellom direkte og maternale effekter var nær null både innen og mellom egenskaper. De høyeste genetiske korrelasjonene er funnet mellom direkte dødfødsler og direkte kalvingsvansker (0,9) og mellom direkte kalvingsvansker og direkte kalvestørrelse (0,94) (Hansen et al. 2004; Svendsen et al. 2005).

¹ PTA (Parent Transmitting Ability) brukes i USA istedenfor avlsverdi, avlsverdi = 2xPTA

Tabell 3. Genetiske korrelasjoner mellom direkte (D) og maternal (M) drektighetslengde (DL), dødfødsel (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS) i de ulike studiene hvor 1 = Eaglen et al. (2011), 2= Heringstad et al. (2007) 3= Jamrozik et al. (2005) 4= Svendsen et al. (2005), 5= Hansen et al. (2004), 6= McGuirk et al. (1999), 7= Hagger & Hofer (1990).

| | | | DL | | DF | | KV | | KS | |
|-----------|---|------|-------------|---------|-------------|-----------|-----------|---------|-------|---|
| | | | D | M | D | M | D | M | D | M |
| DL | D | Min | -0,30 | | | | | | | |
| | | Max | -0,13 | | | | | | | |
| | | Ref. | (1,5) | | | | | | | |
| DF | D | Min | -0,11 | -0,06 | | | | | | |
| | | Max | 0,469 | | | | | | | |
| | | Ref. | (3,5,7) | (5) | | | | | | |
| | M | Min | 0,14 | -0,04 | -0,112 | | | | | |
| | | Max | | -0,02 | -0,04 | | | | | |
| | | Ref. | (5) | (3,5) | (4,5) | | | | | |
| KV | D | Min | -0,17 | -0,23 | 0,39 | -0,18 | | | | |
| | | Max | 0,517 | 0,04 | 0,90 | 0,11 | | | | |
| | | Ref. | (1,3,5,6,7) | (1,5) | (2,3,4,5,7) | (2,4,5) | | | | |
| | M | Min | -0,01 | -0,19 | -0,15 | 0,52 | -0,235 | | | |
| | | Max | 0,06 | 0,18 | 0,07 | 0,75 | 0,20 | | | |
| | | Ref. | (1,5) | (1,3,5) | (2,4,5) | (2,3,4,5) | (1,4,5) | | | |
| KS | D | Min | -0,44 | 0,01 | -0,40 | -0,148 | -0,81 | -0,242 | | |
| | | Max | 0,41 | | 0,79 | 0,03 | 0,94 | 0,01 | | |
| | | Ref. | (3,5,6) | (5) | (3,4,5) | (4,5) | (3,4,5,6) | (4,5) | | |
| | M | Min | -0,01 | 0,53 | -0,07 | -0,24 | -0,049 | 0,45 | -0,09 | |
| | | Max | | | 0,194 | 0,128 | 0,00 | 0,599 | 0,074 | |
| | | Ref. | (5) | (5) | (4,5) | (3,4,5) | (4,5) | (3,4,5) | (4,5) | |

3.0 Materiale og metode

3.1 Beskrivelse av datasettet

Data ble hentet fra Kukontrollen i september 2011. Datasettet inneholder opplysninger om kalvingsegenskaper for førstekalvs NRF-kyr.

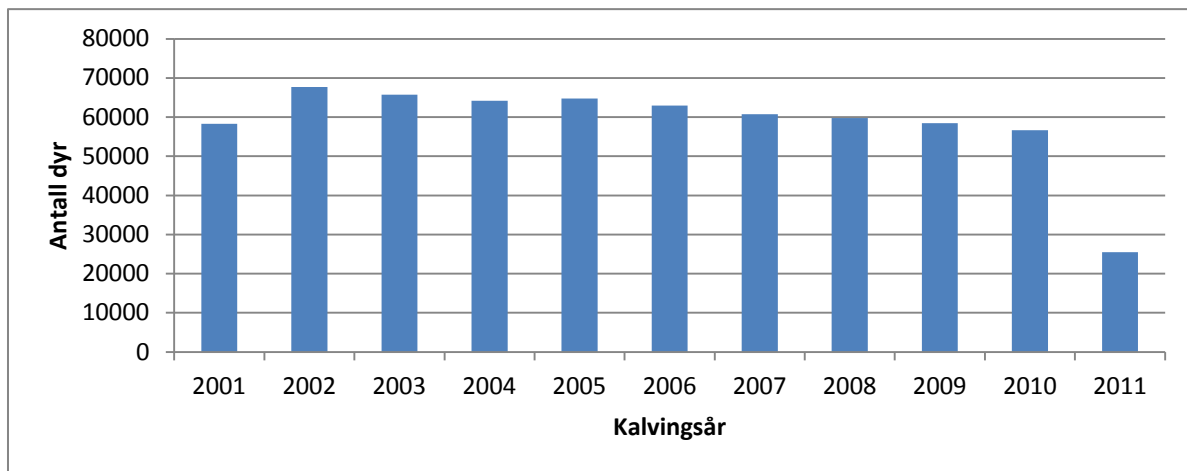
Ved utplukk av data ble følgende kriterier brukt:

- Kun 1.kalvskyr.
- Alder ved første kalving mellom 20-36 måneder.
- Kalvingsår etter 2000.
- Far til ku og far til kalv var en NRF seminokse.
- Kalven hadde en sikker seminfar.
- Normal kalving og kun de som fikk en kalv. Tvilling, trilling, kasta eller kalving i tidligere besetninger var ikke med i datasettet.
- Inseminering/paring har funnet sted i intervallet 256-305 dager før kalving, ved dobbeltinseminering ble insemineringen som var nærmest 280 dager før kalving brukt.
- Fedrene til kyrne har minst 50 døtre i datasettet.
- Far til kalv må ha minst 50 observasjoner i datasettet.

Det var totalt 644 736 observasjoner i det ferdige datasettet. Datasettet inkluderte forklaringsvariablene:

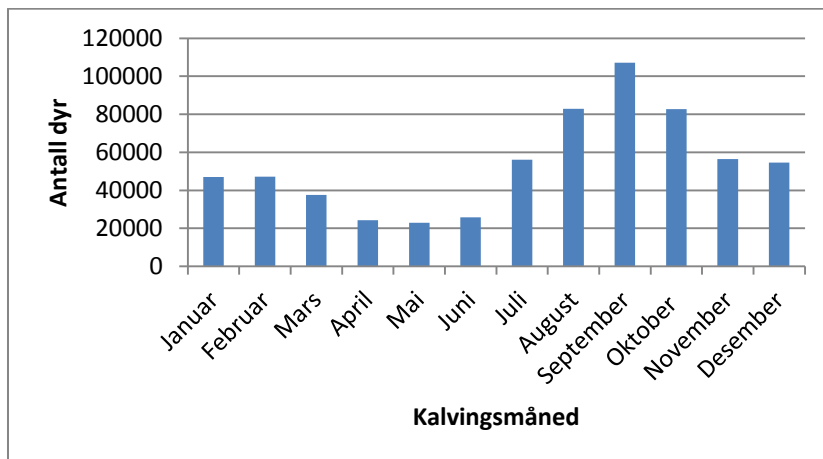
- Alder ved første kalving (i måneder).
- Hvilket år og hvilken måned kviga kalvet.
- Kalvens kjønn (kvige, okse, ukjent).
- Besetning-5år (datasettet er delt inn i to 5års perioder, hvor første periode er fra 2001 til 2005 og andre periode er fra 2006-2011).
- Far til ku.
- Far til kalv.
- Drektighetslengde (dager fra inseminering til kalving).
- Dødfødsler (0=levende, 1=død).
- Kalvingsvansker (1=ingen, 2=noe, 3=store, 4=vet ikke).
- Kalvestørrelse (1=liten, 2=middels, 3=stor, 4=vet ikke)

For å ta ut beskrivende statistikk ble programvaren SAS (SAS 2008-2009) benyttet.



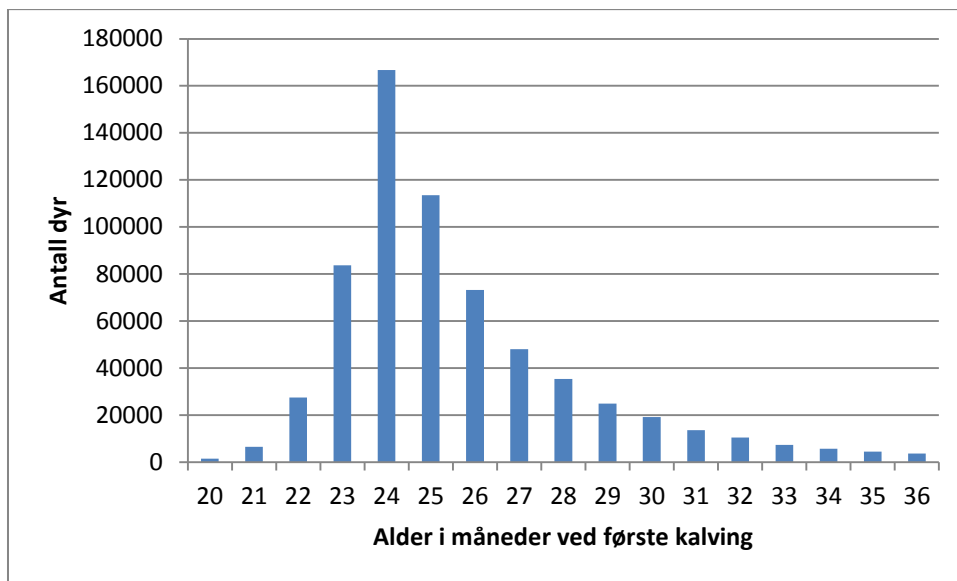
Figur 1. Fordeling av kalvingsår for kyr i datasettet.

Figur 1 viser at antall kalvinger for førstegangskalvere per år gikk opp fra 2001 til 2002 med rundt 10 000 kalvinger. Etter 2002 har det vært en svak reduksjon i antall førstegangskalvere fram til 2010. I 2011 er det færre observasjoner fordi datasettet ble hentet ut i september og dermed er ikke data fra hele året med.



Figur 2. Fordeling av kalvingsmåned for alle kyr i datasettet.

Figur 2 viser at det var på høsten de fleste kalvingene skjer. Det var totalt over 100 000 kalvinger i september mot bare ca 20 000 kalvinger i mai.



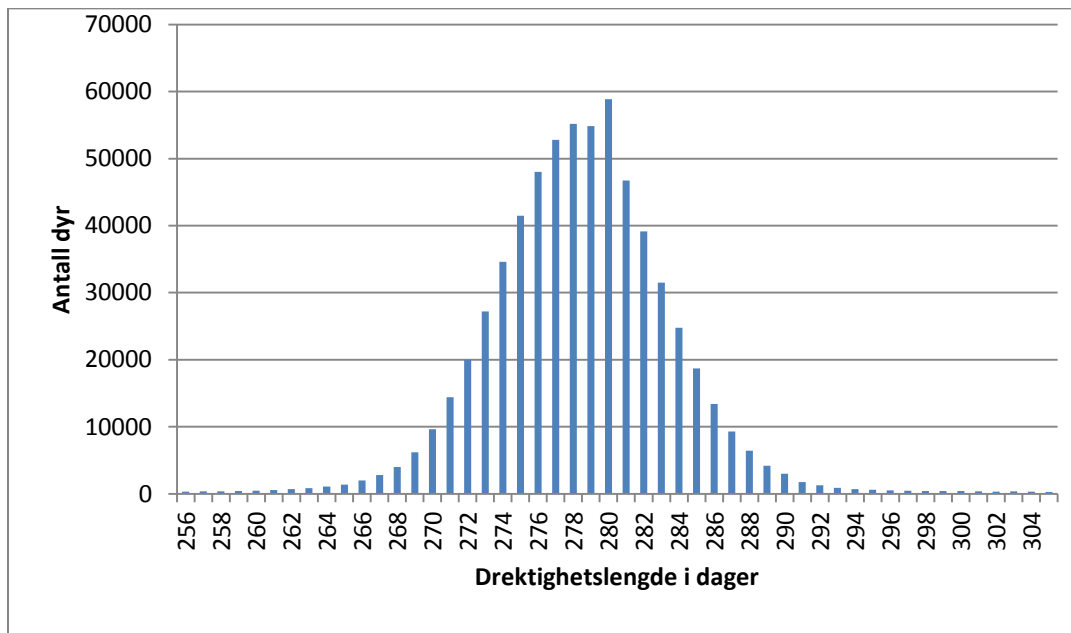
Figur 3. Fordeling av alder på kvigene (i måneder) ved første kalving.

De fleste kvigene i datasettet fikk kalv når de var fra 23 til 26 måneder gamle (Figur 3). Flest kalvet ved 24 måneders alder (26 %).

I datasettet var kjønnsfordelingen 51,09 % oksekalver, 48,77 % kvigekalver og 0,15 % var ukjent.

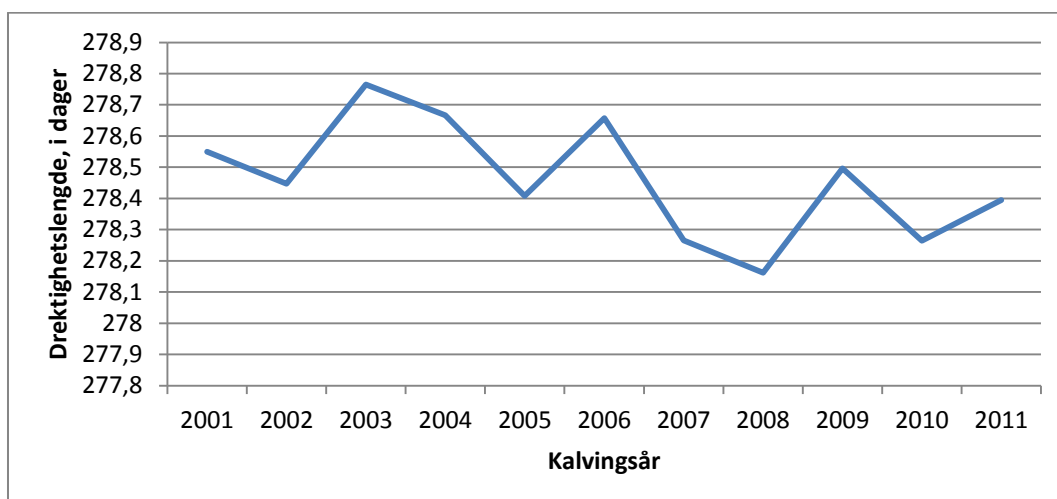
3.1.1 Drektighetslengde

Figur 4 viser fordelingen av drektighetslengden for alle kviger i datasettet.



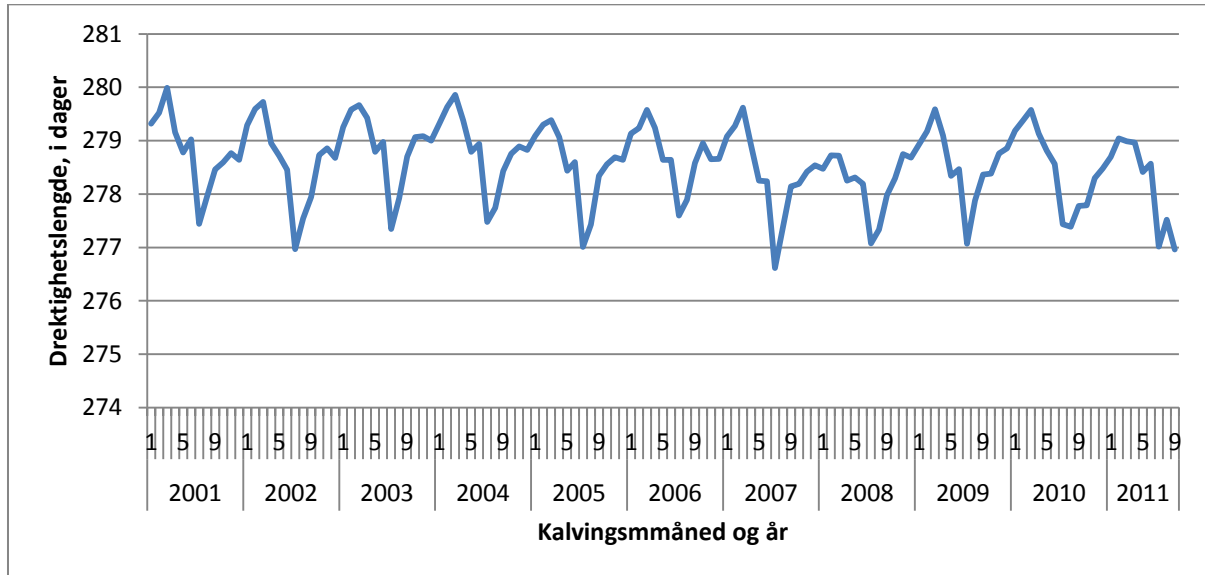
Figur 4. Fordeling av drektighetslengde for alle kviger i datasettet.

Fordelingen ser tilnærmet normalfordelt ut og gjennomsnittlig drektighetslengde i dette datasettet var 278,5 dager. Det var ingen stor forskjell i gjennomsnittlig drektighetslengde per kalvingsår (Figur 5).



Figur 5. Gjennomsnittlig drektighetslengde, i dager, per kalvingsår fra 2001 til 2011.

Det er størst forskjell mellom 2003 og 2008, hvor drektighetslengden i 2003 er 0,6 dager lengre enn i 2008. Fra Figur 5 ser det ut som drektighetslengden har blitt litt kortere, men den gjennomsnittlige drektighetslengden avviker ikke fra 278 dager så det er ingen stor forskjell.

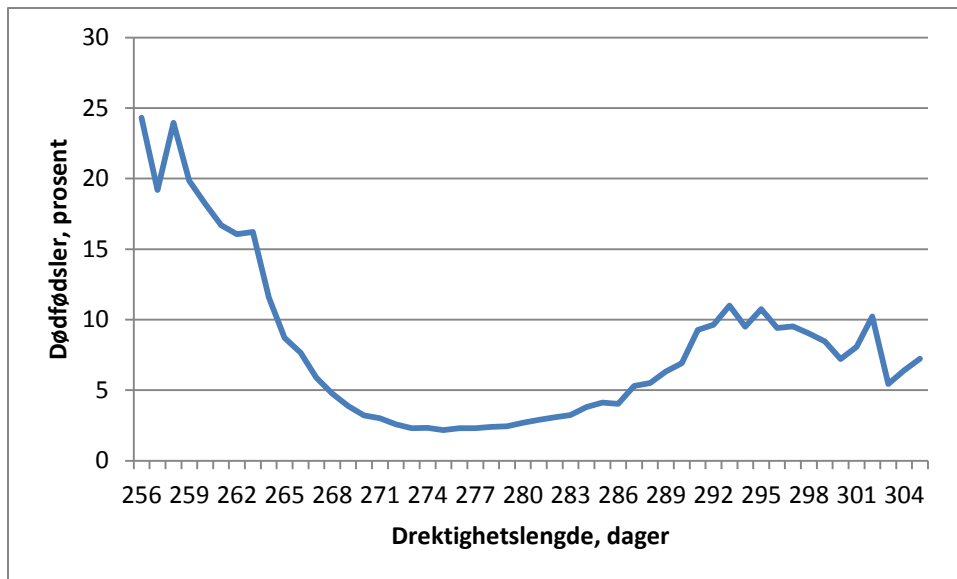


Figur 6. Gjennomsnittlig drektighetslengde per kalvingsmåned og år fra januar 2001 til september 2011.

Figur 6 viser at drektighetslengden varierer med hvilken måned kviga kalver i og/eller når hun ble inseminert. Drektighetslengden var omtrent 2 dager kortere for kvigene som kalvet i juli sammenlignet med de som kalvet i mars. Man ser fra Figur 6 de samme årstidsvariasjonene i drektighetslengden fra år til år, men det ser ut til at drektighetslengden er kortere i 2011 sammenlignet med 2001.

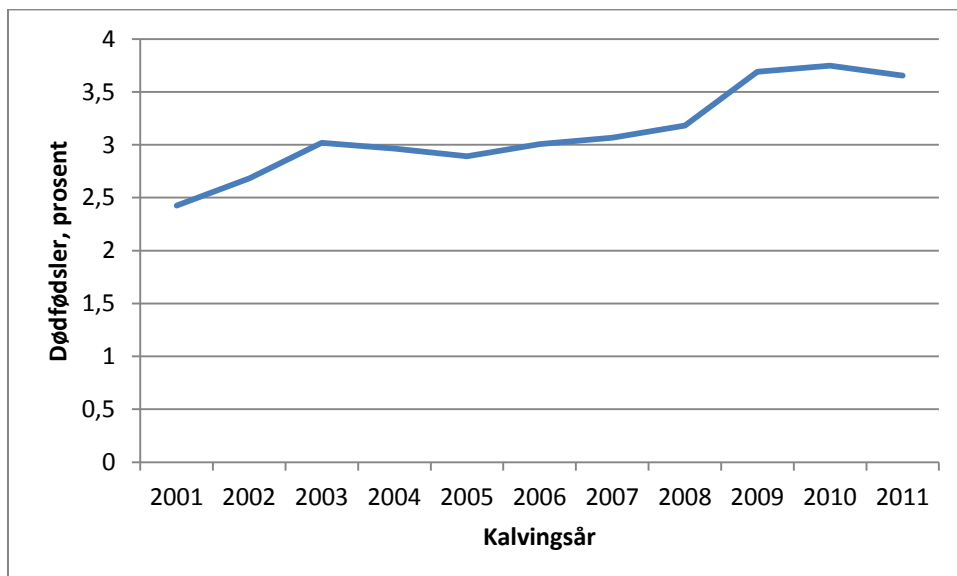
3.1.2 Dødfødsler

Hvis kalven er død ved fødselen eller dør i løpet av de første 24 timene blir det definert som dødfødsel (Geno 2009). Det var omtrent 3,2 % dødfødsler i datasettet og den gjennomsnittlige drektighetslengden for levende fødte kalver var 278,5 dager, mens gjennomsnittlig drektighetslengde for dødfødte kalver var 278,8 dager.



Figur 7. Gjennomsnittlig frekvens av dødfødte ved ulik drektighetslengde.

Det var en høyere frekvens av dødfødsler når drektighetslengden var kort (Figur 7). Fra 270 dager til 285 dager er dødfødsel-frekvensen lav, men den stiger igjen ved en lengre drektighetslengde.

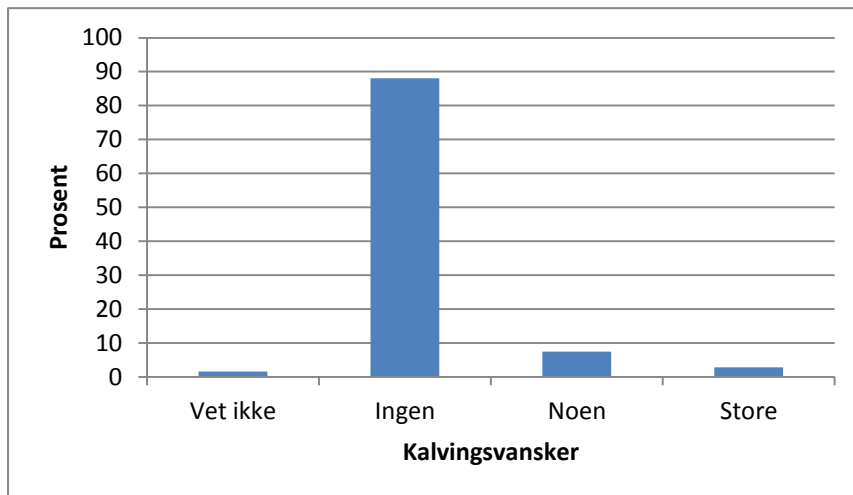


Figur 8. Gjennomsnittlig utvikling av dødfødsler fra januar 2001 til september 2011.

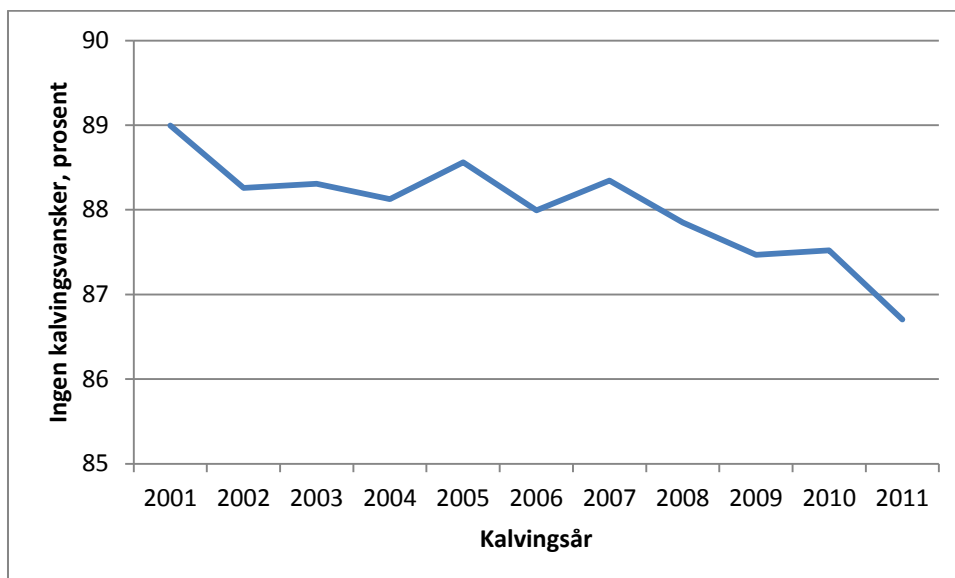
Figur 8 viser at andel dødfødsler for førstekalvskyr har økt med nesten en prosent fra 2001 til 2011.

3.1.3 Kalvingsvansker

Figur 9 viser at 88 % av alle kalvingene var uproblematiske, det var en liten andel som hadde litt vansker (7,5 %) og 2,8 % hadde store kalvingsvansker.



Figur 9. Prosentvis fordeling av kalvingsvanskene for alle kvigene i datasettet.

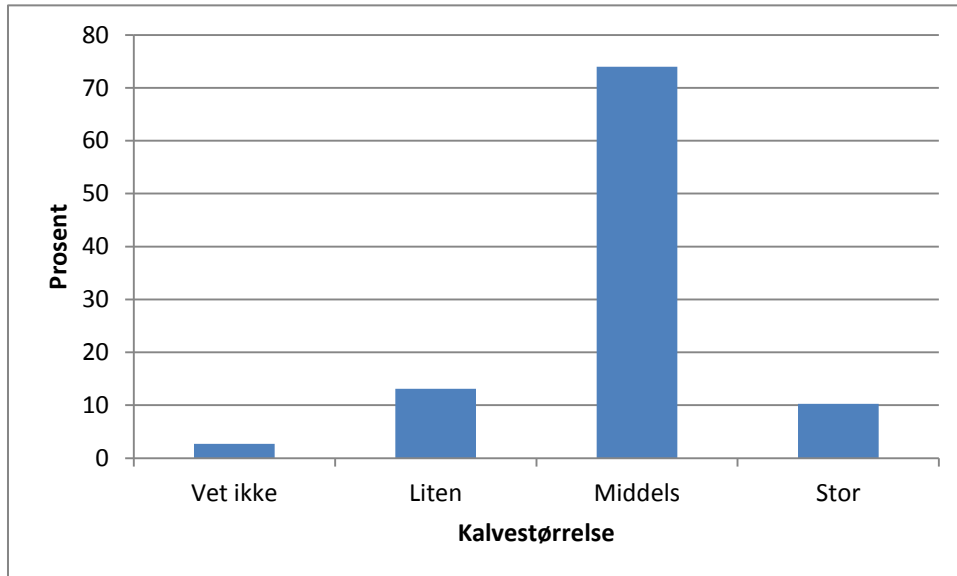


Figur 10. Prosentvis utvikling av ingen kalvingsvansker fra januar 2001 til september 2011.

Fra 2001 til 2011 har andelen kalvinger med ingen kalvingsvansker gått ned (Figur 10).

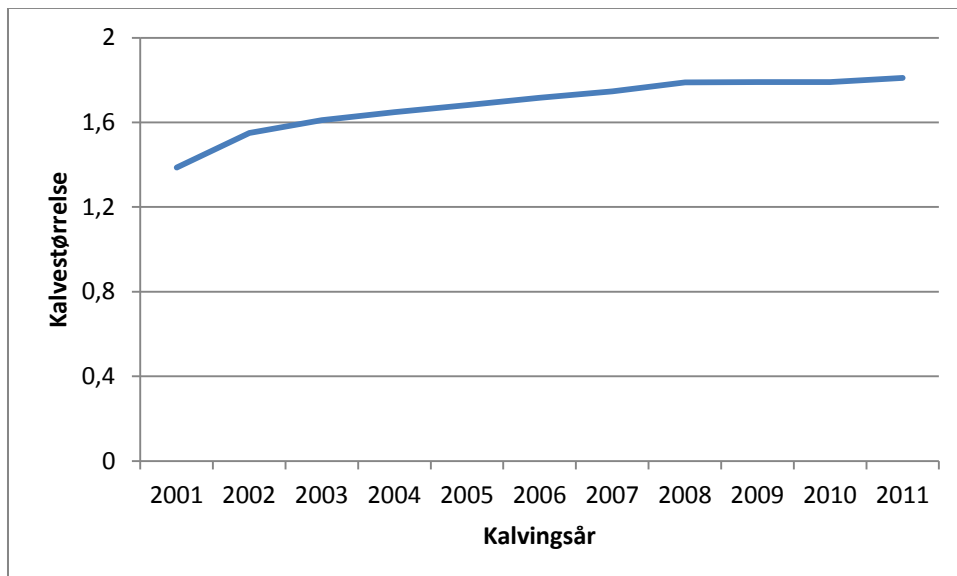
Gjennomsnittlig drektighetslengde for vet ikke- og ingen kalvingsvansker var henholdsvis 278,2 og 278,3 mot 279,7 og 279,8 for noen og store kalvingsvansker. Det var 10,6 % dødfødte i kategorien vet ikke, 34,8 % dødfødte i kategorien ingen kalvingsvansker, 20,1 % dødfødte i noen kalvingsvansker og 34,5 % dødfødte i kategorien store kalvingsvansker.

3.1.4 Kalvestørrelse



Figur 11. Prosentvis fordeling av kalvestørrelse for alle kalvene i datasettet

Over 70 % av alle kalvene var registrert som middels store. Det var litt flere kalver som var små enn store (Figur 11). Gjennomsnittlig drektighetslengde var 276,5 dager for små kalver, 278,5 dager for middels, 280,5 dager for store og de med usikker størrelse hadde en drektighetslengde på 278,6 dager.



Figur 12. Utvikling av gjennomsnittlig kalvestørrelse (der 1=liten, 2=middels og 3= stor) fra januar 2001 til september 2011.

Figur 12 viser at gjennomsnittlig kalvestørrelse har økt fra 2001 til 2011.

3.2 Slektskapsfil

Det ble laget en slektskapsfil for oksene med observasjoner i datasettet, hvor det var 1338 som var far til kalv og 1387 som var far til ku i datasettet. Slektskapet ble ”nøstet opp”, via oksens far og morfar, så langt bak som mulig. Det er 2601 observasjoner i slektskapsfila og de 4 variablene okse, far, morfar og oksens fødselsår. Den yngste oxen er født i 2009, mens den eldste oxen er født i 1900.

3.3 Modell

General Linear Model (GLM) i SAS (SAS 2008-2009) ble brukt for å teste om de faste effektene hadde signifikant effekt på egenskapene. De tre faste effektene, alder ved første kalving, kalvingsår og måned og kalvens kjønn, ble testet for alle fire egenskapene. GLM-analysen viste at alle de faste effektene var signifikant ($p\text{-verdi} < 0,01$) for å forklare egenskapene. Med en signifikans på 99 % ble derfor alle de tre faste effektene inkludert i modellen. Følgende lineære modell ble brukt for analyse av alle 4 egenskaper:

$$Y_{ijklmno} = k_{\text{alder}_i} + k_{\text{årmd}_j} + k_{\text{kjønn}_k} + B5\text{Å}_l + ku_{\text{far}_m} + kalv_{\text{far}_n} + e_{ijklmno}$$

Der:

$Y_{ijklmno}$ er observasjoner av drektighetslengden, dødfødsler, kalvingsvansker eller kalvestørrelse for ku o som kalvet ved alder i , i år og måned j , kalvens kjønn k , besetning-5år l med kuas far m , kalvens far n ,

k_{alder_i} er fast effekt av alder i ved første kalving oppgitt i måneder, $i = 20, 21, 22, \dots, 36$,

$k_{\text{årmd}_j}$ er fast effekt av kalvingsmåned og år j , $j = 200101, \dots, 201109$, med 129 klasser.

$k_{\text{kjønn}_k}$ er fast effekt av kalvens kjønn k , $k =$ kvige, okse, ukjent.

$B5\text{Å}_l$ er tilfeldig effekt av besetning-5år, hvor første periode er fra 2001-2005 og andre periode er fra 2006-2011, med 30 034 klasser,

ku_{far_m} er tilfeldig effekt av kuas far m ,

$kalv_{\text{far}_n}$ er tilfeldig effekt av kalvens far n ,

$e_{ijklmno}$ er tilfeldig feil o .

I matriseform kan den multivariate modellen med direkte (far til kalv) og maternal (far til ku) genetisk effekt, som ble brukt for å estimere (ko)variaskomponenter for de fire egenskapene, presenteres som:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{W}\mathbf{h} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}$$

Hvor:

\mathbf{y} er en vektor med observasjoner av drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse.

$\boldsymbol{\beta}$ er en vektor med de faste effektene, som inkluderer kvigas alder ved første kalving, kalvens kjønn og år-måned ved første kalving.

\mathbf{h} er en vektor med tilfeldig effekt av besetning-5år.

\mathbf{u} er en vektor med tilfeldige effekt av far til kalv og av far til ku, $\mathbf{u}' = [\mathbf{u}'_{kalv} \mathbf{u}'_{ku}]$.

\mathbf{X} , \mathbf{W} og \mathbf{Z} er designmatriser som knytter effektene til observasjonene.

\mathbf{e} er en vektor med residualer.

Far til kalv og far til ku var antatt å være korrelerte og følge normalfordelingen,

$\mathbf{u} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{G}_0 \otimes \mathbf{A})$, hvor

$$\mathbf{G}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{k_{DL}}^2 & \sigma_{k_{DL}q_{DL}} & \sigma_{k_{DL}k_{DF}} & \sigma_{k_{DL}q_{DF}} & \sigma_{k_{DL}k_{KV}} & \sigma_{k_{DL}q_{KV}} & \sigma_{k_{DL}k_{KS}} & \sigma_{k_{DL}q_{KS}} \\ & \sigma_{q_{DL}}^2 & \sigma_{q_{DL}k_{DF}} & \sigma_{q_{DL}q_{DF}} & \sigma_{q_{DL}k_{KV}} & \sigma_{q_{DL}q_{KV}} & \sigma_{q_{DL}k_{KS}} & \sigma_{q_{DL}q_{KS}} \\ & & \sigma_{k_{DF}}^2 & \sigma_{k_{DF}q_{DF}} & \sigma_{k_{DF}k_{KV}} & \sigma_{k_{DF}q_{KV}} & \sigma_{k_{DF}k_{KS}} & \sigma_{k_{DF}q_{KS}} \\ & & & \sigma_{q_{DF}}^2 & \sigma_{q_{DF}k_{KV}} & \sigma_{q_{DF}q_{KV}} & \sigma_{q_{DF}k_{KS}} & \sigma_{q_{DF}q_{KS}} \\ & & & & \sigma_{k_{KV}}^2 & \sigma_{k_{KV}q_{KV}} & \sigma_{k_{KV}k_{KS}} & \sigma_{k_{KV}q_{KS}} \\ & & & & & \sigma_{q_{KV}}^2 & \sigma_{q_{KV}k_{KS}} & \sigma_{q_{KV}q_{KS}} \\ & & & & & & \sigma_{k_{KS}}^2 & \sigma_{k_{KS}q_{KS}} \\ & & & & & & & \sigma_{q_{KS}}^2 \end{bmatrix}$$

er far-morfar kovariansmatrisen for de fire egenskapene, \otimes er Kroencker-produktet og \mathbf{A} er slektskapsmatrisa.

$\sigma_{k_i}^2$ er far til kalv varians til egenskap i , $i =$ drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS).

$\sigma_{q_i}^2$ er far til ku varians til egenskap i .

$\sigma_{k_i k_j}$ er kovarians for tilfeldig effekt av k (far til kalv) mellom egenskapene i og j , der i og $j =$ DL, DF, KV og KS.

$\sigma_{q_i q_j}$ er kovarians for tilfeldig effekt av q (far til ku) mellom egenskapene i og j .

$\sigma_{k_i q_j}$ og $\sigma_{q_i k_j}$ er kovarians for tilfeldig effekt av k (far til kalv) og q (far til ku) mellom egenskapene i og j .

Det ble antatt at effektene av besetning-5år var uavhengige og normalfordelt:

$$\mathbf{h} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{H}_0 \otimes \mathbf{I}), \text{ hvor } \mathbf{H}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{h_{DL}}^2 & \sigma_{h_{DL}h_{DF}} & \sigma_{h_{DL}h_{KV}} & \sigma_{h_{DL}h_{KS}} \\ & \sigma_{h_{DF}}^2 & \sigma_{h_{DF}h_{KV}} & \sigma_{h_{DF}h_{KS}} \\ & & \sigma_{h_{KV}}^2 & \sigma_{h_{KV}h_{KS}} \\ & & & \sigma_{h_{KS}}^2 \end{bmatrix} \text{ er (ko)varians matrisen for}$$

besetning-5år og \mathbf{I} er en identitetsmatrisen.

$\sigma_{h_i}^2$ er besetning-5år varians for egenskap i , $i =$ drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS).

$\sigma_{h_i h_j}$ er kovarians for tilfeldig effekt av besetning-5år mellom egenskapene i og j , der i og $j =$ DL, DF, KV og KS.

Residualene var antatt å være uavhengige og normalfordelte:

$$\mathbf{e} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{R}_0 \otimes \mathbf{I}), \text{ hvor } \mathbf{R}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{e_{DL}}^2 & \sigma_{e_{DL}e_{DF}} & \sigma_{e_{DL}e_{KV}} & \sigma_{e_{DL}e_{KS}} \\ & \sigma_{e_{DF}}^2 & \sigma_{e_{DF}e_{KV}} & \sigma_{e_{DF}e_{KS}} \\ & & \sigma_{e_{KV}}^2 & \sigma_{e_{KV}e_{KS}} \\ & & & \sigma_{e_{KS}}^2 \end{bmatrix} \text{ er residual}$$

(ko)variansmatrise.

$\sigma_{e_i}^2$ er residual varians for egenskap i , $i =$ drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS).

$\sigma_{e_i e_j}$ er kovarians for residualene mellom egenskapene i og j , der i og $j =$ DL, DF, KV og KS.

3.4 Arvegrader og korrelasjoner

Far til kalv variansen (σ_k^2), far til ku variansen (σ_q^2) og ko-variansen mellom far til kalv og far til ku ($\sigma_{k,q}$) ble omregnet til direkte (D) og maternale (M) genetiske effekter (Wiggans et al. 2003):

$$\begin{bmatrix} \sigma_D^2 \\ \sigma_{DM} \\ \sigma_M^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ -2 & 4 & 0 \\ 1 & -4 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_k^2 \\ \sigma_{k,q} \\ \sigma_q^2 \end{bmatrix}$$

Fenotypisk varians ble beregnet etter følgende formel (Luo et al. 1999):

$$\sigma_P^2 = \sigma_k^2 + 2\sigma_{k,q} + \sigma_q^2 + \sigma_e^2$$

For å regne ut direkte og maternale arvegrader og genetiske korrelasjonen mellom direkte og maternale effekter ble følgende formler brukt:

$$h_D^2 = \frac{\sigma_D^2}{\sigma_P^2}$$

$$h_M^2 = \frac{\sigma_M^2}{\sigma_P^2}$$

$$r_{DM} = \frac{\sigma_{DM}}{\sqrt{\sigma_D^2} \sqrt{\sigma_M^2}}$$

Genetiske kovarianser mellom direkte og maternale effekter mellom to egenskaper ble beregnet ved å bruke (Luo et al. 1999):

$$\begin{bmatrix} \sigma_{D_1} & \sigma_{D_2} \\ \sigma_{D_1} & \sigma_{M_2} \\ \sigma_{M_1} & \sigma_{D_2} \\ \sigma_{M_1} & \sigma_{M_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 4 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 4 & 0 \\ 1 & -2 & -2 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{k_1 k_2} \\ \sigma_{k_1 q_2} \\ \sigma_{q_1 k_2} \\ \sigma_{q_1 q_2} \end{bmatrix}$$

Genetiske korrelasjoner mellom direkte og maternale effekter mellom to egenskaper ble regnet ut etter følgende formel:

$$\text{corr}D_1 D_2 = \frac{\sigma_{D_1 D_2}}{\sqrt{\sigma^2_{D_1}} \cdot \sqrt{\sigma^2_{D_2}}} \quad \text{corr}M_1 M_2 = \frac{\sigma_{M_1 M_2}}{\sqrt{\sigma^2_{M_1}} \cdot \sqrt{\sigma^2_{M_2}}}$$

$$\text{corr}D_1 M_2 = \frac{\sigma_{D_1 M_2}}{\sqrt{\sigma^2_{D_1}} \cdot \sqrt{\sigma^2_{M_2}}} \quad \text{corr}M_1 D_2 = \frac{\sigma_{M_1 D_2}}{\sqrt{\sigma^2_{M_1}} \cdot \sqrt{\sigma^2_{D_2}}}$$

Genetiske parametere og avlsverdier ble beregnet med DMU (Madsen & Jensen 2007).

Modulen DMUAI ble brukt, for å estimere (ko)varienskomponenter mellom egenskapene.

DMUAI bruker Average Information REstricted Maximum Likelihood(AI-REML)(Madsen & Jensen 2007). Basert på informasjon om egenskapene og en slektskapsfil beregner DMU

(ko)varienskomponenter med REML (Lynch & Walsh 1998).

3.5 Avlsverdier for direkte- og maternal effekt

For å finne oksens avlsverdier for direkte (far til kalv) og maternal (far til ku) effekt ble følgende formeler brukt:

Oksens avlsverdi direkte effekt (far til kalv) = $k * 2$

Oksens avlsverdi maternal effekt (far til ku) = $(q - (0,5*k))*2$

hvor:

q = BLUP løsning for far til ku fra DMU k = BLUP løsning for far til kalv fra DMU

3.6 Avlsverdier for andre egenskaper

Oksenes avlsverdier for andre egenskaper ble hentet fra Genos avkomsgransking nr. 1, 2012.

4.0 Resultater

4.1 Faste effekter

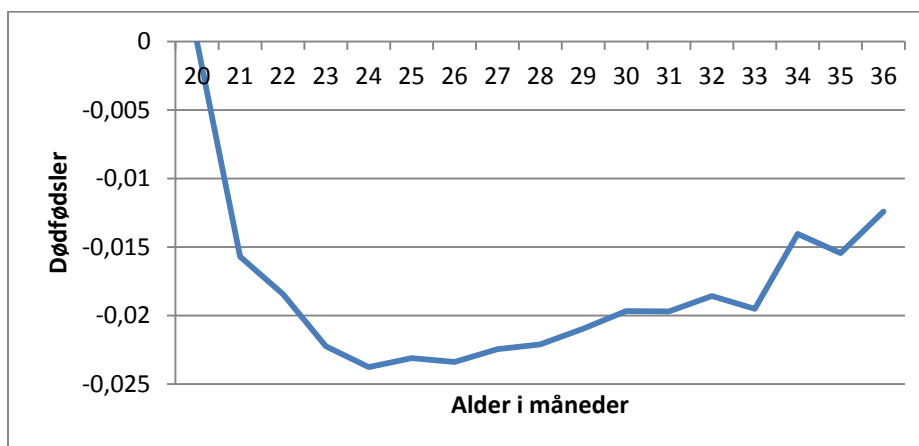
4.1.1 Effekt av alder ved første kalving

Alder ved kalving påvirket alle de 4 kalvingsegenskapene. Løsninger for fast effekt av alder, når alle andre effekter tas bort, er vist i figur 13-16.



Figur 13. Effekt av alder ved første kalving på drektighetslengde. Avvik i drektighetslengde, oppgitt i antall dager, når drektighetslengden ved 20 måneder er satt til nullpunkt.

Figur 13 viser at drektighetslengden øker jo eldre kviga er ved første kalving. Det er en økning på omtrent 2,5 dager fra 20 måneder til 25 måneder. Men det er særlig fra 23 - 25 måneder økningen er stor, på omtrent 1,5 dag. Etter 25 måneder øker ikke drektighetslengden mye, kun med omtrent 1 dag fra 25 måneders alder til 36 måneders alder.



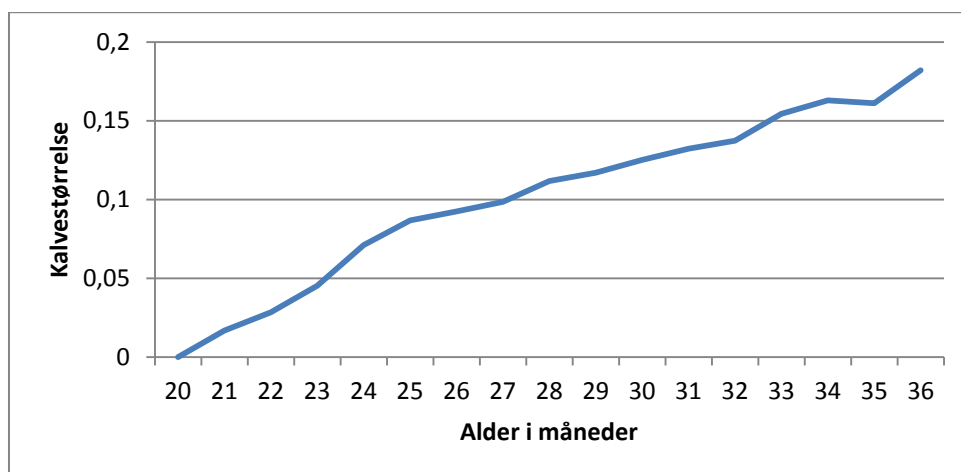
Figur 14. Effekt av alder ved kalving på dødfødsler. Avvik i dødfødsler, når dødfødsler ved 20 måneders alder er satt til nullpunkt. I Kukontrollen blir dødfødsler registrert som 0=levende og 1=dødfødt.

For kvigene som kalvet ved 24 måneders alder var det omtrent 2,4 % færre dødfødsler enn for kviger som kalvet ved 20 måneders alder. Det var størst andel dødfødsler for kviger som kalvet når de var unge, ved 20 og 21 måneders alder, mens den økte litt for kviger som var gamle, 33 måneder og mer (Figur 14).



Figur 15. Effekt av alder ved første kalving på kalvingsvansker. Avvik i kalvingsvansker når kalvingsvansker ved 20 måneders alder er satt til nullpunkt. I Kukontrollen blir kalvingsvansker registrert som 1=ingen 2= noe 3=store 4=vet ikke.

Det var mest kalvingsvansker hos kviger som kalvet ved 20 måneders alder. Figur 15 viser at det var færre kalvingsvansker desto eldre kviga var når hun kalvet.

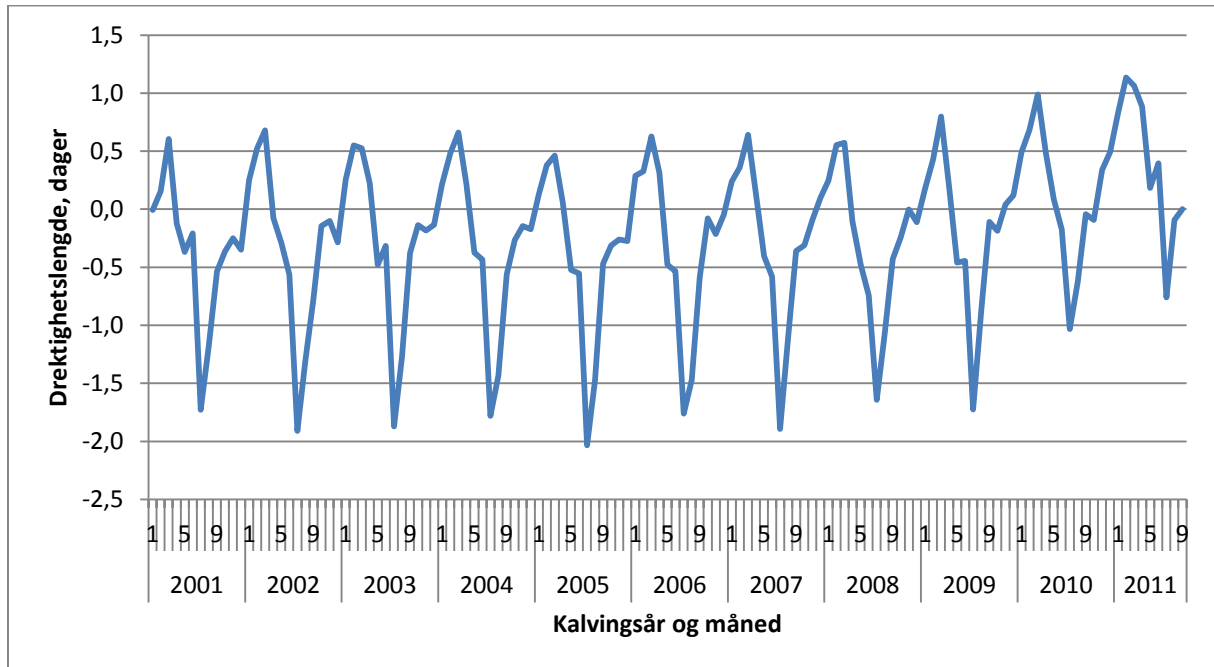


Figur 16. Effekt av alder ved første kalving på kalvestørrelse. Avvik i kalvestørrelse, når kalvestørrelse ved 20 måneders alder er satt til nullpunkt. I Kukontrollen blir kalvestørrelsen registrert som 1= liten 2=middels 3=stor 4=vet ikke.

Figur 16 viser at kalvestørrelsen økte desto eldre kviga ble før hun kalvet. Fram mot 25 måneders alder var det en større økning i kalvestørrelsen i forhold til perioden fra 26 til 36 måneders alder.

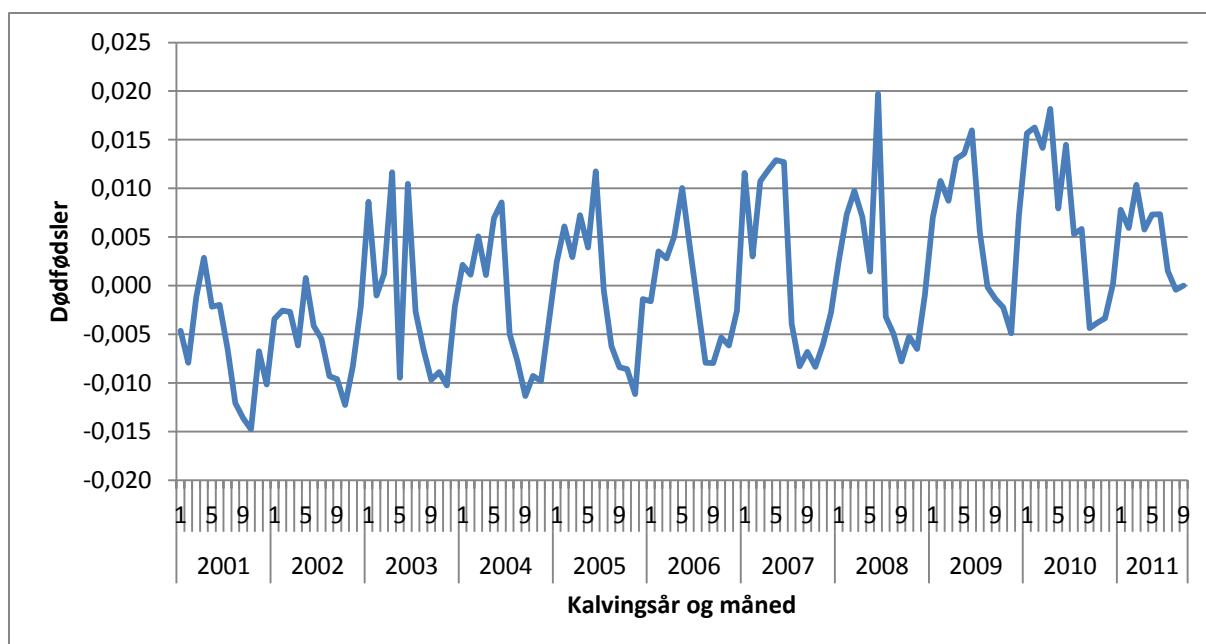
4.1.2 Effekt av kalvingsår og måned

Alle fire kalvingsegenskapene viste årstidsvariasjoner. Løsninger for fast effekt av kalvingsår og måned er vist i figur 17-20.



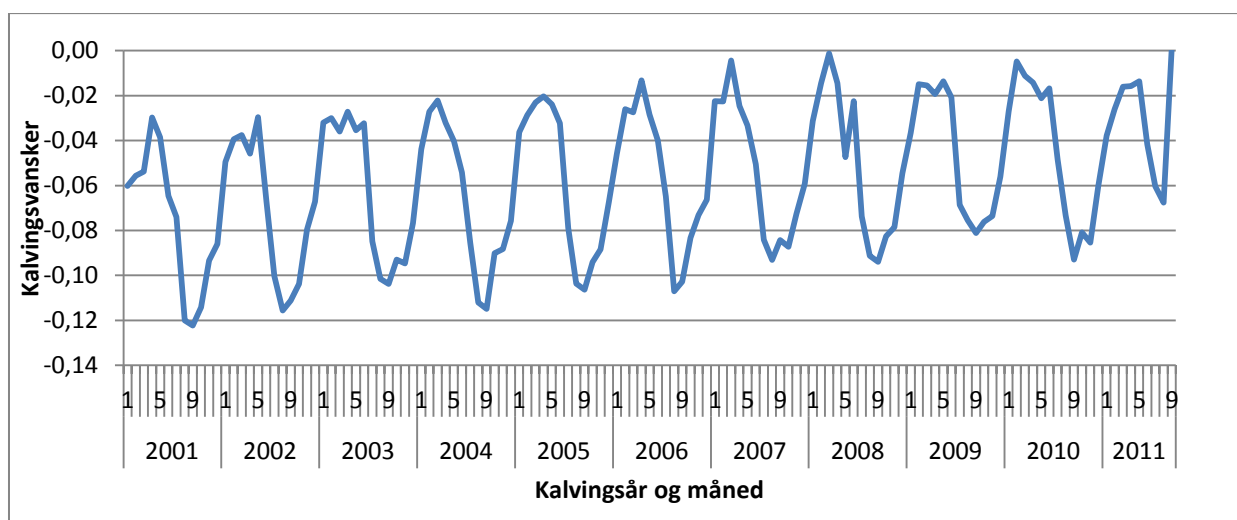
Figur 17. Effekt av år og måned ved første kalving på drektighetslengde. Avvik i drektighetslengde for år og måned i perioden januar 2001 til september 2011, hvor september 2011 er satt som nullpunkt.

Figur 17 viser at det er stor variasjon mellom månedene, men at formen på kurven er omtrent lik for hvert år. Drektighetslengden er kortest på sommerne, hvor juli er den måneden hvor drektighetslengden er kortest hvert år. Toppunktene er i mars eller februar for hvert år og drektighetslengden varierer med omtrent 2,5 dager fra juli til februar/mars. Fra juni 2009 til juni 2011 øker drektighetslengden med over 1 dag.



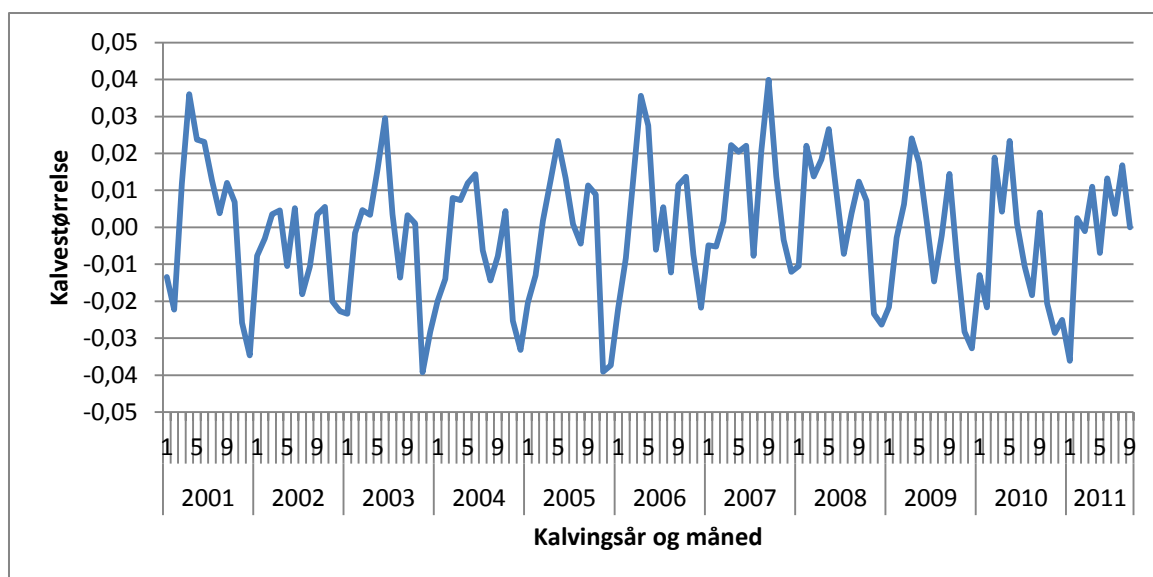
Figur 18. Effekt av kalvingsår og måned ved første kalving på dødfødsler. Avvik i dødfødsler fra 2001 til 2011, hvor september 2011 er satt som nullpunkt.

Alle år har færre dødfødsler på høsten (Figur 18), disse droppene er i september, oktober eller november. I mai 2003 var det færre dødfødsler, men det er ikke store dropp i mai de andre årene. Det var høyest frekvens av dødfødsler på våren, april, mai eller juni. I januar 2003 og januar 2007 var det en høyere frekvens av dødfødsler (Figur 18).



Figur 19. Effekt av kalvingsår og måned ved første kalving for kalvingsvansker. Avvik i kalvingsvansker i år og måneder fra 2001 til 2011, hvor september 2011 er satt som nullpunkt.

Figur 19 viser at det var minst kalvingsvansker på høsten, i august/september. Det var mest kalvingsvansker i mars/april/mai, men i 2009 og 2010 var det mer kalvingsvansker i februar. Mønstrer er omtrent det samme over årene.



Figur 20. Effekt av kalvingsår og måned ved første kalving for kalvestørrelse. Avvik i kalvestørrelse fra januar 2001 til september 2011 hvor september 2011 er satt som nullpunkt.

Kalvestørrelsen varierer mellom måned og år (Figur 20), men det er ikke så regelmessig mønster som for de andre kalvingsegenskaper. Kalvene var minst i november/desember de fleste årene. I 2001 var det flere små kalver i februar og desember, i 2002 var kalvestørrelsen mindre for de som er født i juli og i 2003 var kalvestørrelsen mindre for de som er født i januar og november. Det var størst kalvestørrelse på kalvene som ble født i april, mai og juni. I 2007 var det høyere kalvestørrelse i september og i 2009 var det høyere kalvestørrelse i april og september (Figur 20).

4.1.3 Effekt av kjønn

Kalvens kjønn påvirket alle de 4 egenskapene (Tabell 4). Tabell 4 viser at drektighetslengden var ca. 1,2 dager lengre for oksekalver sammenlignet med kvigekalver. Det var mindre kalvingsvansker for kvigekalver i forhold til oksekalver. Kvigekalvene var mindre enn oksekalvene (Tabell 4).

Det var omtrent 1,5 % flere dødfødsler på oksekalver i forhold til kvigekalver. Alle med ukjent kjønn var dødfødt.

Tabell 4. Effekt av kalvens kjønn på drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS). Avvik i kjønn når ukjent kjønn er satt til 0.

| | DL | DF | KV | KS |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| Okse | 0,92 | -0,96 | -0,69 | 0,03 |
| Kvige | -0,28 | -0,98 | -0,77 | -0,13 |
| Ukjent | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

4.2 Genetiske korrelasjoner og arvegrader

Tabell 5 viser estimerte varians og korrelasjoner mellom far til kalv og far til ku for de fire egenskapene før omregning til direkte og maternal effekt. Standardfeilene til korrelasjonene er små, den største var på 0,074.

Tabell 5. Genetisk varians (på diagonalen) og genetisk korrelasjoner (under diagonalen) med standardfeil til far til kalv (k) og far til ku (q) for drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS) før omregning.

| | k_{DL} | q_{DL} | k_{DF} | q_{DF} | k_{KV} | q_{KV} | k_{KS} | q_{KS} |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| k_{DL} | 2,55 _{0,102} | | | | | | | |
| q_{DL} | 0,76 _{0,016} | 0,96 _{0,042} | | | | | | |
| k_{DF} | 0,17 _{0,046} | 0,21 _{0,050} | 0,00007 _{0,000006} | | | | | |
| q_{DF} | 0,16 _{0,051} | 0,24 _{0,050} | 0,32 _{0,074} | 0,00006 _{0,000007} | | | | |
| k_{KV} | 0,26 _{0,031} | 0,25 _{0,035} | 0,87 _{0,022} | 0,38 _{0,056} | 0,002 _{0,0001} | | | |
| q_{KV} | 0,20 _{0,037} | 0,34 _{0,034} | 0,36 _{0,058} | 0,78 _{0,031} | 0,43 _{0,040} | 0,002 _{0,0001} | | |
| k_{KS} | 0,29 _{0,028} | 0,27 _{0,031} | 0,74 _{0,033} | 0,29 _{0,054} | 0,93 _{0,009} | 0,35 _{0,038} | 0,007 _{0,003} | |
| q_{KS} | 0,20 _{0,033} | 0,49 _{0,027} | 0,54 _{0,048} | 0,31 _{0,053} | 0,62 _{0,031} | 0,60 _{0,030} | 0,68 _{0,025} | 0,004 _{0,0002} |

Tabell 6 viser arvegrader og genetiske korrelasjoner mellom direkte og maternal drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse. Arvegraden for direkte drektighetslengde var 0,37, arvegraden for direkte kalvestørrelse var 0,12 og arvegraden for de andre egenskapene var mellom 0,01 og 0,06 (Tabell 6). De maternale arvegrader var lik eller lavere enn direkte arvegrader for alle fire egenskapene.

Tabell 6. Arvegrad på diagonalen og genetiske korrelasjoner under diagonalen til direkte effekt (D, far til kalv) og maternal effekt (M, far til ku) for drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS). Genetiske korrelasjoner $> 0,20$ og $< -0,20$ er uthevet.

| | D_{DL} | M_{DL} | D_{DF} | M_{DF} | D_{KV} | M_{KV} | D_{KS} | M_{KS} |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------|----------|
| D_{DL} | 0,37 | | | | | | | |
| M_{DL} | -0,10 | 0,06 | | | | | | |
| D_{DF} | 0,17 | 0,11 | 0,01 | | | | | |
| M_{DF} | 0,07 | 0,11 | -0,19 | 0,01 | | | | |
| D_{KV} | 0,26 | 0,06 | 0,87 | -0,07 | 0,05 | | | |
| M_{KV} | 0,05 | 0,26 | -0,15 | 0,72 | -0,15 | 0,03 | | |
| D_{KS} | 0,29 | 0,05 | 0,74 | -0,10 | 0,93 | -0,20 | 0,12 | |
| M_{KS} | 0,005 | 0,63 | 0,05 | 0,13 | -0,03 | 0,55 | -0,01 | 0,03 |

Tabell 6 viser at det er en sterk positiv korrelasjon mellom direkte kalvingsvansker og direkte kalvestørrelse (0,93), så hvis kviga har store kalvingsvansker er kalven mest sannsynligvis stor. Det er en sterk genetisk korrelasjon mellom direkte kalvingsvansker og direkte dødfødsler (0,87), noe som er gunstig i den forstand at om man avler for mindre dødfødsler vil det også bli mindre kalvingsvansker. Maternal kalvestørrelse og maternal drektighetslengde har en korrelasjon på 0,63, hvis drektigheten er lang vil kalven mest sannsynlig bli større. Mellom direkte drektighetslengde og direkte kalvingsvansker er det en korrelasjon på 0,26 og mellom direkte drektighetslengde og direkte kalvestørrelse er det en korrelasjon på 0,29. Dette betyr at om drektighetslengden øker vil kalvingsvanskene og kalvestørrelsen øke. Det er en negativ korrelasjon mellom maternal dødfødsler og direkte dødfødsler (-0,19), hvis direkte dødfødsler øker vil maternale dødfødsler minke. Mellom maternale kalvingsvansker og maternal drektighetslengde er det en positiv korrelasjon (0,25), om maternal kalvingsvansker øker vil maternal drektighetslengde øke.

4.3 Besetning-5år og residualkorrelasjoner

Tabell 7 og Tabell 8 viser (ko)variens og korrelasjoner for besetning-5år og residualeffekter. Disse korrelasjonene var generelt lave.

Tabell 7. Estimerte (ko)varienskomponenter for tilfeldig effekt av besetning 5 år. Varianser på diagonalen og korrelasjoner (med standardfeil i små skrift) under diagonalen.

| | H5Y_{DL} | H5Y_{DF} | H5Y_{KV} | H5Y_{KS} |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| H5Y_{DL} | 0,77 | | | |
| H5Y_{DF} | 0,16 _{0,027} | 0,0001 | | |
| H5Y_{KV} | 0,09 _{0,013} | 0,12 _{0,023} | 0,01 | |
| H5Y_{KS} | 0,04 _{0,126} | 0,04 _{0,024} | 0,05 _{0,011} | 0,01 |

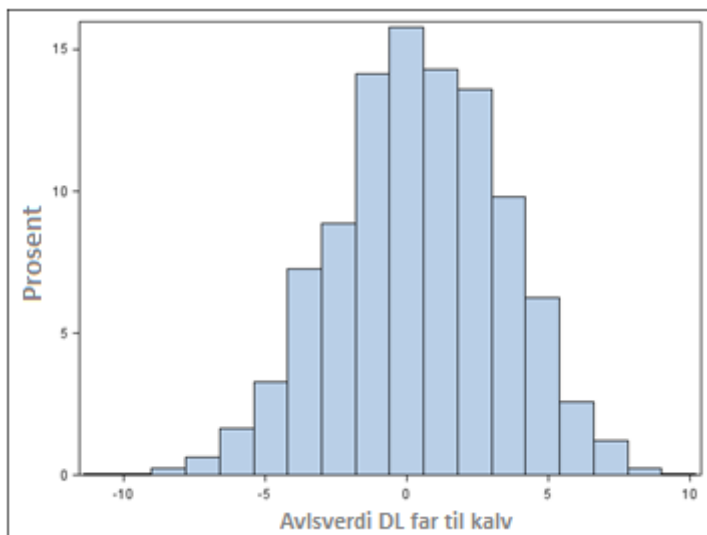
Residual-korrelasjonene var lave med unntak av korrelasjonen mellom kalvingsvansker og henholdsvis dødfødsler (0,36) og kalvestørrelse (0,23) (Tabell 8).

Tabell 8. Estimerte residual varians (på diagonalen) og korrelasjoner med standardfeil i små skrift (under diagonalen) for drektighetslengde (DL), dødfødsler (DF), kalvingsvansker (KV) og kalvestørrelse (KS).

| | DL | DF | KV | KS |
|-----------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| DL | 21,34 | | | |
| DF | -0,002 _{0,001} | 0,03 | | |
| KV | 0,06 _{0,001} | 0,36 _{0,001} | 0,16 | |
| KS | 0,17 _{0,001} | 0,06 _{0,001} | 0,23 _{0,001} | 0,21 |

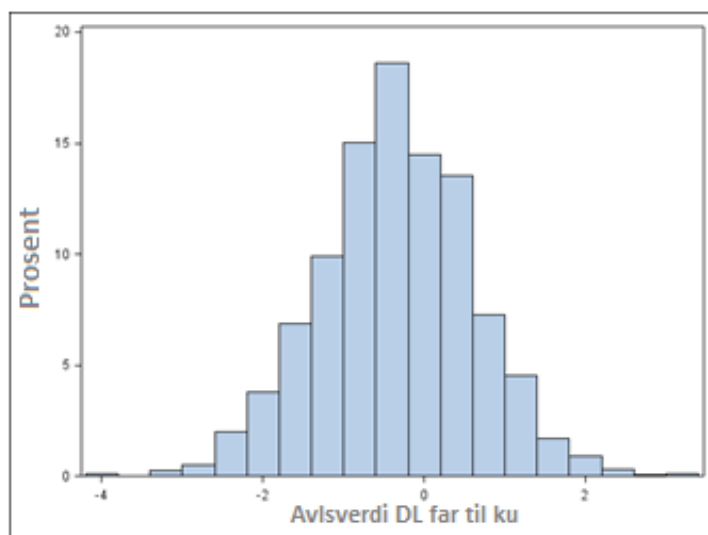
4.4 Avlsverdier for drektighetslengde

Det ble predikert avlsverdier for drektighetslengde. Figur 21 og Figur 22 viser fordeling av avlsverdiene for direkte- og maternal effekt for okser med minst 50 observasjoner.



Figur 21. Fordelingen av avlsverdier for direkte (far til kalv) drektighetslengde (DL) til oksene som har minst 50 observasjoner i datasettet.

Avlsverdier for direkte drektighetslengde varierte mellom -10,6 dager og + 9,6 dager (Figur 21). Fordelingen av direkte avlsverdier ser ut til å være tilnærmet normalfordelt.

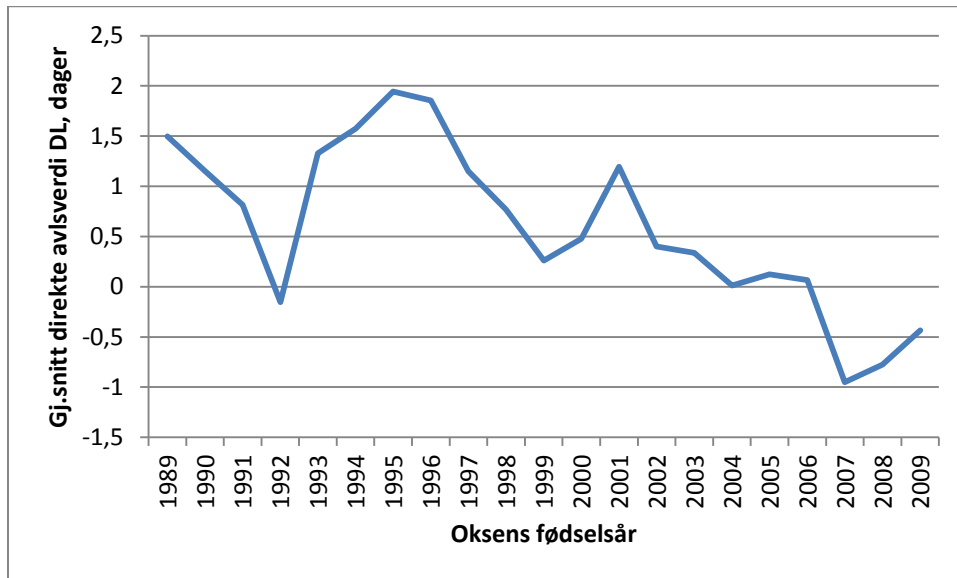


Figur 22. Fordeling av avlsverdier for maternal (far til ku) drektighetslengde (DL) til oksene som har over 50 observasjoner i datasettet.

Figur 22 viser at avlsverdier for maternal drektighetslengde varierer mellom -4 dager og +3 dager. Drektighetslengden vil også bli påvirket av avlsverdien til far til ku.

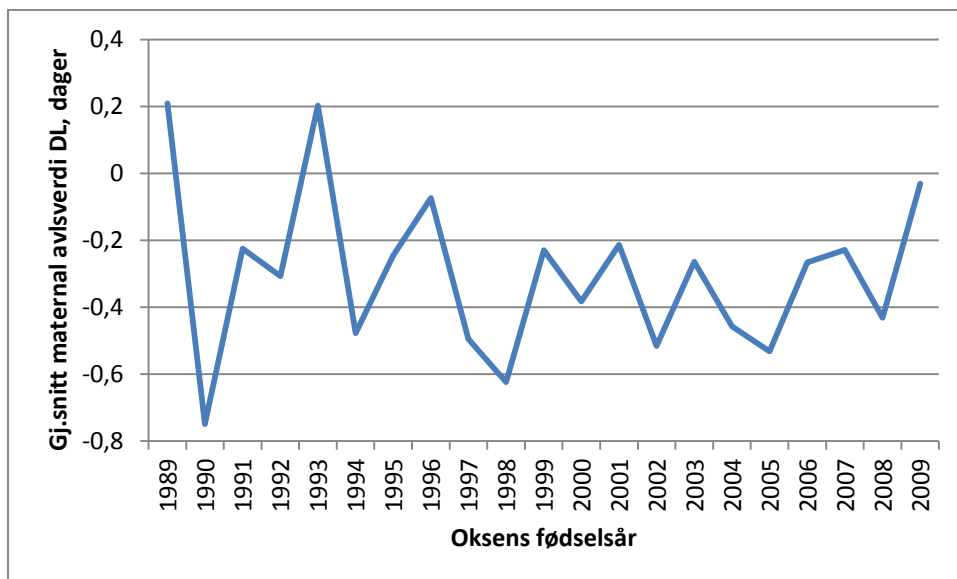
4.5 Genetisk trend

Genetisk trend ble regnet ut ved å ta gjennomsnittlig avlsverdi per fødselsår for oksene som har 50 observasjoner eller mer. Figur 23 og Figur 24 viser genetisk trend for henholdsvis direkte og maternal drektighetslengde.



Figur 23. Gjennomsnittlig avlsverdi for drektighetslengde (DL), far til kalv, per fødselsår for oksene som har minst 50 observasjoner i datasettet.

Figur 23 viser at det var en tendens til nedgang i gjennomsnittlig avlsverdi for direkte drektighetslengde for okser som er født fra 1995 til 2007. Oksene som var født i 1995 gir nesten 3 dager lengre drektighetslengde til avkommene (far til kalv) enn oksene som er født i 2007. Fra 2007 til 2009 ser det imidlertid ut til at drektighetslengden økte.



Figur 24. Gjennomsnittlig avlsverdi for drektighetslengde (DL), far til ku, per fødselsår for oksene som har minst 50 observasjoner i datasettet

Det ser ikke ut til å være noen genetisk trend for maternal drektighetslengde (Figur 24).

4.6 Korrelasjoner mellom avlsverdier for drektighetslengde og oksenes offisielle avlsverdier for andre egenskaper

Tabell 9 viser korrelasjoner mellom predikerte avlsverdier for drektighetslengde og Genos offisielle avlsverdier. Korrelasjonene mellom avlsverdi for drektighetslengde og avlsverdier for kjøtt, mastitt, andre sykdommer og fruktbarhesindeksen var nær 0 og hadde en p- verdi som var høyere enn 0,05. Disse er derfor ikke tatt med i Tabell 9.

Tabell 9. Korrelasjoner mellom predikerte avlsverdier for drektighetslengde, funnet i denne oppgaven, og Genos offisielle avlsverdier med p-verdi i små skrift.

| Egenskaper | Direkte avlsverdi | Maternal avlsverdi |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Samla avlsverdi | -0,11 _{<.0001} | 0,03949 _{0,1464} |
| Indeks melk | -0,12 _{<.0001} | 0,07 _{0,0113} |
| Indeks kg melk | -0,04550 _{0,0942} | 0,10 _{0,0002} |
| Indeks kg protein | -0,12 _{<.0001} | 0,07 _{0,0084} |
| Indeks kg fett | -0,11 _{<.0001} | 0,06 _{0,0254} |
| Indeks proteinprosent | -0,13 _{<.0001} | -0,07 _{0,0064} |
| Indeks fettprosent | -0,11 _{<.0001} | -0,05 _{0,0460} |
| Ikke omløp 56dg, kvige | 0,00701 _{0,7966} | -0,07 _{0,0161} |
| Ant. dager fra kalving til 1. ins | 0,08 _{0,0051} | 0,06 _{0,0253} |
| Kalvingsvansker maternal | -0,01889 _{0,4875} | -0,23 _{<.0001} |
| Kalvingsvansker direkte | -0,28 _{<.0001} | -0,08 _{0,0043} |
| Dødfødsler maternal | -0,01234 _{0,6502} | -0,07 _{0,0149} |
| Dødfødsler direkte | -0,20 _{<.0001} | 0,09 _{0,0009} |
| Lynne | -0,15 _{<.0001} | 0,01736 _{0,5234} |
| Utmelkingshastighet | -0,01383 _{0,6110} | 0,10 _{0,0003} |
| Lekkasje | -0,04300 _{0,1138} | -0,09 _{0,0009} |
| Jur | -0,07 _{0,0093} | 0,01230 _{0,6512} |
| Bein | 0,06 _{0,0255} | 0,02220 _{0,4144} |

Tabell 9 viser at melkeegenskapene kg melk, kg protein, kg fett, protein prosent og fett prosent er negativt korrelerte med direkte drektighetslengde. Om man vektlegger disse egenskapene i avlsmålet, vil dette føre til at drektighetslengden går litt ned. Mellom direkte drektighetslengde og direkte kalvingsvansker er det funnet en korrelasjon på -0,27, dersom drektighetslengden blir kortere vil kalvingsvanskene også minke. Dette pga at oksens offisielle indeks er standardisert med et middel på 100 (Geno 2012a). Høy indeks er best, så om oksen har en høy indeks på direkte kalvingsvansker er kalvingsvanskene små. Det er også en korrelasjon mellom direkte drektighetslengde og direkte dødfødsler på -0,20, så når drektighetslengden blir kortere vil andelen dødfødsler minke. Mellom direkte drektighetslengde og lynne er det en korrelasjon på -0,15.

5.0 Diskusjon

5.1 Faste effekter

Effekt av alder ved første kalving viser at drektighetslengden er kortere, det er flere dødfødsler, større kalvingsvansker og mindre kalver når kviga kalver når hun er yngre enn 24 måneder (Figur 13, 14, 15 og 16). Dette kan skyldes at kviga ikke er ferdig utvokst når hun kalver tidlig og kalven får for liten plass i livmora, for lite næring og vil derfor komme seg ut.

Effekt av år og måned ved første kalving viser at drektighetslengden varierer gjennom året, men det er ganske likt mønster for hvert år. Mellom juli og februar/mars varierer drektighetslengden med ca. 2,5 dager. Det er flere som har funnet forskjeller på drektighetslengde mellom de ulike årstidene. I studien til Hansen et al. (2004) hadde dansk holstein kyrne som kalvet i mai til august 0,7 -0,9 dager kortere drektighetslengde sammenlignet med de som kalvet i november til mars i studien til på dansk holstein. På rasene ayrshire, holstein-friesian og jersey ble det funnet størst forskjell i drektighetslengden mellom aprilkalvinger (lengst) og novemberkalvinger (kortest) (Brakel et al. 1952). McGuirk (1999) fant også en forskjell mellom årstidene, i vintermånedene var det en lengre drektighetslengde enn i juni til august. Ineichen (1946) fant også forskjell mellom årstidene, kyrne som hadde siste del av drektigheten på vinteren hadde lengre drektighetslengde. Kyrne som kalvet om sommeren hadde kortest drektighetslengde. Forklaringen på dette var at de hadde siste del av drektigheten når de hadde tilgang på sollys, mosjon og grønt gress (Ineichen 1946). I siste del av drektighetsperioden vokser fosteret raskest og når kua får tilgang til mer næringsrikt fôr kan fosteret vokse enda raskere. Om sommeren er de fleste kyrne ute og beveger seg på beite, denne mosjonen kan føre til at fødselen starter tidligere. I denne undersøkelsen var det mest dødfødsler på våren, i april, mai eller juni og minst dødfødsler på høsten, i september, oktober eller november. Fra Figur 2 ser man at det var flest kalvinger i august til oktober, det kan hende bonden tilbringer mer tid i fjøset når han vet det er mange som skal kalve og kalvingshjelp reduserer antall dødfødsler. Om våren/sommeren er de fleste kyrne på beite og det er vanskeligere å holde øye med dem om de kalver. Siden drektighetslengden var kortere på sommeren enn på vinteren kan kyrne kalve tidligere enn bonden forventer, og det er ikke sikkert man er så observant i de riktige periodene. I januar 2003 og 2007 var det en høyere frekvens av dødfødsler enn normalt i januar.

Kviger som gikk med oksekalver hadde en lengre drektighetslengde, 1,5 % flere dødfødsler, mer kalvingsvansker og var større enn kvigekalvene, noe som også er funnet i flere andre studier. Hansen et al.(2004) fant ut at drektighetslengden til danske holstein kyr som fikk oksekalver var 1,1 dager lengre sammenlignet med kvigekalver. Silva et al. (1992) , McGuirk et al. (1999) og Hagger & Hofer (1990) fant også en lengre drektighetslengde for oksekalver. Før storfe ble domestisert var det de sterkeste oksene som fikk formert seg, for oksene var det derfor om å gjøre å være sterkest og størst. Oksene er i dag større enn kyr og at oksekalvene går lengre enn kvigekalvene kan ha sammenheng med at de får et bedre utgangspunkt om de er størst mulig når de fødes. En utløsende årsak til fødselen er at det er for trangt for fosteret. Egentlig skulle fødselen startet tidligere for oksekalver, siden de generelt er større enn kvigekalvene når de fødes. Det er fosteret som gir signaler om at fødselen (Sjaastad et al. 2003) må starte, så det kan være at disse signalene blir gitt seinere av oksekalver enn kvigekalver. Det kan være flere utløsende faktorer for at kalven sender beskjed til kua at kalvingen må begynne snart, og at disse kan være sterkere enn at det er for trangt.

5.2 Arvegrader

De estimerte arvegradene for maternal og direkte drektighetslengde, dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse var generelt lave (Tabell 6), med unntak av for direkte kalvestørrelse og direkte drektighetslengde.

5.2.1 Arvegrader for direkte og maternal drektighetslengde

Arvegraden for direkte drektighetslengde var 0,37 og stemte godt overens med tidligere studier, hvor estimatene varierte fra 0,31 til 0,50 (Tabell 2). For maternal drektighetslengde var arvegraden 0,06 noe som er litt lavere enn tidligere estimat, som varierte mellom 0,08 og 0,13 (Tabell 2). Siden arvegraden til direkte drektighetslengde er høy betyr det at kalvens gener har stor innvirkning på drektighetslengden. Arvegraden til maternal drektighetslengde her, og i tidligere studier (Tabell 2) er mindre enn direkte arvegrad. Dette betyr at far til kalv har større betydning for drektighetslengden enn far til ku.

5.2.2 Arvegrader for direkte og maternal dødfødsler

Arvegradene for direkte og for maternale dødfødsler var 0,01 (Tabell 6). Andre studier har også funnet lave arvegrader for direkte og maternale dødfødsler (Tabell 2). Svendsen et al. (2005) fant at maternal og direkte arvegrader for dødfødsler i NRF som var ganske like resultatene som er presentert her, da Svendsen et al (2005) brukte mindre data, har resultatene

i denne oppgaven større sikkerhet. NRF ble brukt her og i studien til Svendsen et al. (2007) så resultatene var forventet å være ganske like. Andre studier (Hansen et al. 2004; Heringstad et al. 2007; Jamrozik et al. 2005; McGuirk et al. 1999; Steinbock et al. 2003) har funnet litt høyere arvegrader (0,02 – 0,08). Grunnen til at de høyere arvegradene kan være bruk av forskjellige modeller, raseforskjeller, størrelsen på datasettene og frekvensforskjeller. Arvegrader for kategoriske egenskaper fra lineærmodeller er frekvensavhengige og i NRF er det en lavere frekvens av dødfødsler sammenlignet med andre raser (Heringstad et al. 2007). Ved en lav frekvens blir dermed arvegradene også lavere.

5.2.3 Arvegrader for direkte og maternale kalvingsvansker

Arvegradene for direkte kalvingsvansker (0,05) og for maternale kalvingsvansker (0,3) stemte godt overens med tidligere studier (Tabell 2). Eaglen et al. (2011) fant ganske like arvegrader for direkte og maternale kalvingsvansker, mens Hansen et al. (2004) og Steinbock et al. (2003) fant også høyest arvegrad for direkte kalvingsvansker. Arvegradene Svendsen et al. (2005) fant på NRF avviker litt fra resultatet i denne oppgaven, arvegraden for direkte kalvingsvansker er litt lavere og arvegraden for maternale kalvingsvansker er litt høyere. Dette kan skyldes at Svendsen et al. (2005) brukte data fra 2000-2004, og i denne oppgaven er det brukt data fra en lengre tidsperiode, 2001-2011. For rasene black and white og simmental i studien til Hagger & Hofer et al. (1990) er arvegraden for direkte kalvingsvansker ganske lik. Forskjellen i arvegradsestimat mellom de ulike studiene kan skyldes at kalvingsvansker blir definert ulikt for ulike land, noen har 3 mens andre har 5 kategorier for kalvingsvansker. Datasettet til de ulike studiene varierer veldig, noen har få observasjoner som gjør at det blir mindre sikkerhet på estimatet. Arvegrader fra lineære modeller er også frekvensavhengig, og kalvingsvansker har en lavere frekvens hos NRF i forhold til andre raser, noe som gjør at det her er lavere arvegrader sammenlignet med mange andre studier.

5.2.4 Arvegrader for direkte og maternale kalvestørrelse

Arvegraden for direkte kalvestørrelse (0,12) og for maternal kalvestørrelse (0,03) stemte godt overens med estimatene til Svendsen et al. (2005). Hansen et al. (2004) og Jamrozik et al. (2005) har funnet høyere direkte og maternal arvegrader for kalvestørrelse, mens McGuirk et al. (1999) fant lavest direkte arvegrad. Som tidligere nevnt kan forskjeller mellom de ulike studiene skyldes raseforskjeller og størrelsen på datasettet. Kalvestørrelse blir også kategorisert i ulikt antall kategorier mellom land, så det er vanskelig å sammenligne direkte

med andre raser og studier. I enkelte studier blir kalvene veid, noe som gir større sikkerhet da kilo er mer nøyaktig enn kategoriene liten, middels og stor.

5.3 Genetiske korrelasjoner

Det var sterke genetiske korrelasjoner mellom direkte dødfødsler og direkte kalvingsvansker, direkte kalvingsvansker og direkte kalvestørrelse, direkte kalvestørrelse og direkte dødfødsler (Tabell 6). Om far til kalv bidro til at kalven ble stor var det høy sannsynlighet for at det ble større kalvingsvansker. Når man avler for færre dødfødsler vil også kalvingsvanskene reduseres. Hvis man ønsker å avle i retning mot større kalver vil andelen dødfødte øke. Som far til kalv kan vi ut fra resultatene si at man ønsker å avle mot en middels kalvestørrelse, slik at det ikke blir for mange dødfødsler eller for store kalvingsvansker. Man ønsker heller ikke en kalv som er for liten, da en liten kalv vil ha mindre livskraft. Høye genetiske korrelasjoner mellom direkte dødfødsler og direkte kalvingsvansker er funnet i flere studier (Hagger & Hofer 1990; Hansen et al. 2004; Svendsen et al. 2005). En sterk positiv korrelasjon mellom direkte dødfødsler og kalvestørrelse er også funnet i flere studier (Hansen et al. 2004; Svendsen et al. 2005). Mellom direkte kalvingsvansker/letthet og kalvestørrelse ble det funnet høye korrelasjoner i ulike studier (Hansen et al. 2004; Jamrozik et al. 2005; Svendsen et al. 2005), men Hagger & Hofer (1990) fant en sterk negativ korrelasjon. Logisk sett skulle man tro at desto større kalvene blir, desto større blir kalvingsvanskene da det blir vanskeligere å få ut kalven.

Det var en genetisk korrelasjon på 0,26 mellom maternal drektighetslengde og maternal kalvestørrelse, og en genetisk korrelasjon på 0,74 mellom maternal dødfødsler og maternal kalvingsvansker (Tabell 6). Hansen et al. (2004) fant en korrelasjon på 0,53 mellom maternal drektighetslengde og kalvestørrelse, så om drektighetslengden er lengre enn normalt vil kalven mest sannsynlig være større enn normalen. Det var flere studier som fant sterk korrelasjon mellom maternal dødfødsler og kalvingsvansker (Hansen et al. 2004; Svendsen et al. 2005). Ved store kalvingsvansker er det større fare for komplikasjoner og da er det igjen fare for at kalven dør før den kommer ut. Om kalven er død før kalvinga har begynt, kan det ta lang tid før den kommer ut siden det er kalven setter i gang fødselen (Sjaastad et al. 2003). Dødfødsler har også blitt definert på ulike måter i ulike studier; død når kalven blir født, død innen 24 timer eller død innen 48 timer.

5.4 Avlsverdier

De predikerte avlsverdiene for direkte drektighetslengde varierte fra $-10,6$ til $9,6$ dager (Figur 21). En kalv som har en mor med avlsverdi 0 dager og en far med avlsverdi -10 dager vil selv få en forventet avlsverdi på -5 dager. Drektighetslengden kan derfor variere ganske mye, alt etter avlsverdien til kalvens foreldre. Dette betyr at valg av okse har stor betydning for drektighetslengden. De predikerte avlsverdiene for maternal drektighetslengde varierte med omtrent 7 dager (Figur 22). Oksen som er far til kua har ikke like stor påvirkning på drektighetslengden som far til kalv, men han har innvirkning. I studien til Norman et al. (2009) var direkte og maternal PTA tilnærmet normalfordelte og de mest ekstreme verdiene var $-5,4$ og $5,3$ dager for far til kalv. Om man regner om til avlsverdier, ved å doble PTA verdiene, blir variasjon på $-10,8$ dager og $10,6$ dager som stemmer godt overens med resultatet for NRF. De mest ekstreme verdiene for fra til ku var $-2,8$ og $3,1$ dager PTA (Norman et al. 2009), noe som tilsvarer $-5,6$ og $6,2$ dager avlsverdi og som er litt lengre enn det som er funnet for NRF. Hansen et al. (2004) oppga standardiserte avlsverdier for direkte drektighetslengde. Siden disse er standardiserte ble de regnet om ved å multiplisere med genetisk standardavvik for drektighetslengde for å kunne sammenlignes med avlsverdiene som er funnet her. Avlsverdi for direkte drektighetslengde varierte fra $-6,7$ til $6,7$, noe som er litt kortere enn det som er funnet her. Siden arvegraden for direkte drektighetslengde var relativt høy og direkte avlsverdi varierer mye kan avlsverdi til far til kalv være nyttig informasjon for å beregne forventa kalving mer nøyaktig.

5.5 Genetisk trend og sammenheng med andre egenskaper

Figur 23 viser genetisk trend for direkte drektighetslengde for okser født fra 1989 og fram til 2009. Det ser ut til at gjennomsnittlig avlsverdi for drektighetslengde hadde en topp i 1995 og siden den gang har den sunket, men økt litt opp de siste årene. Tabell 9 viser at melkeindeksen, som inngår i samla avlsverdi, er negativt korrelerte med direkte drektighetslengde. Siden melk har en vektlegging på 28 % i avlsmålet til NRF (Tabell 1) kan det være en av årsakene til negativ trend for direkte drektighetslengden fra 1995 og utover. Eaglen et al. (2011) fant også en korrelasjon mellom avlsverdier for direkte drektighetslengde og 305 dagers melkeavdrått ($-0,19$), denne er noe høyere enn melkeindeksen ($-0,12$) som er funnet her. Lynne er negativt korrelert med direkte drektighetslengde (Tabell 9), om far til kalv gir avkom med kort drektighetslengde vil kalven få et godt lynne og melke mer. Men med en vektlegging på 2 % i avlsmålet (Tabell 1) er det lite trolig at denne korrelasjonen fører til korrelert respons for direkte drektighetslengde.

Det er størst korrelasjon mellom avlsverdien for direkte drektighetslengde og direkte kalvingsvansker (-0,28) og direkte dødfødsler (-0,20). Kalvingsvansker og dødfødsler er kun vektlagt med 0,5 % i avlsmålet, men antall dødfødte har økt litt (Figur 8). Og kategorien ingen kalvingsvansker (Figur 10) har hatt en nedgang, noe som tyder på at kalvingsvanskene har økt litt. Når dødfødsler og kalvingsvansker øker kan direkte drektighetslengde også bli litt lengre. Mellom samla avlsverdi og direkte drektighetslengde var det en korrelasjon på -0,11, det vil si at med dagens avlsmål vil direkte drektighetslengde sannsynligvis synke.

Genetisk trend for maternal drektighetslengde (Figur 24) viser ingen endring i gjennomsnittlig avlsverdi til oksene som er far til ku, men gjennomsnittet varierer veldig mellom år. Tabell 9 viser at melkindeksen er positivt korrelert med maternal drektighetslengde (0,10). Eaglen et al. (2011) fant også en positiv korrelasjon mellom maternal drektighetslengde og 305 dager melkeavdrått, men denne var noe lavere (0,04) sammenlignet med korrelasjonen mellom maternal drektighetslengde og melkindeksen som er funnet her.

5.6 Feilkilder

Figur 4 viser at det er en del kviger som går drektig i over 290 dager. Selv om det ikke er så mange, er dette ekstremt lange drektighetslengder. Det er da en sannsynlighet for at det har skjedd en feil, for eksempel manglende inseminasjons data eller feil far (man inseminerer først med en elite, og for å sikre at det blir kalv i kviga får hun stå med en gårdsokse). Det kan også være innrapportert feil kalvingsdato. Ved dobbeltinseminering ble insemineringen som var nærmest 280 dager før kalving brukt, men dette trenger ikke å stemme og kan være en feilkilde. Kalvingsvansker og kalvestørrelse registreres i tre ulike kategorier av bonden. Det kan være ulike oppfatninger om hva som er en liten eller en stor kalv. Her ville vekt på kalven vært en mer presis registrering. Men da dette er arbeidskrevende og kalvestørrelse ikke er tatt med i avlsarbeidet, vil dette ekstraarbeidet ikke være lønnsomt. Det er også vanskelig å vite hva som er grensen mellom ”noen” og ”store” kalvingsvansker, dette vil variere fra hvilke erfaringer bonden har.

6.0 Konklusjon

Det ble funnet genetiske sammenhenger mellom drektighetslengde og kalvingsegenskapene dødfødsler, kalvingsvansker og kalvestørrelse. Arvegraden var 0,37 for direkte drektighetslengde, 0,06 for maternal drektighetslengde, 0,12 for direkte kalvestørrelse og for de øvrige kalvingsegenskapene var arvegradene lave, under 0,05. Man ønsker sannsynligvis ikke å forandre på drektighetslengden eller kalvestørrelsen. Så det er vanskelig å si noe om korrelasjoner som innebærer drektighetslengde eller kalvestørrelse er gunstig eller ugunstig. Men avlsverdier for disse egenskapene kan være nyttig informasjon om oksene. Genetiske korrelasjoner mellom direkte og maternale effekter var lave både innen og mellom egenskaper. De sterkeste genetiske korrelasjonene ble funnet mellom direkte kalvingsvansker, direkte kalvestørrelse og direkte dødfødsler (0,74 til 0,93). Det ble funnet avlsverdier for direkte drektighetslengde som varierte mellom -10,6 og 9,6 og avlsverdier for maternal drektighetslengde som varierte fra -4 til 3 dager.

Disse resultatene kan ha potensiell nytteverdi ved at man kan bruke informasjon om avlsverdi for drektighetslengde på eliteokser. Avlsverdier for drektighetslengde vil være nyttig for å beregne forventet kalvingsdato mer nøyaktig. Avlsverdier for kalvestørrelse kan være nyttig i avlsplanlegginga, man kan velge eliteokser som ikke gir for store kalver til kviger og små dyr, slik at de får en lettere kalving.

7.0 Referanser

- Andersen, H. & Plum, M. (1965). Gestation Length and Birth Weight in Cattle and Buffaloes: A Review. *Journal of Dairy Science*, 48 (9): 1224-1235.
- Brakel, W. J., Rife, D. C. & Salisbury, S. M. (1952). Factors Associated with the Duration of Gestation in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 35 (3): 179-194.
- DeFries, J. C., Touchberry, R. W. & Hays, R. L. (1959). Heritability of the Length of the Gestation Period in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 42 (4): 598-606.
- Eaglen, S. A. E., Coffey, M. P., Woolliams, J. A. & Wall, E. (red.). (2011). *The direct and maternal genetic relationships between calving ease, gestation length, milk production and selected type traits*: Proceedings of the 2011 Interbull meeting. 5 s.
- Echternkamp, S. E. & Gregory, K. E. (1999). Effects of twinning on gestation length retained placenta, and dystocia. *Journal of Animal Science*, 77 (1): 39-47.
- Geno. (2006). *Karakteristikk hos NRF* Geno SA: Hamar. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/Om-NRF-kua/Karakteristikk/> (lest 30.03.2012).
- Geno. (2009). *Kalvingsegenskaper* Geno SA: Hamar. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Forsiden/NRF/Egenskapene-i-avl-sarbeidet/Kalvingsegenskaper/> (lest 12.04.2012).
- Geno. (2010). *NRF og avl* Geno SA: Hamar. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/> (lest 30.03.2012).
- Geno. (2011). *NRF i Norge i dag* Geno SA: Hamar. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/no/Forsiden/NRF/Om-NRF-kua/NRF-i-Norge-i-dag/> (lest 30.03.2012).
- Geno. (2012a). *Avkomsgransking* Geno SA: Hamar. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Forsiden/NRF/Avlstilltakene/Avkomsgransking/> (lest 04.05.2012).
- Geno. (2012b). *Årsberetning og Regnskap 2011* Geno SA: Hamar. Tilgjengelig fra: http://www.geno.no/Global/Geno.no/02%20Dokumenter/Om%20Geno/%c3%85rsmelding%20og%20regnskap/%c3%85rsmelding_regnskap_2011.pdf (lest 10.05.2012).
- Hagger, C. & Hofer, A. (1990). Genetic analyses of calving traits in the swiss black and white, braunvieh and simmental breeds by REML and MAPP procedures. *Livestock Production Science*, 24 (2): 93-107.
- Hansen, M., Lund, M. S., Pedersen, J. & Christensen, L. G. (2004). Gestation length in Danish Holsteins has weak genetic associations with stillbirth, calving difficulty, and calf size. *Livestock Production Science*, 91 (1-2): 23-33.
- Heringstad, B., Chang, Y. M., Svendsen, M. & Gianola, D. (2007). Genetic analysis of calving difficulty and stillbirth in Norwegian red cows. *Journal of Dairy Science*, 90 (7): 3500-3507.
- Heringstad, B. & Svendsen, M. (red.). (2009). *Kalvingsvansker og dødfødsler i NRF*. Ås: Husdyrforsøksmøtet 2009, Institutt for husdyr- og akvakultur UMB, Norges veterinærhøgskole veterinærinstituttet. 311-313 s.
- Ineichen, B. (1946). Über Beziehungen der Trächtigkeitsdauer zu äusseren und inneren Faktoren in einem Zuchtbestand der Schweizer Braunviehrasse. *Dissertation, Vet. -med. Fak., Univ.Zurich (Abs. Animal breeding abstracts)*, (16): 86 (1).

- Jamrozik, J., Fatehi, J., Kistemaker, G. J. & Schaeffer, L. R. (2005). Estimates of Genetic Parameters for Canadian Holstein Female Reproduction Traits. *Journal of Dairy Science*, 88 (6): 2199-2208.
- Luo, M. F., Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M. & Schaeffer, L. R. (1999). Bayesian Analysis for Estimation of Genetic Parameters of Calving Ease and Stillbirth for Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 82 (8): 1848.e1-1848.e11.
- Lynch, M. & Walsh, B. (1998). *Genetics and analysis of quantitative traits*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates. 961 s.
- Madsen, P. & Jensen, J. (2007). *An users guide to DMU, a package for analysing multivariate mixed models*, 5, 4,7. Telje: University of Aarhus faculty agricultural sciences (DJF) dept og genetics and biotechnology research centre Foulum.
- McGuirk, B. J., Going, I. & Gilmour, A. R. (1999). The genetic evaluation of UK Holstein Friesian sires for calving ease and related traits. *Journal of Animal Science*, 68: 413-422.
- Meyer, C. L., Berger, P. J., Koehler, K. J., Thompson, J. R. & Sattler, C. G. (2001). Phenotypic Trends in Incidence of Stillbirth for Holsteins in the United States. *Journal of Dairy Science*, 84 (2): 515-523.
- Norman, H. D., Wright, J. R., Kuhn, M. T., Hubbard, S. M., Cole, J. B. & VanRaden, P. M. (2009). Genetic and environmental factors that affect gestation length in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92 (5): 2259-2269.
- Norman, H. D., Wright, J. R. & Miller, R. H. (2011). Potential consequences of selection to change gestation length on performance of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 94 (2): 1005-1010.
- Rife, D. C., Gerlaugh, P., Kunkle, L., Brandt, G. W. & Snyder, L. H. (1943). Comparative Lengths of the Gestation Periods of Aberdeen-Angus and Hereford Cows Carrying Purebred and Crossbred Calves. *Journal of Animal Science*, 2 (1): 50-52.
- SAS. (2008-2009). 9.2 utg. USA: SAS Institute Inc.
- Silva, H. M., Wilcox, C. J., Thatcher, W. W., Becker, R. B. & Morse, D. (1992). Factors Affecting Days Open, Gestation Length, and Calving Interval in Florida Dairy Cattle¹. *Journal of Dairy Science*, 75 (1): 288-293.
- Sjaastad, Ø. V., Hove, K. & Sand, O. (2003). *Physiology of domestic animals*. [Oslo]: Scandinavian Veterinary Press. 735 s.
- Steinbock, L., Näsholm, A., Berglund, B., Johansson, K. & Philipsson, J. (2003). Genetic Effects on Stillbirth and Calving Difficulty in Swedish Holsteins at First and Second Calving. *Journal of Dairy Science*, 86 (6): 2228-2235.
- Svendsen, M., Karlsen, A. & Sehested, E. (red.). (2005). *Kalvingsegenskaper i avlsarbeidet på NRF. Ås: Husdyrforsøksmøtet 2005, Institutt for husdyr- og akvakultur UMB, Norges veterinærhøgskole veterinærinstituttet*. 536-566 s.
- Wiggans, G. R., Misztal, I. & Van Tassell, C. P. (2003). Calving ease (Co)variance components for a sire-maternal grandsire threshold model. *Journal of Dairy Science*, 86 (5): 1845-1848.