



## **Veterinært speciale**

Rikke E. Bach Hansen (bhg679)

### **Kælvningsintervallets indvirkning på ydelse og re- produktion i den efterfølgende laktation - et casestudie af anvendelse af eksisterende data**

Afleveret den: 3. januar 2022

Institutnavn: Institut for veterinær- og husdyrvidenskab  
Afdelingsnavn: Produktion, ernæring og sundhed  
Forfatter: Rikke E. Bach Hansen (bhg679)  
Titel: Kælvningsintervallets indvirkning på ydelse og reproduktion i den efterfølgende laktation – et casestudie af anvendelsen af eksisterende data  
Vejleder: Dorte Bay Lastein, Maya Katrin Gussmann  
Afleveret den: 3. januar 2022

## Forord

Dette er et veternært speciale, som afslutter kandidatuddannelsen Veterinærmedicin på Københavns universitet. Specialet er udarbejdet i perioden slut august 2021 til januar 2022, og svarer til 30 ECTS point.

Al data stammer fra en fynsk besætning, hvor data løbende er indsamlet gennem hele perioden. Ligeledes har besætningen gennem underskrevne legilaseringskema og samtykkeerklæring givet adgang til eksisterende data.

Der skal lyde en stor tak til besætningen, besætningsejere og medarbejder for at lade mig arbejde med deres data, lade mig forstyrre dem i deres hverdag, deres åbenhed, samt give sig tid til at svare på alle mine spørgsmål. Jeg er i løbet af kort tid blevet en del af besætningens lille familie, hvilket jeg er meget taknemlig for.

En kæmpe tak skal der lyde til min vejleder Dorte Bay Lastein, for altid at være positiv, støttende og hjælpsom. Dorte har altid været klar på at give et godt råd med på vejen, når der opstod udfordringer.

En stor tak skal der også lyde til min medvejleder Maya Katrin Gussmann, for at have været en kæmpe hjælp og støtte i forbindelse med udarbejdningen af analyser.

En stor tak besætningsdyrlægen, for at tage sig tid til at besvare spørgsmål omkring scoringskemaer og behandlingsstrategier.

Til slut skal der lyde en kæmpe tak, til min familie og venner for opbakningen igennem dette projekt.

d. 3/1 2022



---

Rikke E. Bach Hansen, bhg679

# Indholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Introduktion</b> .....	<b>6</b>
<b>Metodeafsnit</b> .....	<b>10</b>
MATERIALER .....	10
DATA TIL DELSTUDIE 1 - BESLUTNINGSPROCESSER .....	10
DATA TIL DELSTUDIE 2 - OVERENSSTEMMELSE MELLEML OBSERVATØRER.....	11
<i>Delstudie 2a – intraobserver agreement</i> .....	11
<i>Delstudie 2b – interobserver agreement</i> .....	11
DATA TIL DELSTUDIE 3 – UNI- OG MULTIVARIABEL ANALYSER.....	11
<i>Beskrivelse af datakilder</i> .....	12
METODER.....	13
OVERENSSTEMMELSE MELLEML KLINISKE PARAMETRE BEDØMT AF FORSKELLIGE OBSERVATØRER.....	13
DESKRIPTIVE ANALYSER .....	13
KAPLAN MEIER .....	14
<i>Teknisk beskrivelse af model - dage til drægtighed</i> .....	14
<i>Kaplan Meier analysemodel</i> .....	15
MULTIVARIABLE ANALYSE .....	16
<i>Beskrivelse af variabler til modellen</i> .....	16
<i>Multivariabel lineær regressionsmodel</i> .....	17
<b>Resultater</b> .....	<b>17</b>
<i>Delstudie 1 – Beslutningsprocesser</i> .....	17
DELSTUDIE 2 .....	21
<i>Intraobserver agreement</i> .....	21
<i>Interobserver agreement</i> .....	21
DELSTUDIE 3 – KÆLVNINGSINTERVALLETS INVIRKNING PÅ TOPYDELSE OG DAGE TIL DRÆGTIGHED .....	22
a) <i>Kaplan Meier – dage til drægtighed</i> .....	22
b) <i>Multivariable lineær regression - kælvningsintervallets indvirkning på EKM60</i> .....	27
DISKUSSION .....	35
KONKLUSION .....	43
REFERENCELISTE.....	45
APPENDIX .....	49



## Abstract

**Aim:** The aim of this thesis is to demonstrate the principles of local evidence for interactions between calving interval, and relevant clinical data about dry period, reproduction and EKM60 in the following lactation. This thesis uses mixed methods to investigate origin of the data and data quality. The first part of this thesis is a quantitative descriptive analysis of on farm decisions related to reproduction and start lactation. Second part of this thesis is an investigation of inter and intra observer agreement. Third part of this thesis is retrospective observational studies, univariable models are made to see if there are any associations between calving interval, chosen clinical parameters and days to pregnancy. Multivariable models are made to test for statistically associations and interactions between calving interval, chosen parameters and EKM60.

**Method:** Decisions related to management and data concerning reproduction and dry period on one farm, was collected by the student every Tuesday. Qualitative data was collected from medio September to ultimo November. In the same period interobserver agreement data on BCS scoring was collected. Retrospective data used in the uni- and multivariable analysis, was downloaded from the national Danish cattle database. Analysis and modelling were performed in R.

**Results:** Quantitative data, data origin and dataquality are important to know to avoid misinterpretations results of analysis on herddata. Inter- and intraobserver agreement were found to be almost perfect ( $\kappa > 0.8$ ). Kaplan Meier survival analysis revealed significant difference between short and long calving interval for 2. ( $P=0.012$ ) and 3.+ ( $P = 0.024$ ) parity cows, on days to calving. Median days open was for 2. parity cows with short calving interval 90 days, and long 98 days. For 3.+ parity cows median days open was for short calving interval 96 days, and long 134 days. Multivariable models revealed that EKM60, on 1. parity cows were significantly associated to age at first calving. For 2. parity cows EMK60 were associated with pEKMtotal, dry period length, twins, and treatments. There were also found statistically significant interactions between calving interval and BCS postcalving, as well as BCS postcalving and BCS loss during the dry period. EKM60 were for 3.+ parity cows associated with pEKMtotal, dry period length, BCS at calving and treatments.

**Conclusion:** This thesis demonstrates the importance of illuminating herd data from several angles to gain deep qualitative and advanced epidemiological insight, and to provide practical evidence-based advice. It is found that calving interval effects days to pregnancy, and calving interval interacts with BCS at calving, which effects EKM60, at herd level.

## Introduktion

Under nuværende danske forhold indsamles rutinemæssigt data omkring ydelse, reproduktion, behandlingsdata og flere kliniske parametre hos malkekøer. Data omkring reproduktion registreres af inseminør samt besætningsdyrlægen. Besætningsdyrlægen indsamler ligeledes data for de kliniske parametre. Data omkring ydelsen indsamles ved 11 årlige ydelseskontrol målinger gennem RYK og Eurofins. Analyser af disse data finder anvendelse i den veterinære rådgivning om det besætnings-specifikke samspil mellem sundhed og produktion. Under nuværende danske forhold anvendes data på forskellig vis, herunder til forskellige multivariable analyser. Disse data ligger i kvægdata-basen, og formidles ud gennem DMS eller andre private rådgivningsfirmaers egne analyseredskaber, tidligere mere aktivt igennem KU (<http://vpr.kvl.dk> [1]). For nuværende findes få analyser som beskriver samspillet mellem kælvningsintervallet i den forrige laktation, risikofaktorer i goldperioden og opstart af den indeværende laktation. Dele af den private dyrlægebranche ønsker at udvide anvendelse af eksisterende data, så sammenhænge mellem ydelse, reproduktion (særligt kælvningsinterval) og huldudvikling gennem goldperioder belyses yderligere og derved kan anvendes i lokale rådgivningssammenhænge.

### Kælvningsinterval og reproduktion.

Et amerikansk studie fra 2019 udført i en casebesætning fandt at et længere kælvningsinterval i foregående laktation er relateret til en højere body condition score ved kælvning, samt et større huldtab indenfor de første 30 dage efter kælvning (Middleton et al., 2019). Grundlaget for nutidens population af malkekøers body condition scorer er den genetisk selektion, samt øvrige faktorer der påvirker den enkelte kos huld. Faktorer som paritet, sæsonen for kælvning, plads, niveauet af foder og fodertype, har alle vidst at have betydning for køernes huld (Roche et al., 2009). 3-4 mdr efter kælvning, vender køer deres negativ energibalance, til at være i energioverskud, da ydelsen falder og foderindtaget forbliver det samme. Forlængede laktationer og goldperioder kan derfor være med til at køerne bliver for tykke ved kælvning (Klopčič et al., 2011). Middleton et al. (2019) viste på deres casebesætning, at hvis koen blev drægtig indenfor 130 dage efter kælvning, reducerede dette huldtabet efter næste kælvning, med efterfølgende forbedret drægtighedschance per inseminering, og reducerede chancen for tidlig fosterdød. Et fænomen forfatteren refererer til som 'high-fertility cycle' (Middleton et al., 2019). Ideen og spørgsmålet i dette speciale er således inspireret her af, og er en undersøgelse af, om 'high-fertility cycle' = høj fertilitet følges af 'high-production cycle' = høj ydelse på besætningsniveau.

Fricke et al (2020) finder i deres studie ligeledes at køer, der bibeholder eller højner deres body condition score efter kælvning, har højere fertilitet end køer, der taber sig efter kælvning (Fricke et al., 2020). Bedere et al (2018) viser gennem en metaanalyse, at cykliciteten efter kælvning hovedsageligt er associeret med huld ved kælvning. Udtrykkelse af brunst er hovedsageligt associeret med ydelsen, mens fertiliteten er associeret med både huld og ydelsen (Bedere et al., 2018). Lange kælvningsintervaller er relateret til et højere huld (Mogensen et al., 2016) og et større huldtab efter kælvning (Middleton et al., 2019). Hvis en ko bliver drægtig 150 dage efter kælvning, er hun i større risiko for højere huld ved næste kælvning, samt flere sygdomme postpartum og reduceret fertilitet i den efterfølgende laktation (Pursley & Cibelli, 2020). I denne opgave er det derfor interessant at se om samme interaktioner mellem kælvningsinterval og huldtab kan findes. Middleton et al (2019) fandt en signifikant sammenhæng mellem huldtab og forekomsten af mindst 1 postpartum sygdom (tilbageholdt efterbyrd, tvillinger, dystoki, ketose, løbelidelse, pyometra og metritis), ved både første kalvskøer og øvrige køer. Køer, der bibeholder eller øger deres huld efter kælvning, oplever færre sygdomstilfælde, sammenlignet med køer, der taber sig. (Middleton et al., 2019). Ifølge Gillund et al (2001) er huldtab i perioden efter kælvning associeret med nedsat drægtighedsprocent ved første inseminering, forlænget kælvningsinterval og forøget antal insemineringer per drægtighed (Gillund et al., 2001). Samme associationer finder Kim og Suh (2003) forbundet med markant huldtab (>1 på en skala fra 1-5) fra afgoldning til kælvning (Kim & Suh, 2003). Højt huld ved kælvning er associeret med højere forekomst af postpartum metaboliske sygdomme, mens lavt huld er associeret med lavere ydelse og reduceret chance for drægtighed (Roche et al., 2009). Hvis vi gerne skal have sunde køer med høj ydelse, er det vigtigt at køerne har et optimalt huld ved kælvning, samt at køerne ikke taber sig i goldperioden. Ifølge Roche et al (2019) er optimalt huld ved kælvning 3-3.5.

### **Reproduktion og ydelse**

I kvægbruget har der været en general opfattelse af, at der er en negativ sammenhæng mellem ydelse og reproduktion (Bello et al., 2012). Forskellige studier har udfordret denne generelle opfattelse, ved at finde evidens for at høj ydelse måske er positivt associeret med fertiliteten. Et fransk studie har fundet et negativt forhold mellem ydelsen og fertiliteten (Cutullic et al., 2012). Pryce et al (2004) forklare dette negative forhold ved, at have fundet en negativ genetisk korrelation imellem fertiliteten og ydelsen (Pryce et al., 2004). Chansen for drægtighed er ikke associeret med mælkeydelsen (Bedere et al., 2018). Madsen et al (2008) beskriver at ydelsen er afhængig af goldperioden. Har koen en goldperiode på 0-7 dage vil ydelsen i næste laktation falde

med >20% (Madsen et al., 2008). Den formodede generelle sammenhæng mellem ydelsen og reproduktionen beskriver Leblanc (2010), skyldes at disse nemt kan sammenlignes, mens andre åbenlyse årsager så som foder, staldforhold og medarbejderes viden ignoreres eller ikke tages med i analyserne, da disse data er svære at opnå (Leblanc, 2010). Et spansk studie fra 2006 indikerer, at høj mælkeydelse hos den enkelte ko kan være positivt relateret til høj fertilitet. I studiet finder de at de højfertile køer i gennemsnit producerer 49.5 kg EKM på dag 50 efter kælvning, mens øvrige køer producerer 43.2 kg EKM. Gruppen definerer høj fertilitet, som at koen er drægtig inden dag 90. Der findes i deres analyse ingen signifikant effekt på, om koen tidligere har haft tvillinger eller metritis. De fandt baseret på odds ratio at høj fertilitet var mindre sandsynligt ved multiparitetets køer og køer der efter kælvning havde tilbageholdt efterbyrd (López-Gatius et al., 2006). Ifølge Könyver et al, (2009) påvirker tilbageholdt efterbyrd i sig selv alene ikke den metaboliske status, reproduktionen eller mælkeproduktionen (Könyves et al., 2009). Et amerikansk forskerteam har ud fra to retrospektive studier foretaget på besætninger beliggende i Florida, konkluderet at klinisk sygdom der diagnosticeres og behandles inden for de første 21 efter kælvning har effekt på ydelsen i laktationen, reproduktion og chancen for at blive udsat. (Carvalho et al., 2019). López-Gatius et al. (2006), beskriver at odds for drægtighed, er 6.8 gang højere for køer, der producerer mere end 50 kg mælk pr dag 50 dage efter kælvning, sammenlignet med køer, der producerer mindre end 50 kg. Bello et al. (2012) konkluderer i deres studie at forholdet mellem ydelse og reproduktion ikke nødvendigvis altid har en negativ sammenhæng (Bello et al., 2012). Leblanc (2010) beskriver, at resultaterne i de publicerede studier afhænger af kvaliteten af data og de analytiske metoder, der bruges. Det er derfor ikke klart om der er en egentlig sammenhæng mellem høj ydelse og høj fertilitet (Leblanc, 2010).

Modellerne i denne opgave er lavet for udvalgte tilgængelige parametre med antagelse om særlig påvirkning af reproduktionen (tvillinger, tilbageholdt efterbyrd og metritis) eller særlig påvirkning af topydelsen (kælvningsinterval, behandlinger, tvillinger, nykælverhuld, huldtab, goldperiode og ydelse i forrige laktation). I modellen for topydelsen testes biologisk interessante interaktioner, blandt andet testes det om kælvningsintervallet interagerer med nykælverhuld og huldtab i goldperioden, og har betydning for topydelsen.

### **Afsnit om datakvalitet**

De brugte data er alle data fra kvægdatabasen, og registreret af forskellige mennesker. Mennesker har forskellige tærksler for, hvornår de synes dyr skal behandles. Når det kommer til analyser og vurdering af data, er det derfor en fordel, hvis samme person har indsamlet alt data. I dette

tilfælde, hvor data fra nykælverundersøgelserne benyttes er det derfor godt at vide om det er besætningsdyrlægen, der har lavet alle undersøgelserne. Hvis flere forskellige dyrlæger har indsamlet data, vil der være en sandsynlig variation mellem vurderingerne. Resultater af analyser foretaget på baggrund af sygdomsdata fra dyrlæger, kan være påvirket af variation og bias, da dataindsamlingen afhænger af de forskellige dyrlægers baggrund og forskellige behandlingskriterier. Sammenhængen mellem sygdom og behandlinger kan ikke i alle besætninger indsamles systematisk, særligt ikke i tilfælde, hvor behandlingskriterierne afhænger af en kombination af forskellige faktorer. Variation og bias i data baseret på kliniske undersøgelser afhænger af dyrlægens individuelle opfattelse af formålet, samt dyrlægens motivation for at indsamle data. Observatører indenfor samme besætning burde være i stand til at indsamle unbiased data. Erkendelse af interaktioner mellem forskellige folks beslutninger og motivationer for sygdomsregistrering og datakvalitet kan føre til bedre datakvalitet og bedre fortolkninger af kvantitative analyser (Lastein et al., 2009). Landmænd vil oftest vægte nogle køer højere end andre. Vaarst et al (2002) beskriver at landmænd har forskellig tærskel for hvornår man behandler for sygdom, afhængig af hvilken ko der bliver syg. Favoritkøer; køer med høj ydelse, god yverkvalitet, god reproduktion og af godt temperament, behandles hurtigere og ved lavere tærskel end øvrige køer (Vaarst et al., 2002).

Dette speciale er en demonstration af principper til frembringelse af lokal evidens for sammenhænge mellem kælvningsinterval, relevante kliniske parametre omkring goldperioden, reproduktion og topydelse i den efterfølgende laktation; herunder tværdisciplinær undersøgelse af datas oprindelse og datakvalitet.

### Objektiver og hypoteser

- 1) Kvalitativ deskriptiv undersøgelse af beslutninger og data i relation til reproduktion-cyklus og opstart af laktationen
- 2) Undersøgelse af kvantitative datakvalitet på udvalgt klinisk parameter; overensstemmelse indenfor og mellem observatører
- 3) Retrospektive observationelle studier;
  - a) univariable analyser af sammenhænge mellem kælvningsinterval, kliniske parametre og dage til drægtighed
    - H0: der er ingen sammenhæng mellem kælvningsinterval og udvalgte kliniske parametre og tid til drægtighed
  - b) multivariable analyser af sammenhænge mellem kælvningsinterval, kliniske parametre og topydelse i den efterfølgende laktation.

- H0: Der er ingen sammenhæng mellem kælvningsinterval, udvalgte kliniske parametre og EKM60

## **Metodeafsnit**

### **Materialer**

#### **Besætningsbeskrivelse inkl. relevant management**

Dette speciale er et casestudie på én kommerciel malkekvægbedrift med 535 årskøer og 11332 kg EKM i årsydelse. Der malkes med 8 A5 Lely robotter fordelt i 2 åbne stalde med 310 køer i en sengebåsestald og en dybstrøelsesstald med 150 køer, herunder nykælvede og kælvekvier. Goldkøerne er i fare-off perioden opstaldet i sengebåse, de rykkes i close-up dybstrøelse kælvehold 3 uger før forventet kælvning. På appendix 1 kan skitse over stalden findes.

Alle køer fodres med TMR fuldfoderblandinger; indeholdende majs samt lucerne og i gennemsnit 4,5 kg kraftfoder i robot indtil 4 uger før afgoldning. Goldkøer fodres med fare-off TMR fra goldning og indtil 3 uger før forventet kælvning. 3 uger før forventet kælvning flyttes ind i kælveholdet, hvor de fodres med magnesiumchlorid forsuret close-up TMR.

#### **Data til delstudie 1 - beslutningsprocesser**

##### **Kvalitativ deskriptiv undersøgelse af beslutninger og data registrering**

De kvalitative data er opsamlet af den specialestuderende på en fast ugedag; inspireret af etnografisk feltarbejde med et bestemt tema: menneskelige handlinger og beslutninger relateret til management og data vedrørende reproduktion og goldperiode. Fra medio september til ultimo november blev der foretaget 13 besøg a 3-4 timer. Data (observationer, huldscoringer, udsagn/åben dialog + noter) er baseret på besætningens medarbejders (driftsleder, besætningsejere og besætningsdyrlægens) velvilje og åbenhed til at fortælle, hvorfor og hvordan management procedurer og dataregistrering blev udført i praksis. Den høje besøgsfrekvens og tætte observation har affødt både en fortrolighed, som har medført reduceret risiko for bias og misforståelse, samt givet svar på mange spørgsmål, som ikke ville have været stillet under det mere formaliseret semistrukturerede interview. Data indeholder informationer omkring strategien for løbning og goldperiodelængde, omkring behandlinger og registreringer af disse, samt informationer om dyrlægens arbejde i besætningen.

## **Data til delstudie 2 - overensstemmelse mellem observatører**

### **Delstudie 2a – intraobservatør overensstemmelse**

Huldscoringdata er opsamlet af den studerende på en anden gård end casebesætningen med nem mulighed for fiksering af kørerne. I alt 60 kør blev af 3 omgange bundet op og huldscoret 2 gange med 30 minutters mellemrum. Huldscoringen blev foretaget ud fra huldvurderingssystemet udviklet af Kim Ferguson, Pennsylvania State University - 5 point skala med kvarte point. (Ferguson et al., 1994). Studiet laves for at belyse og træne intraobserver overensstemmelse for den studerende inden delstudie 2b. Overensstemmelsesgraden bliver belyst gennem beregning af vægtet kappa i R, og vurderes ud fra Houe et al., 2004.

### **Delstudie 2b – interobservatør overensstemmelse**

Data blev indsamlet over 13 dage på hhv. 122 goldkør og 133 nykælvede kør. Huldscoring blev foretaget uafhængigt af de to observatører; den praktiserende dyrlæge og den specialestuderende. Ved telefonisk kontakt har den studerende forhørt sig om besætningsdyrlægens valg af huldscoringssystem. Der er inden den studerende påbegyndte huldscoring ikke foretaget en kalibrering af dyrlægen og den studerende i mellem. Løbende er der blevet spurgt ind til besætningsdyrlægens scorer, for at få et indblik i hvordan dyrlægen bruger huldscoringskalaen. Alle huldscoringer er foretaget ud fra huldvurderingssystemet udviklet af Kim Ferguson, Pennsylvania State University - 5 point skala med kvarte point (Ferguson et al., 1994). Overensstemmelsesgraden bliver belyst gennem beregning af vægtet kappa i R, og vurderes ud fra Houe et al., 2004.

## **Data til delstudie 3 – uni- og multivariabel analyser**

Databehandling til dette delstudie er foretaget på eksisterende besætningsdata fra forskellige datakilder. Data er hentet gennem Kvæg Databasen vha. VPR [1] og 'analysedatasæt'-funktionen. Data fra ca. 2½ år er brugt (01.01.2019-22.09.2021). Det oprindelige datasæt består af 1638 observationer fordelt på 126 forskellige variabler. En observation per ko per laktation, da datasættet indeholder data for ca. 2 ½ år, kan samme ko optræde flere gange. Datasættet fås i semikolon separeret form, eksporteret, redigeret og analyseret i R og RStudio (Version 1.4.1103 © 2009-2021 RStudio, PBC) vha. følgende pakker readr, tidyverse, irr, dplyr, survival, servminer, gridExtra, car, nlme, tidyr og interactions.

## **Beskrivelse af datakilder**

### **Landmands registrerede data.**

Medarbejderne på ejendommen benytter data fra Lely transponderne i deres praktiske arbejde med køerne, og vurdering af køerne på enkelt kos niveau. I enkelte tilfælde bruges ydelseskontrol data til at vurdere, hvordan det overordnet går i besætningen, samt hvilke køer der skal udsættes. Det er ud fra Lelyprogrammet at de finder køer, som skal tjekkes op på. I lelyprogrammet findes siden 'sundhedsrapport', hvor sygdomsindekser beregnes for hver enkelt ko. Disse sygdomsindekser bruges til at finde syge dyr, der har brug for behandling. Køer, hvor der ved nærmere undersøgelse findes noget unormalt, fx klumper i mælken eller dårlige ben, behandles ud fra vejledningerne og beslutningstræer i besætningsdiagnoserne. Ligger en ko efter kælvning med kolde øre og ikke kan rejse sig, gives hun en flaske Calciject 40 vet, 250 ml (scanvet) for mælkefeber, kommer koen ikke på benene af denne ene behandling, ringes der efter dyrlægen. Når koen behandles, skriver medarbejderne behandlingen og hvornår hun skal genbehandles ned på en blok. Behandlingsdata; ko-nummer, diagnose (> referer til LK-kode) og anvendt medicin overføres ved lejlighed af ejer til Kvægdatabasen.

### **Inseminør registrerede data.**

Inseminøren registrerer insemineringerne og valg af sæd til den enkelte ko. I besætningen undersøger inseminøren fast hver onsdag for drægtigheder. Undersøgelse af drægtighed foretages fra dag 40-42, og bekræftes enten ved palpation eller ved brug af ultralydsscanner. Inseminøren registrer alle data (ins\_dato og drægtighedsundersøgelses dato og resultat) direkte i stalden ved brug af sin smartphone. Data overføres automatisk fra telefonen og direkte til kvægdatabasen.

### **Dyrlæge registrerede data.**

Besætningsdyrlægen kommer ugentligt i besætningen. I forbindelse med besætningsbesøget undersøges nykælvere og goldkøer, de kliniske parametre registreres. De kliniske observationer noteres undervejs af landmanden, i et skema på papir med gennemslag, hvor dyrlægen tager det ene ark med hjem, og sekretæren overfører data til kvægdatabasen. Sekretæren fakturerer behandlinger ud fra tilbageholdelsessedler og gennem faktureringsystemet overføres disse behandlingsdata til kvægdatabasen. Nykælvede dyr undersøges ugentligt ved dag 5-12 efter kælvning. Ved undersøgelsen af de nykælvede dyr, registrerer dyrlægen huld, skede-, bør- og yverscore. Huld vurderes ud fra Fergusons huldscoreskala fra 1-5, mens skede-, bør- og yverscore vurderes på en skala fra 1-9. Besætningsdyrlægen benytter sig ikke af den fulde skala, men bruger i stedet følgende værdier på skalaen 0, 3, 5 og 7 for bør og skede score. Hvis en ko scorer 5 eller der over i



børscore, behandles hun for metritis. I forbindelse med undersøgelse af den nykælvede ko manipuleres uretra. Ved manipulation af uretra fås urin til undersøgelse for ketose. For at vurdere niveauet af ketose bruges Kruuses urin multistik, på denne stik aflæses urin pH samtidigt. Ketose vurderes på en skala fra 1-6. Hvis en ko scorer over 3 i ketose, behandles koen af dyrlægen med glykokortikoid og vigophos. Har en ko urin pH på  $\leq 7$ , eller score højt ( $>4$ ) i ketose, lytter dyrlægen altid på koen, for at sikre at den ikke står med en løbelidelse.

### **Ydelse data**

Køernes ydelses registreres dagligt i Lelyprogrammet, samt ved de 11 årlige RYK ydelseskontroller. Her indsamler RYK mælkeprøver, og Eurofins analyser disse [2].

## **Metoder**

### **Overensstemmelse mellem kliniske parametre bedømt af forskellige observatører**

Kappa  $\kappa$  kan bruges til at beregnes overensstemmelsen mellem to observatører, hvis observatørerne har kigget på det samme parametre; her kliniske parametre som eks. huld. Kappa er en beregning af overensstemmelse, hvor der tages højde for tilfældig overensstemmelse. Kappa kan maksimalt være 1, hvor der er perfekt overensstemmelse. Hvis kappa er 0 indikerer det, at der ingen overensstemmelse udover tilfældigheder er (Houe et al., 2004). Tolkningen af resultatet er forbundet med udfordringer, idet kappa afhænger af prævalenserne i hver kategori, samt antal og rækkefølgen af kategorier. Derfor er det ikke optimalt at sammenligne kappa mellem studier. Kappa tager ikke højde for rækkefølgen af kategorier, når kategorierne er ordinale. Derfor er vægtet kappa  $\kappa(w)$  udviklet. Vægtet kappa tager højde for graden af uenighed, idet denne vægtes efter størrelsen af uoverensstemmelse. Observationer, der ligger langt fra hinanden på den diagonale linje, vægtes højere end mindre uoverensstemmelser, der ligger tæt på hinanden (Houe et al., 2004).

### **Deskriptive analyser**

Deskriptive analyser laves i R vha. funktionerne *table* og *summarise*.

*Table* funktionen bruges til at få et overblik over fordelingen af kategoriske variable som fx den procentuelle andel køer i hver paritetsgruppe og tvillinger. *Summarise* funktionen bruges ved kontinuerlige variable. Ved brug af *summarise* funktionen findes minimum, gennemsnittet, medianen, maksimum, samt forskellige percentiler fx p25, p66 og p75. Funktionen *ggplot* bruges til

at illustrere kontinuerlige variabler. Ud fra ggplottet og de beregnede percentiler, kan det vurderes om kontinuerlige variabler er normalfordelt. De deskriptive analyser er lavet, for pariteterne hver for sig. Flere variable så som pEKM, goldperiode, huldtab og kælvningsinterval, er kun relevant for 2. og 3. + paritet.

## Kaplan Meier

### Teknisk beskrivelse af model - dage til drægtighed.

Kaplan Meier modeller er en 'time to event'-analysemodel ('tid til hændelse'; her 'dage til drægtighed') som kun kan håndtere brug af kategorisk X variable, en ad gangen. Den grafiske fremstilling af denne analyse metode er en trinvis kurve, hvor grafen vil gå et trin ned, for hver gang et dyr oplever hændelsen (Rich et al., 2014). Kaplan Meier har den fordel, at antagelsen om den inddragne hændelse, ikke behøver at være ligeligt fordelt over hele intervallet. Der findes et tidsinterval for hver observation, til den valgte hændelse, Kaplan Meier passer derfor bedst til studier med få observationer. Hvis der laves Kaplan Meier modeller for studier med mange observationer, fås en graf med mange intervaller (Dohoo et al., 2003). Der findes multivariable metoder, der kan håndtere lignende datatyper (eks. Cox proportional hazard modeller (Jeyaseelan et al., 1999)).

Censorede observationer indgår efter censorering ikke længere i risikogrundlaget for drægtighed. Efter den første observation er blevet censoreret, bliver kurverne for drægtighed et estimat, da vi ikke ved om dyret ville have oplevet hændelsen (drægtig) senere (Rich et al., 2014). 'Right censoring' finder sted når dyret forlader studiet, inden hændelsen optræder (eks. dør), eller hvis hændelsen ikke er sket inden studiets afslutning (dvs. ikke drægtig ved dataudtrækning) (Dohoo et al., 2003). I denne opgave finder 'right censoring' sted, hvis dyret er afgang fra besætningen før den er drægtig, og derfor har en afgangsdato ("afg\_dato"), eller hvis dyret ikke er konstateret drægtig, før d. 22.9.2021, hvor data er trukket fra kvægdatabasen.

Ved hjælp af Kaplan Meier kan 2 grupper inden for den valgte variabel hurtigt sammenlignes. 50% percentilen for de to kurver kan aflæses, og tiden til hændelse for grupperne kan aflæses på x-aksen. Kaplan Meier modellen udregner en p-værdi. P-værdien beregnes vha. log rank test. Log rank testen beregner chi-i-anden for tid til hændelse for hver gruppe og summere resultaterne (Rich et al., 2014). Ud fra p-værdien opgivet i plottet, er det altså ikke muligt at vide, hvad p-værdien for sammenligning af de enkelte grupper er. Dette kræver at kun to grupper plottes i samme graf.

Kaplan Meier bruges i denne opgave til at finde outcomet 'dage til drægtighed'. Modellen er en survival analyse, hvor x-aksen er dage til drægtighed og y-aksen er procent åbne (ikke drægtige) dyr. Modellerne for udvalgte parametre med antagelse om særlig påvirkning af reproduktionen eks. tvillinger og repro behandlinger (tilbageholdt efterbyrd og metritis) laves enkeltvis for hver paritet, mens Kaplan Meier analyserne på kælvningsinterval laves på 2. og 3. + paritetskøerne. I nedenstående tabel 1 er variabler til modellen opgivet. Uddybende tabel kan findes i appendix 2.

Variabel	Definition	Datatype	Bemærkning
<b>Days</b>	Variablen "days" findes ved at trække "klv_dato" (kælvningsdatoen) fra "date". "Days" angiver tid til hændelse. Enhed; dage	Kodes som dato	'Date' er datoen, hvor koen enten er blevet drægtig (ins_dato), udsat eller datoen for studiets afslutning.
<b>Drægtig</b>	Variablen "drægtig" er en logistisk variabel, og kodet som true, hvis der er en registrering af positiv drægtighed (pos_dr), med den tilhørende 'date' lig datoen for sidste inseminering (ins_dato)	Logistisk variabel	
<b>Twin</b>	Beskriver om koen har fået tvillinger eller ej. True/falsk. True = tvilling	Logistisk variabel	
<b>Repro_treat</b>	Variablen "repro_treat" beskriver om den enkelte ko er blevet behandlet for enten tilbageholdt efterbyrd eller metritis.	Kategorisk variabel ( <i>no repro treatment, EB treatment eller metritis treatment</i> )	Hvis koen har modtaget en behandling for tilbageholdt efterbyrd, og metritis, fremgår denne kun i kategorien for EB treatment. En ko kommer i kategorien <i>metritis treatment</i> , hvis den er behandlet for metritis uden foregående behandling for tilbageholdt efterbyrd.
<b>Kælvningtlængde</b>	Denne variabel består af kælvningsinterval inddelt i 4 intervaller. Enhed; dage.	Kategorisk variabel ( <i>kort, medium, langt, meget langt</i> )	Kælvningsintervallet 'kort' er angivet som værende fra min til p25 (p25= 25% percentilen). 'Medium' fra p25 til p75. 'Langt' fra p75 til p92. 'Meget langt' fra p92 til max.

Tabel 1: Oversigt over model variable til Kaplan Meier

## Kaplan Meier analysemodel

Efter ønskede variabler er kodet, kodes survival objektet (surv\_preg). Objektet kodes ved hjælp af *Surv* funktionen i R. Tiden er "days" og event er "drægtig". Dernæst laves Kaplan Meier kurverne, som gøres ved at sætte surv\_preg objektet ind i funktionen *survfit*, hvor kurverne laves for de forskellige variable en ad gangen. Kaplan Meier kurverne dannes ved brug af *ggsurvfit* funktionen. De forskellige variabler kodes i forskellige modeller. Ud fra de plottede Kaplan Meier kurver kan dage til drægtighed afhængig af variabelen aflæses på x-aksen. På plottet fremgår det af long rank test p-værdien, om der er signifikant forskel på variablerne. Kurver med mere en 2 grupper fx kælvningsinterval deles efterfølgende op. Dette gøres for at være sikker på, om der er forskel og mellem hvilke grupper, der er signifikant forskel.

## Multivariable analyse

Der laves en multivariabel model, der belyser udvalgte parameters sammenhæng (særligt kælvningsinterval) med en relevant produktionsparameter; den model-estimerede ydelse på dag 60 (EKM60). Denne ydelsesparameter anvendes i dansk veterinær rådgivning (Lastein, 2012).

### Beskrivelse af variabler til modellen.

Der laves en separat model for hhv. 1., 2. og 3.+ paritetskøerne. Grunden til at der laves flere modeller, er at de forskellige pariteter har forskellige risikofaktorer, samt at kælvningsinterval og goldperiode ikke er relevant for 1. kalvs køerne. Modellerne laves ud fra udvalgte variable med formodet indflydelse på topydelsen. Som outcome variabel af modellen vælges EKM60.

Kg EKM på dag 60 ("EKM60") er et estimeret punkt estimat for, energikorrigerede mælk på dag 60 i laktationen. EKM60 er modelleret vha. to styk lineær model på baggrund af individuelle køers ydelseskontrollodata vha. vpr.kvl.dk (Krogh & Enevoldsen, 2012). EKM60 kaldes også topydelsen. EKM60 er beregnet eller fremskrevet for alle dyr med en eller flere YKTR. Øvrige køer dvs. døde eller udsat før første ydelseskontrollering udgår derfor af analyserne, hvilket bidrager til selektionsbias.

Ud fra VPR datasættet med 126 variabler, laves et nyt datasæt med variabler, der findes relevante for denne analyse. Variabler der forventes at have indflydelse på koens ydelse i start laktationen medtages jf det causale diagram, se appendix 3. Ud fra det causale diagram er følgende variabler udvalgt til analyserne (tabel 2). I appendix 4 kan en mere fyldestgørende tabel findes.

Variabel	Definition	Datatype	Bemærkning
<b>Ckly_interval</b>	Centreret kælvningsinterval omkring p66, for hhv 2. og 3+ kalvskøerne. Enhed; dage.	Kontinuerlig variabel	Centreres omkring p66, da det er de lange kælvningsintervaller der er interessante.
<b>Huld_tab</b>	Huld tabet i goldperioden findes ved at trække huld ved nykælver-undersøgelsen ("nyk_huld") fra huld ved goldning ("gold_huld") i forrige laktation.		
<b>cAge1kly_m</b>	Alder ved første kælvning centreret omkring p66. Enhed; mdr.	Kontinuerlig variabel	Centreres omkring p66, da det er de 'gamle' dyr der er interessante.
<b>cpEKMtotal</b>	pEKMtotal centreret omkring gennemsnittet for hhv. 2. og 3+ kalvskøerne. Enhed; /1000 kg EKM		
<b>Twin</b>	Tvillinger ("twin") er en dikotom variabel, der er kodet som 0/1 af landmanden. 0= enkelt kalv, 1 = tvillinger.	Dikotom logistisk variabel.	
<b>Cnyk_huld</b>	Centreret nykælverhuld omkring gennemsnittet for paritetsgruppen.	Ordinal variabel	
<b>Treatments</b>	En samlet variabel, indeholdende 7 udvalgte sygdomsbehandling. Treatments kodes, så den angiver om dyret har modtaget 0 = ingen sygdom, 1 eller 2 og flere behandlinger i laktationen.	Numerisk variabel (0,1,2)	De 7 sygdomsbehandlinger der indegår i treatments er; mælkefeber, tilbageholdt efterbyrd, ketose, metritis, løbelidelse, fordøjelseslidelse, tidlig yvertændelse.
<b>Goldperiode_kat</b>	Goldperioden kategoriseres som værende hhv. under 50 dage, eller lig med og over 50 dage.	Kategorisk variabel	

Tabel 2: Oversigt over modelvariable til den multivariable model for EKM60.

Der laves 3 datasæt, hvor 1. par, 2. par og 3.+ paritetskøerne opdeles.

Datasæt par 1 udelukkes for manglende værdier i variablene; "EMK60", "cAge1klv\_m", "cnyk\_huld". Datasæt for par 2 og par 3+, udelukkes for manglende værdier i variablene "EKM60", "cklv\_interval", "cpEKMtotal", "goldperiode\_kat", "cnyk\_huld" og "huld\_tab".

I datasættet for 2. og 3. paritetskøerne udelukkes køer med kælvningsinterval < 300 dage (drægtighed + en cyklus  $\approx$  300 d). Disse udelukkes for at sikre at meget korte kælvningsintervaller (= aborter) ikke påvirker resultaterne. I resultater kan en oversigt over antal observationer, der er udelukket ses.

### **Multivariabel lineær regressionsmodel**

De tre modeller er lavet ved brug af *lm* og *lme* funktionerne i R. *lme* funktionen med random effect benyttet til modellen for 3+ kalvskøerne, da der i denne gruppe er mulighed for at samme ko optræder flere gange, hvorfor observationerne ikke længere af uafhængige.

Modellerne køres og ved brug af 'backward elimination' fjernes ikke signifikante variable (p-værdi > 0.05) fra modellen en ad gangen, startende med variabelen med den højeste p-værdi (Dohoo et al., 2003). Kælvningsintervallet fastholdes i modellen. Modellen køres til alle indeholdende variable har en signifikant p-værdi (<0.05), eller en tendens til signifikant p-værdi (<0.1) (liberal p-værdi, (Dohoo et al., 2003)), med undtagelse af kælvningsinterval, der fastholdes i modellen. Biologisk interessante interaktioner testes, der testes om kælvningsinterval interagerer med nykælverhuld og huldtab i goldperioden, og har betydning for topydelsen.

Modellen for 1. paritet indeholder som start variablene "EMK60", "twin", "nyk\_huld" og "cAge1klv". Ved brug af *ggplot* illustreres modellen for 1. kalvskøerne.

Modellen for 2. og 3. paritets køerne indeholder som start variablene "EKM60", "cklv\_interval", "cpEKMtotal", "cgoldperiode", "nyk\_huld", "huld\_tab", "twin" og "treatments".

Modellerne testes for antagelser om normalfordelte residualer vha qq plot. Statistisk signifikante interaktioner illustreres vha funktionen *interact\_plot*.

## **Resultater**

### **Delstudie 1 – Beslutningsprocesser**

#### **Beskrivende analyser af reproduktions-datas oprindelse; beslutningstagningsprocesser og kvalitet**

Behandlingsdata: Alle køer kælver i et stort fælles hold. Kvierne kælver i enkelt kælvningsbokse. Alle, både køer og kvier, der kælver ind tildeles hurtigst muligt efter kælvning 20 liter vand med

AgroVit® AfterCalving pulver fra Viking. Efter koen har drukket dette, flyttes hun ind i separationen ved siden af. Her får alle ældre køer ( $\geq 4$  paritet) indgivet en kalkbolus (Bovicalc® [3]), har en 2. eller 3. kalvs ko kolde ører gives hun ligeledes en kalkparton. Det er driftslederens indtryk at forsuring og indgivelse af kalkbolus er årsag til, at de sjældent har behov at for at give en flaske Calciject 40 Vet til en liggende mælkefeber ko. Hvis en ko kælder om natten eller i løbet af formiddagen, malkes hun første gang om eftermiddagen. Hvis hun kælder om eftermiddagen, malkes hun næste morgen. Besætningen malder aldrig mere end 4 kg mælk af nykælver de første par malkninger, grundet overbevisningen om at det forhindrer køerne i at få mælkefeber.

Har en ko tilbageholdt efterbyrd forsøges denne løsnet, hvorefter der fast ilægges en Terramycin® Vet. Uteritorier børstet. Har koen feber, mistænkes yver og bør altid. Driftslederen tjekker da yveret, hvis der findes forandringer i mælken eller der er udslag på CMT behandles koen for yverbetændelse. Er der ikke noget at finde i yveret og koen har feber, behandles hun for børbetændelse. Koen behandles ligeledes for børbetændelse hvis hun har ildelugtende flåd. Kun dyrlægen undersøger børen, så medarbejdere har ikke armen i køerne for at tjekke for børflåd. At medarbejdere ikke tjekker for børflåd, kan medføre at køer der reelt ikke har børbetændelse, men måske fejler andet, behandles for børbetændelse, og det kan give et forkert billede af de faktiske børbetændelsesbehandlinger.

Nykælvere har adgang til hø og foderkridt de første dage efter kælvning, imens de går i separationen. I separationen har driftslederen ekstra mulighed for at holde godt øje med de nykælvede køer. Herfra drives de 2 gange dagligt til robotterne. Køerne lukkes først ud i den store flok når det vurderes at de er friske og er kommet i gang. Hvis der er køer der hænger lidt, har fået tvillinger eller har høj fedtprocent, gives der propylenglykol. Besætningen har ketosticks liggende, men bruger dem sjældent, der stoles på robotdata vedrørende fedtprocenten, og koen gives på baggrund af mistanke om ketose propylenglykol.

Besætningen har problemer med, at ældre højtydende køer får *E. coli* yverbetændelser, disse behandles med antibiotika. Fra 1/6 2021 blev det lavet om, så det ikke længere er tilladt at have besætningsdiagnosen 'akut yverbetændelse' med bredspektret antibiotika. Behandlingen skal nu ske på baggrund af resistensundersøgelse [4]. Besætningen har haft et ønske om, at kunne fortsætte med at behandle akutte yverbetændelser med bredspektret antibiotika. I samråd med besætningsdyrlægen har de fra 1/6 2021, ved de akutte yverbetændelser brugt besætningsdiagnosen 'fremmedlegeme'. Disse behandlede akutte yverbetændelser indgår derfor ikke i gruppen for mastitisbehandlede dyr. Det skal dog holdes for øje, at ikke alle fremmedlegemebehandlinger er

køer med akutte yverbetændelser. Driftlederen vælger på baggrund af hvor syg koen er, samt ved visuel inspektion af mælken, om koen skal behandles som en almindelig yverbetændelse, eller om de tror det er *E. coli* og koen behandles med 'fremmedlegeme' besætningsdiagnosen.

Alle køer har halsrem med Lelytransponder på. Denne transponder registrerer hvornår koen er malket, hendes aktivitet, tyggetid og drøvtygning. Transponderen snakker sammen med Lely programmet på computeren, når en ko malkes kan ledeevne, celletal, temperatur, fedtprotein ratio, fedtprocent og antal kg ses. Hvis der hos en ko ses ændringer i fx mælkeydelse, aktivitet, tyggetid eller celletal og ledningsevne, kommer denne på sundhedsrapport-listen. Hvis en ko optræder på sundhedsrapportlisten med et sygdomsindex på over 70, bliver der holdt ekstra øje med koen eller tjekket op på hende, evt. tages hun med til tjek ved næste dyrlægebesøg.

Hvis en nykælvet ko for eksempel falder i ydelse eller tyggetid, har medarbejderen et stetoskop, som bruges til at lytte efter, om koen kunne stå med en løbelidelse. Er det tilfældet, at der findes en venstresidig løbedisllokation, ringes der efter besætningsdyrlægen. I samråd beslutter ejer og dyrlæge, om koen skal opereres. Hvis koen findes med en løbelidelse, registreres dette gennem dyrlægens behandling, som løbelidelse i Kvægdata-basen.

Til vurdering af hvornår en ko skal behandles for yverbetændelse, bruges ledningsevne og celtalsmåling i Lelyprogrammet. Hvis en ko stiger i ledningsevne, tjekkes koen manuelt vha. visuel inspektion af mælken samt brug af CMT af en medarbejder. Er der forandringer i mælken, tages en mælkeprøve og koen behandles for yverbetændelse jf. besætningsdiagnosen.

På dag 5-12 tjekkes alle nykælvede køer af besætningsdyrlægen. Her tjekkes bør, skede og ketose, samt scores huld og yver. Eksempel på udfyldte scoreskemaer kan ses på appendix 5. Hvis en ko scorer over 3 ud af 6 i ketose behandles hun med binyrebarkhormon og vigophos, samt tildeles af medarbejdere propylenglykol i de efterfølgende 3 dage. Hvis hun scorer 7 i bør af dyrlægen til nykælvertjekket og hun ikke er i behandling for metritis, ilægges dyrlægen en Terramycin® Vet. Uteritorier børstav. Besætningsdyrlægen bruger ikke de forskellige skalaer fuldt ud, men har tilpasset dem i løbet af årene. Til skede- og børscore bruger dyrlægen skalaen 0, 3, 5 og 7, i stedet for den fulde skala 0-9. Scorevurderingsskema kan ses på appendix 6.

Reproduktionsdata: Besætningen starter med at inseminere køerne fra omkring 40-45 dage efter kælvning, hvis de viser brunst. Vurdering af brunst foregår næsten udelukket ved hjælp af Lelytransponderen. Ud fra koens aktivitet og historik vurderes det om koen skal meldes til inseminering. Et kig i data viser at 37 køer insemineres inden dag 40, mens 181 ud af 1638 insemineres inden dag 45. Har en ko mere end 40 kg mælk omkring dag 45, kan driftlederen godt finde på at

springe koen over og først inseminere hende i næste brunst. Har en ko ikke vist brunst før dag 80, kommer hun på reprotlisten og tages med til tjek ved næste dyrlægebesøg. Findes der et aktivt CL ved disse reprotkøer, gives de en prostaglandin injektion (PG) (Br\_ind, LK kode 8) køer insemineres så i løbet af ugen, hvis de viser brunst. Hvis de PG behandlede køer ikke viser brunst i løbet af ugen tages de fast med til inseminøren om lørdagen, med en note til inseminøren om at de har fået PG.

Besætningens insemineringsstrategi er, at de 15% dårligste køer baseret på NMT-værdi insemineres med kødkvægssæd, øvrige køer insemineres de 3-4 første gange med Holstein, derefter bruges kødkvægssæd. Der benyttes ikke kønssorteret sæd til køerne. Det seneste år har besætningen haft en insemineringsprocent på 69% og en drægtighedsprocent på 46% . Ligeledes kan ses, at besætningen de seneste 12 mdr har brugt 48.5% kødkvægssæd hos køerne. Antallet af gange den enkelte ko løbes er meget individuelt fra ko til ko, hvor driftslederen vurderer hver enkelt ko. Vurderingen laves særligt ud fra koens sygdomshistorik, yvereksteriør, ydelse og celletal. Normalt løbes køerne ikke hvis de er mere end 200 dage efter kælvning.

Alle køer drægtighedsundersøges fast en gang ugentligt af inseminøren fra dag 42 efter kælvning, hvis ikke de har været i brunst og er insemineret igen inden da. Som noget nyt har besætningen i samråd med inseminøren snakket om, at de vil til at scanne efter drægtigheder, for dermed at få fundet køer, der venter tvillinger.

Når køerne er konstateret drægtige, beregner computeren en forventet kælvningsdato og gold-dato. På dag 62 før forventet kælvning kommer koen på afgoldningslisten. Der afgoldes fast en gang ugentligt, og altid enten 5 eller 10 køer. Antallet tilpasses mængden af doser i vaccineflaskerne. Køer på afgoldningslisten tættest på kælvning tages om tirsdagen med til dyrlægetjek. Her tjekker dyrlægen om koen er drægtig, samt der scores yver og huld. Forinden dyrlægetjekket er køerne malket. Står en ko med over 30 kg mælk når hun kommer på afgoldningslisten, får hun en ekstra malkeuge, inden hun afgoldes den efterfølgende uge. I data kan det ses at køer med huld over 3.5 (194stk) i gennemsnit har en goldperiode på 56 dage, mens køer med huld mindre eller lig med 3.5 (287 stk) i gennemsnit har en goldperiode på 49 dage.

Drægtige køer flyttes tirsdag over i den gamle stald, hvor køer til afgoldning går i et lille hold for sig og tildeles far-off goldkofoder. Køerne bliver først malket igen en enkelt gang torsdag morgen. Efter koen er malket sidste gang, skriver driftslederen ind i Lely, at koen er blevet goldet. Data fra Lely overføres gennem et program til DMS. Det vides derfor at den golddato, der er opgivet i DMS er overensstemmende med den faktiske golddato.



Efter denne sidste malkning goldbehandles valgte køer, samt alle køerne patteforsegles. Efter køerne er blevet patteforseglet og muligvis goldbehandlet, lukkes de ind i det store fælles far-off goldkoafsnit. Da dette far-off goldkoafsnit er lidt en flaskehals i besætningen, har de valgt at multipare goldkøer, der scores med huld over 3.5 ved afgoldning, i sommerperioden (maj – september) lukkes på græs i 14 dage. På græsfolden tildeles køerne far-off goldko TMR. Cirka 3 uger før forventet kælvning rykkes goldkøen fra far-off holdet ind i close-up holdet, hvor de går til de har fået kalv. Close-up holdet går i en stor dybstrøelse, hvor de har adgang til magnesiumchlorid forsuret close up TMR-foder. Efter en uge på det forsurrede foder bindes 5 køer op, og besætningsdyrlægen tjekker urinpH. Herved har besætningen mulighed for, at følge med i om goldkøerne forsures som forventet. Ifølge besætningen skal goldkøerne gerne have en urin pH på 6,5. Efter tjek bruges disse pH-værdier til at vurdere om der skal ændres i mængden af magnesiumchlorid, der tilsættes goldkofoderet.

## Delstudie 2

### Intraobserver agreement

Fordelingen af huldscorerurveringer kan ses i tabellen nedenfor.

		Anden huldvurdering									
		2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5
Første huldvurdering	2,25	III	IIII								
	2,5		II	I							
	2,75	I	I	IIII IIII III	IIII						
	3			IIII	IIII IIII						
	3,25			I	I	IIII I	I				
	3,5					I	III				
	3,75										
	4										
	4,25										I

Vægtede kappa = 0.883.

### Interobserver agreement

Goldkøer – huldvurdering.

		Studerende							
		2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5
Besætning	2,75								
	3		III	II					
	3,25	I	II	IIII IIII IIII II	IIII				
	3,5			II	IIII IIII IIII IIII IIII IIII III	IIII			

sdyr læge	3,75				IIII IIII IIII	IIII IIII IIII IIII			
	4					IIII	IIII IIII		
	4,25						I	I	I
	4,5								I

Vægtede kapp for goldhuldvurdering besætningsdyrlæge og studerende i mellem = 0.873.

Nykælvere – huldvurdering.

		Studerende					
		2,75	3	3,25	3,5	3,75	4
Be- sæt- nings- dyr- læge	2,75	III					
	3	III	IIII IIII I	III	I		
	3,25		III	IIII IIII IIII IIII II	IIII		
	3,5			IIII IIII IIII I	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	I	
	3,75				IIII III	IIII IIII II	
	4					I	IIII

Vægtede kapp for nykælverhuldvurdering besætningsdyrlæge og studerende i mellem = 0.857

### Delstudie 3 – kælvningsintervallets indvirkning på topydelse og dage til drægtighed

#### a) Kaplan Meier – dage til drægtighed

##### Deskriptive analyser

Kørerne er fordelt på pariteter (tabel 3).

Ud af de 1638 dyr er 1154 drægtige i perioden, 484 dyr har ikke koden for positiv drægtighed, og censureres derfor fra i

Paritet	1	2	3+	
	527	473	638	
Total - alle				1638
Total 2.+ 3.+				1111

Tabel 3: Fordeling af kørerne på paritet

Kaplan Meier analysen. I perioden kælvner 1538 køer med en enkelt kalv, mens 70 får tvillinger. I relation til behandlinger for reproduktionslidelser postpartum blev 6 behandlinger for tilbageholdt efterbyrd udelukket, da de er givet mere end 4 dage efter kælvning. Desuden blev der skelnet mellem behandling for tilbageholdt efterbyrd og metritis, således at alle metritisbehandlinger, der efterfulgte en tilbageholdt efterbyrdbehandling blev udelukket. Dette resulterede i at 38 (39.2%) metritis behandlinger blev

udelukket. I tabel 4 kan fordelingen af repro behandlinger aflæses. Fordeling af kælvningsintervallets varia-

	EB treatment	Metritis treatment	No repro treatment
Total antal dyr behandlet	97	97	1482
Antal dyr behandlet efter udelukkelse	97	59	1482

Tabel 4: Fordeling af antal efterbyrd og metritis behandlinger, før og efter udelukkelse af metritisbehandlinger der efterfulgte en tilbageholdt efterbyrdbehandling.

tion blev undersøgt for at vurdere, hvorledes Kaplan Meier analyser bedst kan illustrere eventuelle sammenhænge med tid til drægtighed, samt så tolkning af graderne giver mest mening i en rådgivningsmæssig sammenhæng.

Oversigt over kælvningsintervallet i dage. Grafisk illustration af fordelingen af kælvningsinterval for 2. og 3.+ kalvskøerne kan ses i appendix 7.

	Min	P25	Mean	Median	P75	P90	P92	P95	Max
Samlet	263	336	375,2	361	399	449	461	482	695
2.	278	330	369,6	354	389	442	450,2	475,8	695
3.+	263	341	379,3	366,5	405	452,9	466	486,3	652

Antal køer i de 4 kælvningsinterval grupper

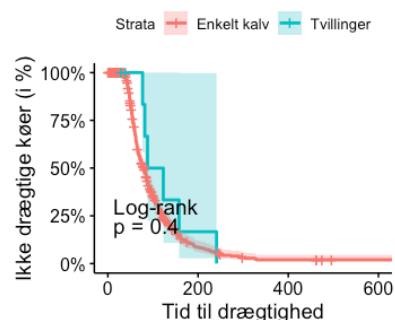
	Kort $\leq 336$ (-p25)	Medium $337 \leq 399$ (p25-p75)	Langt $400-461$ (p75-p92)	Meget langt $>461$ (p92-)
Total	290	546	187	88
2. kalvs	157	215	69	32
3.+ kalvs	133	331	118	56

### Kaplan Meier analyse kurver– dage til drægtighed.

Kaplan Meier over samlet data. Statistisk signifikant forskel mellem paritet og dage til drægtighed ( $p < 0.0001$ ). Statistisk signifikant forskel mellem alle 3 pariteter. P-værdi 0.00049 mellem 1 og 2. P-værdi  $< 0.0001$  mellem 1 og 3, samt mellem 2 og 3. Altså har køernes paritet betydning for, hvor hurtigt køerne bliver drægtige igen efter kælvning. Det kan ligeledes ses, at 20% af 3.+ køerne i undersøgelsen ikke bliver drægtige igen. Kurverne kan ses i appendix 8. Analyserne laves på køerne opdelt i paritet for at undgå confounding.

### 1. kalvskøer

For første kalvs køer vurderes effekten af følgende parametre på dage til drægtighed; tvillinger og reprobekandling (tilbageholdt efterbyrd og metritis). Af figur 1, ses at tvillingers betydning for tid til drægtighed (blå linje længst til venstre) ikke er forskellige fra 'ikke tvillinger', idet konfidensmagerne (de farvede områder) overlapper med hinanden. Desuden viser log rank test at forskellen er ikke statistisk signifikant værdi ( $p$ -værdi = 0.4).

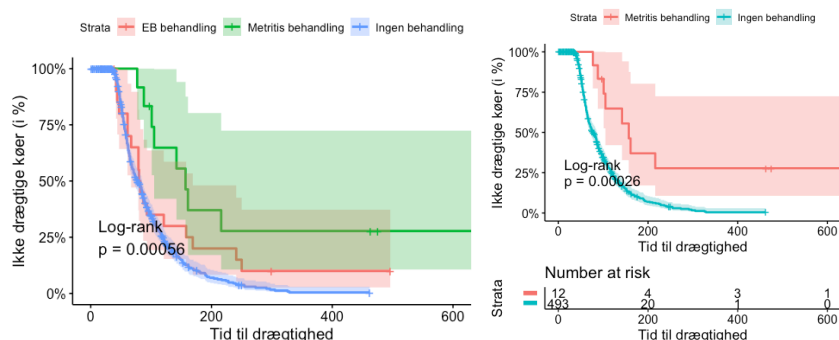


Figur 1: Kaplan Meier kurve for tvillingers betydning for dage til drægtighed.

Repro behandlings betydning for tid til drægtighed. På figur 2 kan dage til drægtighed for hhv. behandling for tilbageholdt efterbyrd, metritis behandling og ingen behandling aflæses. Log rank test for forskellen viser en statistisk signifikant forskel ( $p$ -værdi 0.00056).

Ud fra de adskilte konfidensmagerne for metritis behandling og ingen behandling, ser det ud til at der er statistisk signifikant forskel. Den statistisk signifikante forskel testes mellem grupperne, ved

enkeltvis at teste 2 grupper op mod hinanden.



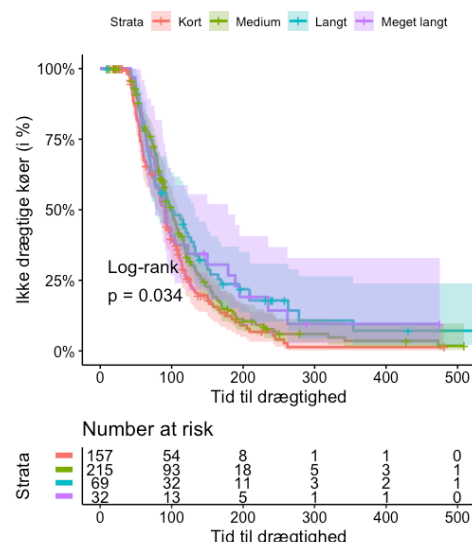
Figur 2: Kaplan Meier kurve for a) reprobbehandlings og b) metritis betydning for dage til drægtighed.

Der findes statistisk signifikant forskel mellem *no repro treatment* og *metritis treatment* ved første kalvskøerne. Log rank p-værdi = 0.00026, samt adskilte konfidensmarginer. Der findes tendens statistisk signifikant forskel (liberal p-værdi < 0.1) mellem *no repro treatment* og *EB treatment* (p-værdi = 0.096), samt mellem *EB treatment* og *metritis treatment* (p-værdi = 0.077).

1. kalvs køers dage til drægtighed påvirkes af om koen er behandlet for metritis uden forudgående tilbageholdt efterbyrd behandling, mens der findes tendens til at behandlig for tilbageholdt efterbyrd, med efterfølgende metritits behandling påvirker dage til drægtighed. Gruppen, der ikke har modtaget reprobbehandlinger er 50% drægtige efter 78 dage, mens 50% af gruppen, der er behandlet for metritis er drægtige efter 157 dage. Dernæst kan det ses at ca. 25% af første kalvskøerne der behandlet for metritis, ikke bliver drægtige igen i denne undersøgelse, i modsætning til de dyr der ikke er behandlet, hvor alle i undersøgelsen bliver drægtige.

## 2. kalvskøerne

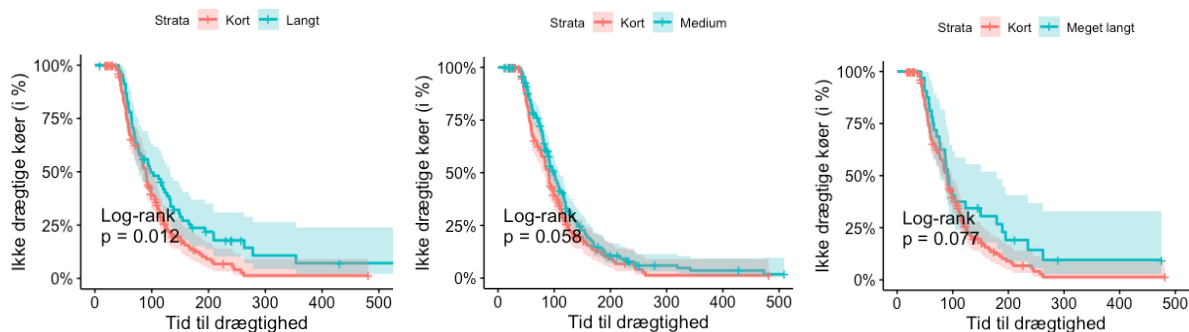
For anden kalvs køer vurderes effekten af følgende parametre på dage til drægtighed; kælvningsinterval, tvillinger og reprobbehandling. Af figur 3 ses Kaplan Meier kurverne for kælvningsintervallet inddelt i kategoriske grupper; kort, medium, lang og meget langt. Den samlede analyse for alle kategoriske grupper, finder en statistisk signifikant forskel (p-værdi = 0.034) i dage til drægtighed mellem kælvningsinterval grupperne. Det er vanskeligt at vurdere om konfidensmarginer for grupperne overlapper, derfor analyseres den statistiske forskel mellem to grupper enkeltvis. Der findes statistisk signifikant forskel mellem **kort** og **langt kælvningsintervals** (p-værdi = 0.012) betydning for dage til drægtighed for anden kalvs køerne. Kaplan Meier kurverne kan ses på figur 4. Medianen for drægtighed er 90 dage for køer med kort kælvningsinterval, og 98 dage for køer med



Figur 3: Kælvningsintervallets betydning for dage til drægtighed ved anden kalvs køerne

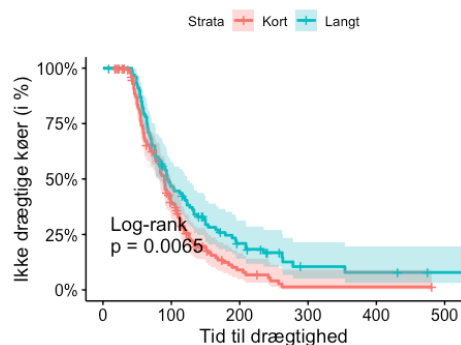
for dage til drægtighed for anden kalvs køerne. Kaplan Meier kurverne kan ses på figur 4. Medianen for drægtighed er 90 dage for køer med kort kælvningsinterval, og 98 dage for køer med

langt kælvningsinterval. Det kan aflæses, at få % flere kører i gruppen med kort kælvningsinterval, ikke bliver drægtige i undersøgelse. Der findes tendens til signifikant forskel mellem kort og medium kælvningsinterval (p-værdi 0.056), samt mellem kort og meget langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.077).



Figur 4: Kaplan Meier kurve for; a) kort og langt, b) kort og medium, c) kort og meget langt kælvningsintervalls betydning for dage til drægtighed.

Der findes ikke statistisk signifikant forskel mellem medium og langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.2), mellem medium og meget langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.37) eller mellem langt og meget langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.94). Som forsøg lægges kælvningsintervalgrupperne langt og meget langt sammen (figur 5), og testes mod kort og medium længde kælvningsinterval. Der findes nu statistisk signifikant forskel mellem kort og langt (langt+meget langt) kælvningsinterval (p-værdi = 0.0065).

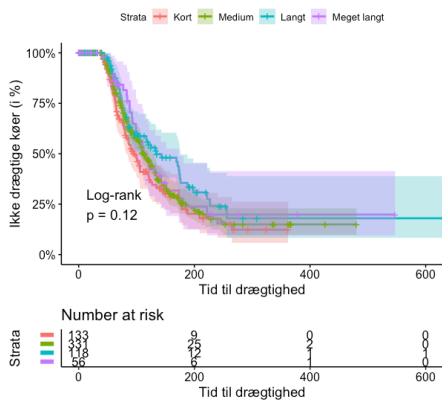


Figur 5: Kaplan Meier kurve for kort og langt (langt+meget langt) kælvningsintervalls betydning for dage til drægtighed

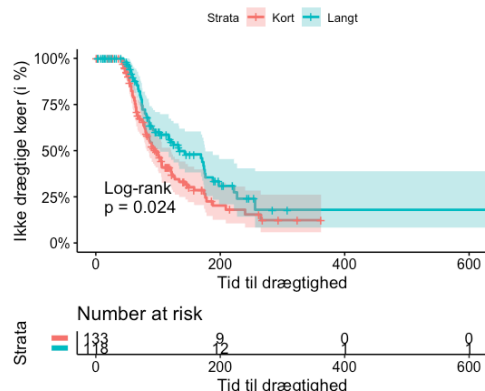
Tvillinger findes ikke at have en statistisk signifikant (p-værdi = 0.18) betydning for dage til drægtighed for 2. kalvs køerne. I forhold til reprobehandlingens betydning for dage til drægtighed ved 2. kalvskøerne, findes ingen statistisk signifikant forskel i dage til drægtighed (p-værdi = 0.21), heller ikke i test mellem de enkelte grupper.

### 3. kalvs køerne

For 3.+ kalvs køer vurderes effekten af følgende parametre på dage til drægtighed; kælvningsinterval, tvillinger og reprobekhandling. Af figur 6 ses Kaplan Meier kurverne for kælvningsintervallet inddelt i kategoriske grupper; kort, medium, lang og meget langt. Den samlede analyse for alle kategoriske grupper finder en ikke statistisk signifikant forskel (p-værdi = 0.12) i dage til drægtighed mellem kælvningsinterval grupperne. For at være sikker på, at der ikke er signifikant forskel mellem grupperne, testes to grupper ad gangen mod hinanden.



Figur 6: Kælvningsintervallets betydning for dage til drægtighed ved tredje og øvrige kalvskørerne.

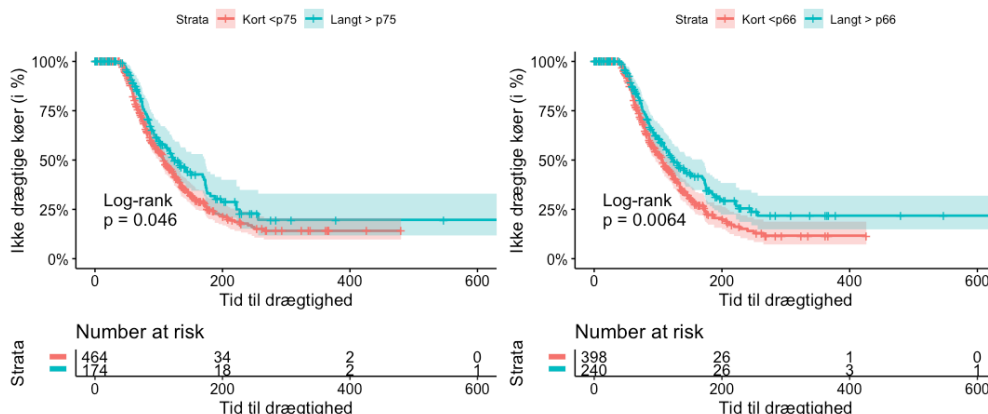


Figur 7: Kaplan Meier for hhv kort og langt kælvningsintervallets betydning for dage til drægtighed

Der findes statistisk signifikant forskel mellem **kort** og **langt kælvningsinterval** (p-værdi = 0.024) (figur 7) betydning for dage til drægtighed for 3.+ kalvs køerne. Medianen for drægtighed er 96 dage for køer med kort kælvningsinterval, og 134 dage for køer med langt kælvningsinterval. Det kan aflæses at ca. 10% af køer i gruppen med kort kælvningsinterval, mens ca. 15% af køerne i gruppen med langt kælvningsinterval, ikke bliver drægtige i undersøgelse.

Der findes ikke statistisk signifikant forskel mellem kort og medium (p-værdi = 0.21), kort og meget langt (p-værdi = 0.22), medium og langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.1), mellem medium og meget langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.57) eller mellem langt og meget langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.59).

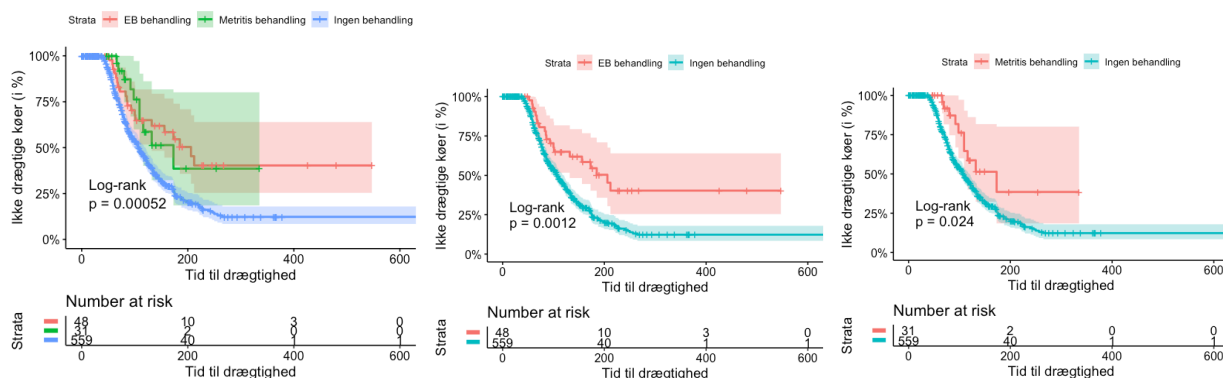
Som forsøg er kælvningsintervallet delt i to grupper (figur 8), hvor kort og medium er slået sammen, mens langt og meget langt er slået sammen i en gruppe (kort og langt delt på p75), samt et forsøg hvor kælvningsintervallet er delt omkring p66. Ved at dele kælvningsintervallet for 3+ kalvskørerne på disse måder, findes der signifikant forskel på dage til drægtighed, både for kælvningsinterval delt i kort og langt omkring p75 (p-værdi = 0.046), og kælvningsinterval delt omkring p66 (p-værdi = 0.0064).



Figur 8: Kælvningsintervallet delt omkring a) p75 og b) p66, betydning for dage til drægtighed

Der findes ikke signifikant forskel ( $p$ -værdi = 0.84) på dage til drægtighed afhængig af om koen får tvillinger, for 3.+ kalvskøerne.

Reprobehandlings betydning for dage til drægtighed ved 3.+ kalvskøerne. Reprobehandlinger er inddelt i kategoriske grupper, hhv behandling for tilbageholdt efterbyrd (EB behandling), behandling for metritis uden forudgående EB behandling (metritis behandling), samt ingen behandling. Den samlede analyse (figur 9) finder en statistisk signifikant forskel ( $p$ -værdi = 0.00052) i dage til drægtighed i mellem reprobehandlingsgrupperne. Der findes statistisk signifikant forskel mellem **behandling for tilbageholdt efterbyrd** og **ingen behandling** ( $p$ -værdi = 0.0012), samt mellem **metritis behandling** og **ingen behandling** ( $p$ -værdi = 0.024). Medianen for dage til drægtighed for køer, der ingen reprobehandling har modtaget er 107 dage. Har koen modtaget en behandling for tilbageholdt efterbyrd, er medianen 206 dage, mens medianen for dage til drægtighed, hvis koen er behandlet for metritis uden foregående behandling for efterbyrd, er 173 dage. Der findes ikke statistisk signifikant forskel på dage til drægtighed mellem behandling for tilbageholdt efterbyrd og behandling for metritis ( $p$ -værdi = 0.98). Ud fra figur 9 b og c kan det aflæses at ca 40% af køer behandlet for hhv tilbageholdt efterbyrd og metritis, ikke bliver drægtige igen i denne undersøgelse i modsætning til gruppen, der ikke er behandlet, hvor ca 15% ikke bliver drægtige.



Figur 9: a) Kaplan Meier kurver for samlet reprobehandlings (EB, metritis eller ingen) betydning for dage til drægtighed. b) Tilbageholdt efterbyrds c) metritis betydning for dage til drægtighed.

## b) Multivariable lineær regression - kælvningsintervallets indvirkning på EKM60

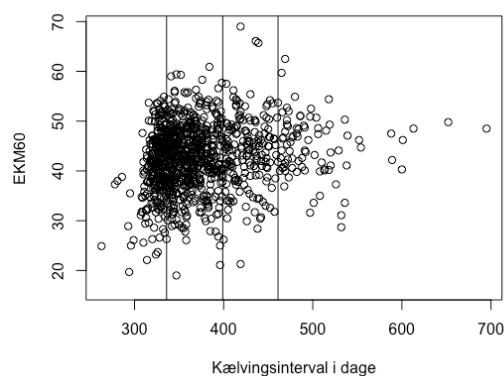
Udelukkelse af dyr fra datasættene, et datasæt pr paritet. Dyr udsat inden første YKTR, eller dyr, som efter kælvning ikke har haft YKTR, inden data blev hentet ned, er ekskluderet fra analysen. Hvis koen ingen ydelseskontrol har haft, er der heller ingen estimeret EKM dag 60. Dyr udelukkes ligeledes fra datasættet, hvis de har et kælvningsinterval kortere end 300 dage eller hvis de mangler data for pEKMtotal, goldperiode, nykælver huld, tidligere goldhuld, afgoldningsdato eller huldtab. I tabel 5 nedenfor kan antal udelukket dyr inden for hver variabel aflæses.

	Par 1 (527)	Par 2 (473)	Par 3 (638)
EKM60	18	5	49
Klv_interval	-	0	0
Klv_interval <300 dage	-	3	6
Pklv_interval	-	0	0
pEKMTtotal	-	1	1
Goldperiode	-	5	6
Nyk_huld	50	33	96
pDry_huld	-	34	65
Drydate	-	1	0
Huld_tab	-	59	147
<b>Udelukket dyr i alt</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>157</b>
<b>Tilbageværende dyr</b>	<b>470</b>	<b>412</b>	<b>481</b>

Tabel 5: Overblik over antal udelukket dyr indenfor hver variabel

### Deskriptive analyser

På figur 10 er topydelsen plottet i forhold til længden af kælvningsintervallet. Dette plot er brugt til visuelt at vurdere, hvordan kælvningsintervallet skal opdeles i kategorier.



Figur 10: fordeling af topydelse (EKM60) på kælvningsinterval. De vertikale streger markere p25, p75 og p92.

Deskriptive data fordelt på pariteter er samlet i tabel 6 og 7. I tabellen kan fordelingen af data aflæses.

Variabel	Paritet	Min	P25	Mean	Median	P66	Maks	N dyr
Topydelse (kg EKM dag 60)	1	16.2	29.6	32.5	32.5	34.3	45.1	470
	2	19	38.2	41.9	42.4	44.5	59	412
	3+	19.7	38.5	43.1	43.3	46.3	69	481
Kælvningsinterval i dage	2	278	330	370	354	389	695	412
	3+	263	341	379.3	366.5	405	652	481
Alder ved første kælvning i mdr	1	19.7	22.4	23.8	23.3	24.1	33.3	470
	2	20.6	23.2	24.5	24.2	24.9	33.3	412
	3+	21.7	23.7	24.9	24.6	25.3	34.5	481
pEKM total (i 1000 kg)	2	4.98	8.38	9.35	9.34	10.0	13.0	412
	3+	6.78	10.0	11.2	11.2	12.0	15.8	481
Goldperiode	2	6	42	47.3	47	50	119	412
	3+	1	45	53.1	51	54	197	481
Dage til nykælvertjek	1	1	6	8.1	8	9	17	470
	2	1	6	8.2	8	9	19	412
	3+	3	6	8.3	8	9	20	481
Nykælverhuld	1	2.5	3.25	3.42	3.5	3.5	4	470
	2	2.5	3	3.31	3.25	3.5	4	412
	3+	2.5	3.25	3.36	3.25	3.5	4	481
Goldhuld	2	2.5	3.25	3.39	3.5	3.5	4.25	412
	3+	2.5	3.25	3.53	3.5	3.75	4.25	481

Tabel 6: overblik over hvordan data for de enkelte variabler fordeler sig.



Faktor	Paritet	P66 værdi	N køer med faktor	% køer med faktor
Alder, 1 kælving i mdr, >p66	1	24.1	157	33
	2	24.9	140	33
	3+	25.3	164	33
Kælvningsinterval i dage, >p66	2	375.3	140	33
	3+	385.8	164	33
Nykælverhuld, >3.5	1		103	21.9
	2		51	12.4
	3+		96	20.0
Goldhuld, >3.5	2		88	21.4
	3+		194	40.3
Goldperiode < 50 dage	2		266	64.6
	3+		230	47.8
Huldtab, >0	2		173	41.8
	3+		286	58.3
Tvillinger	1		8	1.5
	2		24	5.1
	3+		38	6
Behandlinger, 1 stk.	1		30	5,7
	2		43	9.1
	3+		140	21.9
Behandlinger, 2 stk.	1		13	2.5
	2		20	4.2
	3+		54	8.5

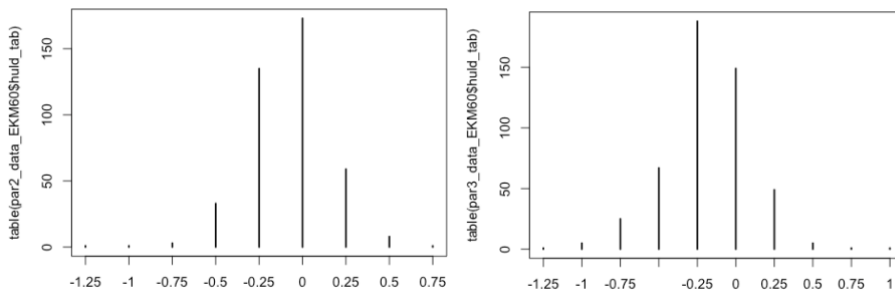
Tabel 7: Overblik over procentvis fordeling af pariteter på variable

I forbindelse med, at vi vælger at behandlingerne skal være foretaget inden for et bestemt interval efter kælving, hvor det vurderes at sygdomsbehandlingerne er reelle og af en karakter, der påvirker outcome, samt sygdomsbehandlinger kommer før outcome (dvs. dag 60) fjernes 41 ud af 448 behandlinger, da de er givet udenfor det fastlagte interval. I tabel 8 nedenfor kan det ses hvilke behandlinger, der gives uden for intervallet. I appendix 9 kan illustrationer over hvornår behandlingerne er givet efter kælving findes.

Behandling	MF	Ketose	Ford	Abo	EB	Metrit
Inden for tidsinterval (4 dage for MF og EB, 60 for øvrige)	87	90	24	12	97	97
Antal behandling i alt gennem hele perioden	88	90	56	14	103	97
Udelukket behandling	1	0	32	2	6	0

Tabel 8: Udelukket behandling for enkelte sygdomme, udelukket sfa fastlagte kriterier.

Huldtab fra goldning til nykælvertjek (Nyk\_huld – pGold\_huld). Negative tal er køer, der taber sig. Positive tal er køer, der har øget vægten. På figur 11 kan plot over fordelingen af huldtab på hhv. 2 og 3. kalvskøerne ses. For køer med huld over 3.5 ved afgoldning (par 2; 21.4%, par3+; 40.3%) taber 63.6% af 2. kalvskøerne sig frem til afgoldning, mens 72.7 af 3.+ kalvskøerne, der goides med et huld over 3.5 taber sig.



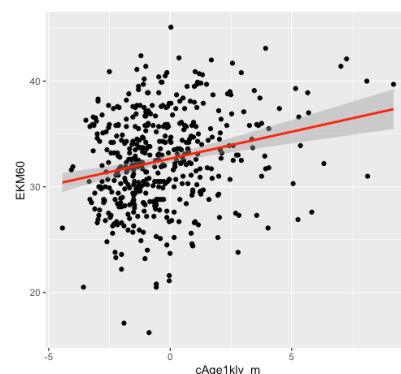
Figur 11: Illustration over huld-tab ved a) 2. kalvskørerne og b) 3. + kalvskørerne. De negative tal er udtryk for vægttab, 0 = bibeholdt vægt, positive tal er udtryk for dyr der har taget på.

### Multivariabel lineær regressions modeller

Fulde model: $\text{lm}(\text{EKM60} \sim \text{twin} + \text{cnyk\_huld} * \text{treatments} * \text{cAge1klv\_m}, \text{data} = \text{par1\_data\_EKM60}, \text{N} = 470)$			
	Estimate	Std. Error	P-værdi
(Intercept)	29.8	2.9	< 2e-16 ***
twinTRUE	1.4	1.7	0.43
cnyk_huld	0.4	0.8	0.31
treatments	0.1	0.5	0.85
cAge1klv_m (mdr)	0.5	0.1	2.51e-05 ***
cnyk_huld:cAge1klv_m	0.2	0.4	068.
cnyk_huld:treatments	- 2.3	2.1	0.25
cAge1klv_m:treatments	0.05	0.2	0.79
cnyk_huld:cAge1klv_m:treatments	- 0.2	0.7	0.77
Endelige model: $\text{lm}(\text{EKM60} \sim \text{nyk\_huld} + \text{cAge1klv\_m}, \text{data} = \text{par1\_data\_EKM60}, \text{N} = 470)$			
	Estimate	Std. Error	P-værdi
(Intercept)	32.7	0.	< 2e-16 ***
cAge1klv_m (centreret omkring p66) (mdr)	0.5	0.1	3.3e-07 ***

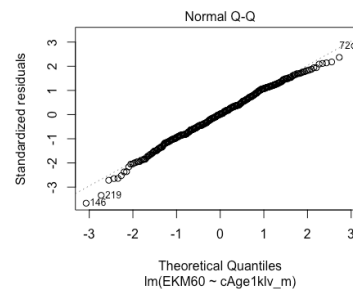
Tabel 9: Tabel indeholdende den fulde og den endelige model for første kalvskørerne. I tabellen kan variabler, variabelestimer, standard error og p-værdier aflæses.

Figur 12 viser rådata og den ikke modellerede sammenhæng mellem kælvningsalder og ydelsen, som EKM60 for 1.kalvs kørerne. Der opstilles en fuld model for EKM60 (se tabel 9) indeholdende forklarende variable for tvillinger, nykælver-huld, behandlinger 0-60 dage efter kælvning, og alder ved første kælvning, der reduceres til den endelige model; som kun indeholder alder ved første kælvning. Dette betyder, at i casebesætningen er topydelsen (estimeret som EKM60) statistisk associeret med alder ved første kælvning ved et signifikansniveau på 0.05. Ifølge modellen, vil en gennemsnits første kalvsko med en kælvningsalder under besætningens p66 (=24.1 mdr) give 32.7 kg EKM. Kælvningsalder over



Figur 12: Illustration over sammenhængen mellem EKM60 og alder ved første kælvning for første kalvs kør (rådata).

p66 (=24.1 mdr) er associeret med en stigning på 0.5 kg EKM i topydelse, for hver måned kælvningsalderen stiger. I modellen for 1. kalvs kørerne, antages observationerne at være uafhængige fra hinanden. Ovenstående qq plot med modelresidualer tegn på at residualerne er normalfordelte med enkelte outliers i yderpunkterne af datasættet (figur 13). Modellen accepteres derfor som gyldig.



Figur 13: qq plot over normalfordeling af residualer for 1.kalvskørerne

## Model for 2. kalvs kørerne

<b>Fulde model: <math>\text{lm}(\text{EKM60} \sim \text{cklv\_interval} * \text{cnyk\_huld} * \text{huld\_tab} + \text{cpEKMtotal} + \text{goldperiode\_kat} + \text{cnyk\_huld} + \text{twin} + \text{treatments}, \text{data} = \text{par2\_data\_EKM60})</math> N=412</b>			
	Estimate	Std. Error	P-værdi
(Intercept)	43.7	0.5	< 2e-16 ***
cklv_interval (centreret omkring p66, i dage)	0.01	0.007	0.14
cnyk_huld (centreret omkring gennemsnittet)	0.8	1.2	0.52
huld_tab	- 1.2	1.3	0.35
cpEKMtotal (centreret omkring gennemsnit)	2.0	0.2	< 2e-16 ***
goldperiode_katTRUE (dikotomiseret $\geq$ / < 50 dage)	- 1.1	0.5	0.045 *
twinTRUE	- 2.6	1.1	0.021 *
treatments	- 2.4	0.5	1.7e-07 ***
cklv_interval:cnyk_huld	0.05	0.02	0.42 *
cklv_interval:huld_tab	0.01	0.02	0.64
cnyk_huld:huld_tab	- 5.4	3.5	0.13
cklv_interval:cnyk_huld:huld_tab	0.07	0.07	0.3
<b>Endelig model: <math>\text{lm}(\text{EKM60} \sim \text{cklv\_interval} * \text{cnyk\_huld} + \text{cnyk\_huld} * \text{huld\_tab} + \text{cpEKMtotal} + \text{cgoldperiode} + \text{twin} + \text{treatments}, \text{data} = \text{par2\_data\_EKM60})</math> N= 412</b>			
	Estimate	Std. Error	P-værdi
(Intercept)	43.7	0.5	< 2e-16 ***
cklv_interval (centreret omkring p66, i dage)	0.01	0.005	0.057
cnyk_huld (centreret omkring gennemsnit)	0.5	1.1	0.64
huld_tab	- 1	1.3	0.46
cpEKMtotal (centreret omkring gennemsnit, /1000 kg)	2.0	0.2	< 2e-16 ***
Goldperiode_katTRUE (dikotom variabel $\geq$ 50 / <50 dage)	- 1.1	0.5	0.046 *
twinTRUE	- 2.6	1.1	0.022 *
treatments	- 2.4	0.5	1.3e-07 ***
cklv_interval:cnyk_huld	0.04	0.02	0.035 *
cnyk_huld:huld_tab	- 6.3	3.1	0.043 *

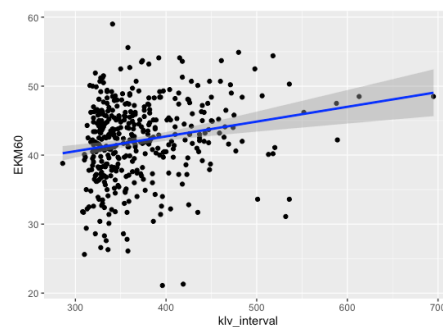
Tablet 10: Tabel indeholdende den fulde og den endelige model for anden kalvskørerne. I tabellen kan variabler, variabelestimer, standard error og p-værdier aflæses.

For 2. kalvs kør reduceres den fulde model for EKM60 (se tabel 10) indeholdende kælvningsinterval, nykælverhuld, huldtab i goldperioden, EKM total i forrige laktation, goldperiode, tvillinger og behandlinger 0-60 dage efter kælvning, inklusiv interaktioner mellem kælvningsinterval, nykælverhuld og huldtab i goldperioden til den endelige model. På figur 13 kan rådata over sammenhængen mellem EKM60 og kælvningsinterval for anden kalvskørerne ses. I casebesætningen er topydelsen for 2.kalvs kørerne (estimeret som EKM60) statistisk associeret ( $p < 0.05$ ) med EKM total i forrige laktation, goldperiodelængde over/under 50 dage, tvillinger og behandlinger. Der findes ligeledes statistisk signifikante interaktioner mellem kælvningsinterval og nykælverhuld, samt nykælverhuld og huldtab i goldperioden.

Referencekoen (intercept) er i denne model en 2. kalvs ko med en estimeret topydelse på 43.7 kg EKM, med EKMtotal (0-305 dage) i den foregående laktation på 9350 kg (gennemsnits pEKMtotal), og et kælvningsinterval er 375 dage (p66). Referencekoen har et nykælverhuld centreret omkring gennemsnittet og intet huldtab (huldtab = 0) i den foregående goldperioden, der har været længere end 50 dage. Referencekoen har fået én kalv (dvs. ikke tvillinger) og har ikke modtaget nogle af de udvalgte behandlinger i start laktationen (treatments =0).

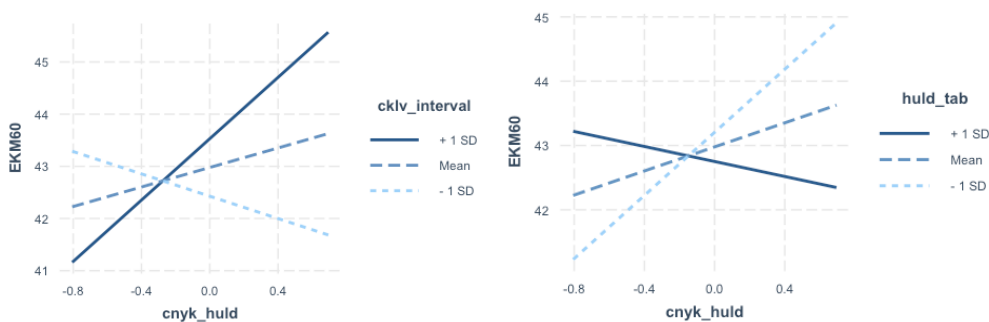
Ifølge modellen er 2.kalvs køers totalydelse i forrige laktation associeret positivt med topydelsen i indeværende laktation ( $p = < 2e-16$ ); med 2 kg EKM mere i topydelse for hver 1000 kg stigning i EKMtotal 0-305 dage i forrige laktation. Omvendt ses der negative sammenhænge for goldperioder på mindre end 50 dage, og topydelse på minus 1.1 kg EKM ( $p = 0.046$ ), for tvillingefødsler og topydelse på minus 2.6 kg EKM ( $p = 0.022$ ) og medicinsk behandling i opstarten og topydelse på minus 2.4 kg ved én behandling og 4,8 ( $= 2 * 2,4$ ) kg EKM ved to behandlinger ( $p = 1.3e-07$ ).

En statistisk signifikant interaktion ( $p = 0.035$ ) indikerer, at kælvningsintervallets sammenhæng med EKM60 afhænger af nykælverhuld. Figur 14 a viser, hvordan EKM60 stiger for stigende nykælverhuld (positiv hældning), når kælvningsintervallet er gennemsnitlige (mellem -1 og +1 SD) (mean=370 dage) eller lange (+1 SD). Grafen viser altså, at kør i besætningen med gennemsnitlige og lange kælvningsintervaller giver mere mælk, jo højere huld de kælver i. Modsat ses der for kør med korte (-1 SD) kælvningsintervaller en negativ sammenhæng med stigende kælvningshuld (negativ hældning). Kør med korte kælvningsintervaller giver altså mindre mælk i næste laktation, jo højere huld de kælver i.



Figur 13: Illustration over sammenhængen mellem EKM60 og kælvningsinterval for 2. paritetskørerne (rådata)

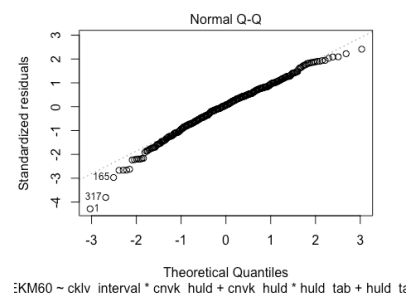
Ligeledes ses en statistisk signifikant interaktion ( $p=0,045$ ) mellem huldtab i goldperioden og nykælverhuldet, dvs. sammenhængen mellem huldtab og EKM60 afhænger af nykælverhuldet. Figur 14 b viser den grafiske sammenhæng. På figuren ses en negativ hældning, for køer med huldtab (+1 SD). Køer med huldtab har lavere ydelse, jo højere huld, de ender med at kæleve i. Modsat ses der positiv hældning for køer, der bibeholder huld (huldtab = 0) og køer, der har huld stigning. Køer der bibeholder huld eller har huldstigning, vil når der kigges på ydelsen have gavn af, at kæleve i højt huld.



Figur 14: a) viser interaktionen mellem kælvningsinterval og nykælverhuld. b) interaktionen mellem huldtab og nykælverhuld

Lange kælvningsintervaller vil i denne besætning ikke være et problem, kun hvis køerne ender med at være fede ved kælvning. Hvis dette samtidig følges med et huldtab, så påvirkes ydelsen yderligere negativt.

I modellen for 2. kalvs køerne, antages observationerne at være uafhængige fra hinanden. Qq plottet med modelresidualer (figur 15), viser normalfordelte residualerne med enkelte outliers i yderpunkterne. Modellen accepteres derfor som gyldig.



Figur 15: qq plot over model residualer for 2. kalvskøerne

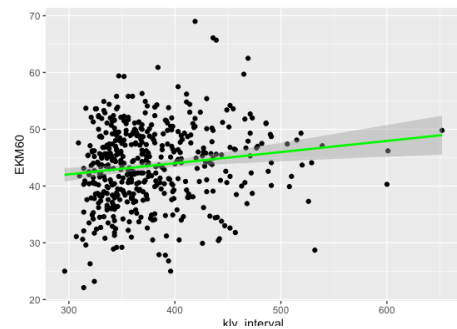
### Model paritet 3+

lme(EKM60~cklv_interval*cnyk_huld*huld_tab + cpEKMtotal+ goldperiode_kat + cnyk_huld + huld_tab + twin + treatments, random = ~1 dyr_id, na.action = na.exclude, data = par3_data_EKM60) N= 481			
	Estimate	Std. Error	P-værdi
(Intercept)	45.7	0.6	0.0000
cklv_interval	0.01	0.008	0.089
cnyk_huld	1.2	1.4	0.41
huld_tab	1.2	1.3	0.36
cpEKMtotal	1.7	0.2	0.0000
Goldperiode_katTRUE	- 1.6	0.6	0.013
twinTRUE	- 0.06	1.3	0.96
treatments	- 1.7	0.4	0.0001
cklv_interval:cnyk_huld	- 0.002	0.03	0.94

cklv_interval:huld_tab	0.03	0.03	0.28
cnyk_huld:huld_tab	- 1.9	3.3	0.57
cklv_interval:cnyk_huld:huld_tab	- 0.01	0.07	0.84
<b>Endelig model: lme(EKM60~cklv_interval + cpEKMtotal+ goldperiode_kat + cnyk_huld + treatments, random = ~1 dyr_id, na.action = na.exclude, data = par3_data_EKM60) N=481</b>			
	Estimate	Std. Error	P-værdi
(Intercept)	45.3	0.5	0.0000
cklv_interval (centreret omkring p66, i dage)	0.007	0.006	0.24
cpEKMtotal (centreret omkring gennemsnit, /1000 kg)	1.8	0.2	0.0000
Goldperiode_katTRUE	- 1.4	0.6	0.019
cnyk_huld (centreret omkring gennemsnit)	2.1	1.0	0.033
treatments	- 1.6	0.4	0.0001

Tabel 11: Tabel indeholdende den fulde og den endelige model for 3.+ kalvskøerne. I tabellen kan variabler, variabelestimer, standard error og p-værdier aflæses.

For 3+ kalvskøerne reduceres den fulde model (tabel 11) indeholdende kælvningsinterval, nykælverhuld, huldtab i goldperioden, EKM total i forrige laktation, goldperiode, tvillinger og behandlinger 0-60 dage efter kælvning, inklusiv interaktioner mellem kælvningsinterval, nykælverhuld og huldtab i goldperioden, til den endelige model. På figur 16 kan rådata over sammenhængen mellem EKM60 og kælvningsinterval for 3.+ kalvskøerne ses.



Figur 16: Illustration over sammenhængen mellem EKM60 og kælvningsinterval for paritet 3+ (rådata)

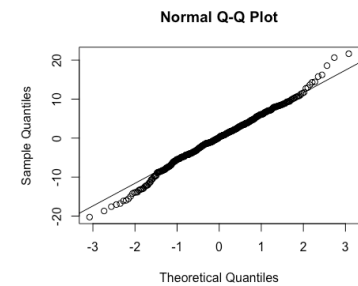
I casebesætningen er topydelsen for 3.+ kalvskøerne (estimeret som EKM60) statistisk associeret med EKM total i forrige laktation, goldperiodelængde over/under 50 dage, nykælverhuld og behandlinger. Referencekoen (intercept) er i denne model en 3.+ kalvsko, med en estimeret topydelse på 45.3 kg EKM, med EKM total (0-305 dage) i den foregående laktation på 11200 kg, og et kælvningsinterval på 364 dage (p66). Referencekoen har et nykælverhuld centreret omkring gennemsnittet, og intet huldtab (huldtab = 0) i goldperioden, der har været længere end 50 dage. Referencekoen har fået en kalv og har ikke modtaget nogle af de udvalgte behandlinger i start laktationen (treatments = 0).

Ifølge modellen, så er 3.+ kalvs køernes topydelse i forrige laktation positivt associeret med topydelse i indeværende laktation ( $p < 0.0001$ ); med 1.8 kg EKM mere i topydelse for 1000 kg stigning i EKM total 0-305 dage i forrige laktation. Har koen en huldkarakter over gennemsnittet for gruppen ved nykælvertjek (gens=3.36) producerer hun 2.1 kg EKM mere i topydelse. Dette vil svare til  $0.25 * 2.1$  kg EKM per huldrin på Ferguson skala, antaget at sammenhængen er lineær.

Omvendt ses der negative sammenhænge mellem goldperioder på mindre end 50 dage og topydelse på minus 1.4 kg EKM ( $p=0.019$ ), og mellem medicinsk behandling i start laktationen og topydelse på minus 1.6 kg EKM ved en behandling og 3.2 ( $=1.6*2$ ) kg EKM ved to behandlinger ( $p=0.0001$ ). Der er ikke fundet statistisk signifikante interaktioner mellem kælvningsinterval, nykælverhuld og hulddtab blandt 3+ kørerne.

I modellen for 3.+ paritet, kan de samme køer optræde flere gange (altså en hierarkisk data struktur), derfor tilføjes random effekt til modellen. Dette sikrer, at modellen tager højde for dyr, som optræder flere gange. Ud fra qq plot (figur 17) ses residualer normalfordelte.

Modellen accepteres derfor som gyldig.



Figur 17: qq plot over model residualer for 3.+ kalvskørerne

## Diskussion

I dette speciale, er der anvendt en 'mixed method'-tilgang til at belyse, hvorledes en besætningsundersøgelse af begrebet 'high fertility/production-cycle' kan foretages. Metoden svarer til en rådgivningssituation, for en dansk kvægpraktiserende dyrlæge. De anvendte metoder er fokuseret på hhv. data-kvalitet (overensstemmelse-studier og kvalitative etnografisk-inspirerede observationer/ dialoger omkring procedurer, samt data-registrering), i tillæg til observationelle epidemiologiske modeller baseret på observationelle register-data. Denne metode er anvendt fordi der ved at integrere kvantitative og kvalitative undersøgelser, fås en større forståelse for potentielle bias i besætningsdata. Denne forståelse gør det muligt at få mere betydningsfulde resultater af de kvantitative analyser (Erling Kristensen et al., 2008).

### Datakvalitet og diskussion af metodevalg

Under de deskriptive analyser af besætningsdata fandt jeg, at der manglende 17% af huldvurderingerne ved hhv. gold- (6%) og nykælver-kørerne (11%). Dette forhold blev kvalitativt undersøgt gennem dialog med medarbejdere på bedriften, disse blev overrasket og var uforstående overfor manglede huldvurderinger, idet intentionen er at alle dyr skal vurderes. Medarbejderens forklaring gik primært på, at dyrlægen en gang i mellem glemmer at få sedlen med de kliniske scorer med sig hjem. En mulig årsag til de manglende huldvurderinger, kan derfor være at de aldrig kommer frem til sekretæren, der taster dem ind i kvægdatabase.

Årsager til den type diskrepans mellem de deltagende parter i data indsamlingen, kan skyldes parternes forskellige baggrund og opfattelse af, hvornår noget skal registreres (Lastein et al., 2009).

I den multivariable lineære regressions analyse undersøges faktorer, der kan have betydning for koens ydelse i startlaktationen. Behandlinger medtages kun, hvis de er givet inden for et bestemt interval, hhv. 4 eller 60 dage efter kælvning. Behandlinger efter dag 60, udelukkes da disse forekommer efter outcome (emk60). Opstilling af disse kriterier udelukker; 1 mælkefeberbehandling, 6 behandlinger for tilbageholdt efterbyrd, 2 behandlinger for løbelidelse og 32 behandlinger for fordøjelseslidelser. I behandlinger for fordøjelseslidelser indgår i besætningsdiagnosen 'fremmedlegeme'. Siden sommeren 2021, har køer med mistanke om *E. coli*, der ønskes behandlet med antibiotika, fået diagnosen 'fremmedlegeme' på dagen for behandling. I de sidste 3 måneders data, kan en ukendt del af behandlingerne mod fremmedlegeme, være brugt til coli-køer. Dette betyder derfor også at man ikke blindt kan stole på antallet af mastitis behandlinger, da en del colimastitter fra efter d. 1/6 vil være behandlet som fremmedlegeme og derfor ikke indgå i behandlingsdata for mastitis. Det er vigtigt at holde sig for øje, at behandlingsdata kun afspejler faktiske behandlinger og ikke nødvendigvis sygdomstilfælde, sygdommene vil i analysen derfor være repræsenteret i mindre grad, end hvis kliniske registreringer blev benyttet, usikkerheden for om sygdom har en betydning for topydelse bliver hermed større, grundet den mindre mængde data. Beslutningen om at samle alle behandlinger i en kategori, blev derfor truffet, da kvaliteten ikke er til at differentiere dem. Et andet eksempel fra casebesætningen er dyr med symptomer på sygdom, men som ikke behandles. En ko kan godt stå med ketose ved nykælvertjek, men dyrlæge og landmand vælger i samråd, at give den chancen for at komme sig selv i forbindelse med tildeling af propylenglykol. En sådan ko vil ikke fremstå med diagnosen ketose i vores data. Ketose kan som eksempel altså være et langt større problem i besætningen, end det vi ser i data. Casebesætningen har i de ca. 3 mdr den studerende har været i besætningen haft flere end 25 køer, der har slået ud på ketose (ketoscore >3/6), ud af disse er 13 registreret i DMS som behandlet med glukokoid. Behandlingsdata kan i dette tilfælde underestimere forekomsten af sygdom. Analyserede data er et billede af behandlingdata, og ikke altid det reelle billede på sygdomsforekomsten i besætningen. De køer der ikke er behandlet vil i data klassificeres som raske, hvilket kan være med til at udviske en potentiel ydelsesforskel. Hvis vi ønsker et mere specifikt billede at de enkelte sygdommes betydning for topydelsen, ville det være nødvendigt at have de kliniske registreringer, og ikke kun behandlingsdata, med i modellerne.

Huldvurderinger i data er i gennemsnit foretaget 8 dage (1-20 dage) efter kælvning. Hvis vi ville være mere sikre på kun at snakke om huldtab i goldperioden, ville køerne optimalt set huldvurderes på kælvningsdagen. Dette kunne fx lade sig gøre ved at landmanden blev introduceret og øvet i at bruge huldvurderingsskalaen. Hvis en landmand selv skal til at huldvurdere ville det



være relevant at lave et overensstemmelsesstudie mellem landmand og besætningsdyrlæge, for at sikre at dyrene scores så ens som muligt.

Kaplan Meier analyserne bliver anvendt, selvom de ikke kan håndtere flere variable på en gang. Multivariable tid-til-hændelses-analyser kunne have været anvendt på data ved at kode forskellige variable sammen, eller ved brug af multivariable Cox proportional hazard modeller (Jeyaseelan et al., 1999). Cox proportional hazard model gør det muligt at undersøge flere kontinuerlige og kategoriske variables effekt på 'tid-til-hændelse', mens der tages højde for mulige interaktioner. Dette er demonstreret i Goto et al (2019), der bruger Cox proportional hazard model til at analysere på associationen mellem sygdom og reproduktion (Goto et al., 2019). Cox proportional hazard modeller er i denne opgave fravalgt pga. deres kompleksitetsgrad.

Fordelen ved brug af Kaplan Meier analyser er, at det er muligt at se hvor mange dyr, som ikke opnår 'hændelsen'. Altså forsøger Kaplan Meier at håndtere selektionen ved udsættelse og manglende drægtighed, i modsætning til andre måder at opgøre reproduktionsresultater på fx drægtighed ved første inseminering. I forbindelse med tolkning af modelresultaterne er det dog vigtigt, at man er opmærksom på, at køer udsættes af mange forskellige årsager som fx ydelse og reproduktion. Det må antages, at de lavest ydende eller køer med repro, lemmelidelse eller anden sygdom, som udsættes i midt og senlaktationen inden eller under drægtighed, er en del af den 'almindelige udskiftningsstrategi' (Lehenbauer & Oltjen, 1998). Desuden vil køer, der dør eller køer udsat før første ydelseskontrollering udgå fra analyserne, hvilket bidrager til selektionsbias og kan være med til at skævvride resultaterne i den efterfølgende laktation.

### **Overensstemmelsesstudie**

Vægtede kappa er beregnet for at finde intraobserver og interobserver overensstemmelse. Beregning af intraobservatør-overensstemmelse gav en vægtede kappa på 0.883. Interobserver overensstemmelse mellem besætningsdyrlæge og studerende blev beregnet for hhv huldvurdering af goldkøer og nykælvare. Vægtede kappa for goldkøerne på 0.873, mens den for nykælvare var 0.857. Kappa over 0.8 er et udtryk for næsten perfekt overensstemmelse (Houe et al., 2004).

Hvis der skulle have været gjort noget anderledes i denne undersøgelse, ville det have været oplagt, at besætningsdyrlæge og studerende, inden dataindsamlingen begyndte, havde scoret nogle køer sammen, for at den studerende havde mulighed for at få en forståelse af, hvordan besætningsdyrlægen benytter sig af skalaen til huldvurdering. Kristensen et al (2006) viser overensstemmelse af huldvurdering mellem forskellige praktiserende dyrlæger og erfarne instruktører. Efter træning og sparring med instruktørerne er de praktiserende dyrlæger langt mere enige om huldvurderingerne (vægtede kappa de praktiserende dyrlæger i mellem, før; 0.5, efter; 0.64) (E.

Kristensen et al., 2006). Gibbons et al (2012) finder deres undersøgelse af overensstemmelse over vurdering af hudforandringer og skader, at graden af overensstemmelse stiger med træning. Gibbons et al (2012) beskriver, hvordan standardiseret procedurer for træning og løbende opfølgninger bør laves for at få ensartet data og for, at undgå bias spiller ind i fortolkning af resultaterne (Gibbons et al., 2012). Overensstemmelsen kunne have været vurderet på anden vis, fx vha. Coverage probability (CP). CP er en anden måde at beregne overensstemmelse på. Fordelen ved CP er, at det er simpelt, intuitivt og nemt at beregne. CP kan bruges til både kontinuerlige og kategoriske data. CP kræver dog, at brugeren sætter en grænse for den acceptable forskel (Barnhart et al., 2016).

### **1. kalvskøer**

For 1. kalvskøerne er topydelse i casebesætningen statistisk associeret med alder ved første kælvning. Det betyder altså, at når kvierne for hver måned de er ældre end p66 (24.1 mdr), vil de give 0.5 kg EKM mere i topydelse. I et rådgivningsmæssigt aspekt er det vigtigt at holde foderomkostninger for øje. Det ville derfor være relevant at regne en måneds foderomkostninger til en kvie ud, og sammenholde dette med stigningen i kg EKM. Eventuelt kunne der laves en Simherd (<https://simherd.com>) beregning, for hvilke effekter det ville have, hvis kviernes kælvningsalder forøges for at udnytte denne ydelsesstigning. Atashi et al (2021) beskriver øget alder ved første kælvning, medfører øget topydelse samt øget 305 dags ydelse. Det antages, at kvier der kælver ind med lavere alder, er mindre og den lavere ydelse i første laktation skyldes, at mere af den optagne energi benyttes til vækst i forhold til mælkeproduktion, sammenlignet med ældre og formodet større kvier (Atashi et al., 2021). En overvejelse i rådgivningen til landmanden vil derfor være om kviernes tilvækst skal øges, så kvierne kælver ind med samme alder som nu, men er større. For 1. kalvs findes der statistisk signifikant forskel på dage til drægtighed, afhængig af om koe har modtaget behandling for metritis (p-værdi= 0.00026), samt tendens til at behandling for tilbageholdt efterbyrd (p-værdi 0.096). For 1. kalvs køerne er medianen for drægtighed dobbelt så lang, hvis koe har modtaget metritisbehandling (78 vs 157 dage). Ligeledes kan det aflæses, at ca. 25% af første kalvskøerne, der behandles for metritis, ikke bliver drægtige igen i denne undersøgelse i modsætning til de dyr, der ikke er behandlet, hvor alle i undersøgelsen bliver drægtige. For i samarbejde med landmanden at kunne forebygge dette, ville det derfor være relevant at lave yderligere undersøgelser af årsagsforholdene til sygdommene.

### **Anden kalvskøer**

Der findes for 2. kalvskøerne statistisk signifikant forskel mellem kort og langt kælvningsinterval (p-værdi = 0.012) betydning for dage til drægtighed. Medianen for drægtighed er 90 dage

for køer med kort kælvningsinterval, og 98 dage for køer med langt kælvningsinterval. I denne undersøgelse findes, at køer med korte kælvningsintervaller bliver hurtigere drægtige, understøtter Middleton et al (2019) hypotese om high fertility cycle. Topydelsen er for 2. kalvskøerne statistisk associeret med EKM total i forrige laktation, goldperiodelængde over/under 50 dage, tvillinger og behandlinger. Ligeledes findes der statistisk signifikante interaktioner mellem kælvningsinterval og nykælverhuld, samt mellem nykælverhuld og huldtab i goldperioden. Der findes altså ikke statistisk signifikant evidens, for at korte kælvningsintervaller alene giver højere topydelse. Anden kalvskøer i besætningen med gennemsnitlige og lange kælvningsintervaller giver mere mælk, jo højere huld de kælver i. Imens køer med korte kælvningsintervaller giver mindre mælk i næste laktation, jo højere huld de kælver i. Der findes en statistisk signifikant interaktion mellem huldtab i goldperioden og nykælverhuldet, dvs. sammenhængen mellem huldtab og EKM60 afhænger af nykælverhuldet. Nuværende studier viser således at lange kælvningsintervaller for anden kalvskøerne, som udgangspunkt, ikke i denne besætning er et problem; såfremt køer ikke oplever huldtab i goldperioden og er i den høje huld ende ved kælvning, idet 21.4% af 2. kalvskøerne afgoldes med et huld over 3.5. 41.8% af 2. kalvskøerne taber sig. Ud af de køer, der ved goldning har et huld over 3.5 (88 køer), taber 63.6% (56 køer) sig frem til nykælverundersøgelsen. De kvalitative observations-studier viste, at besætningen, som nævnt, er udfordret på faciliteter til goldkøerne, og belægningsgraden i holdene er derfor høj (i perioder > 1 ko pr sengebås i faroff). I sommerperioden bruges udendørs arealer til goldkøerne for at lette trykket på sengebåse og foderbord. Besætningen er ligeledes udfordret af, at goldkøerne i kælvholdet ikke har så nemt adgang til foderbordet, som ønsket. Køerne skal op af en rampe parallelt gående med foderbordet og rundt, for at komme til foderbordet. I forbindelse med opgangen til foderbordet er der smalt, så hvis der står nogle køer her, vil køer på rampen ikke have mulighed for at komme til foderbordet. Besætningen er opmærksom på problemer med belægningsgraden i både goldkohold og kælvhold, hvor der mangler plads pr ko. Praktiske anbefalinger til besætningen vil være at sørge for at goldperioden for 2. kalvskøerne er over 50 dage, reducere belægningsgraden i far-off og close-up goldkohold. Besætningen anbefales at være ekstra opmærksomme på 2. kalvskøernes vægt, da kombination af højt huld ved afgoldning og stort huldtab i goldperioden, vil have stor betydning for topydelsen.

### **3.+ kalvs køer**

Topydelsen for 3.+ kalvskøerne er i besætningen statistisk associeret med EKM total i forrige laktation, goldperiodelængde over/under 50 dage, nykælverhuld og behandlinger.

Der findes for 3+ kalvskøerne signifikant forskel mellem kort og langt kælvningsinterval ( $p$ -værdi = 0.024). For 3.+ kalvskøerne er medianen for drægtighed imellem kort og langt kælvningsinterval 38 dage, køer med langt kælvningsinterval er altså næsten 2 cyklusser længere om at blive drægtige end køer med kort kælvningsinterval. 'High fertility-cycle' kan ved 3. kalvskøerne altså bekræftes, da køer med kort kælvningsinterval bliver hurtigere drægtige.

Analyserne viser, at køer med højt nykælverhuld også giver højere ydelse. Oetzel et al (2007) beskriver samme sammenhæng, hvor dette studie beskriver at øget huldscore ved kælvning er associeret med øget mælkeydelse (Oetzel et al., 2007). Roche et al (2009) beskriver, at øget huldscore ( $>3.5$ ) er associeret med reduktion af foderindtag, mælkeydelse og øget risiko for metaboliske lidelser (Roche et al., 2009). Det betyder i praksis, at det er relevant for besætningen at have styr på, at 3.+ kalvskøerne får en goldperiode på over 50 dage, da koens ydelse vil falde 1.4 kg for hver dag goldperiode forkortes. Besætningen skal dog være opmærksom på, at fede goldkøer (huld  $>3.5$ ) ikke taber sig yderligere med en længere goldperiode. Det er for besætningen også vigtigt at forebygge sygdom og efterfølgende behandling, idet koens ydelse falder, når koen får en eller flere behandlingskrævende sygdomme inden toplaktationen. For at forebygge behandlinger, bør besætningen sørge for, at køerne får ro op til kælvning, får det rette goldkofoder og belægningsgraden i goldkoholdene bør ikke oversige 100%, der må altså ikke være flere køer end tilgængelige sengebåse (Caixeta & Omontese, 2021). Caixeta & Omontese (2021) beskriver ligeledes vigtigheden af en lav belægningsgrad blandt goldkøerne i closeup perioden. Studiet finder, at køer producerer 0.72 kg mindre mælk per dag for hver 10 % belægningsgraden øges over 80% i closeup perioden, baseret på foderpladser (Caixeta & Omontese, 2021).

Modtager 3.+ kalvskoen en behandling i startlaktationen vil dette have negativ betydning for koens topydelse. Carvalho et al (2019) finder i deres retrospektive kohorte studie på en enkelt stor besætning, at for køer med klinisk sygdom, der behandles inden for 21 dage efter kælvning, at dette vil have langvarig negativ konsekvenser for koens ydelse (Carvalho et al., 2019). Goto et al (2019) finder i et retrospektivt multiherd kohorte studie, at køer, der bliver syge inden dag 60, vil have lavere ydelse og reproduktion (Goto et al., 2019).

For 3.+ findes statistisk signifikant forskel på om koen har modtaget efterbyrd med efterfølgende metritis behandling ( $p$ -værdi = 0.0012), eller kun har modtaget metritis behandling ( $p$ -værdi = 0.024). For 3+ kalvskøerne er medianen for dage til drægtighed uden behandling 107 dage. Har koen modtaget en behandling for tilbageholdt efterbyrd er medianen 206 dage, mens medianen for dage til drægtighed, hvis koen er behandlet for metritis uden foregående behandling for efter-

byrd er 173 dage. Smith (2009) beskriver, at tilbageholdt efterbyrd i sig selv er forholdsvis harmløst, men tilstanden er vigtig, da køer med tilbageholdt efterbyrd har øget forekomst af postpartum sygdomme så som metritis, pyometra, ketose, mastitis og forlænget tid til drægtighed (Smith, 2009). I denne undersøgelse findes tilbageholdt efterbyrd ikke harmløst, da tilbageholdt efterbyrd her betyder at medianen for dage til drægtighed for gruppen er 99 dage længere, end medianen for køer uden tilbageholdt efterbyrd. Bogado Pascottini et al. (2020) finder at metritis er den mest betydende postpartum sygdom, når drægtighedsprocenter på dag 120 og dag 210 efter kælvning undersøges. Bogado Pascottini et al. (2020) opgiver drægtighedsprocenter for forskellige sygdomme på dag hhv 120 og 210. I denne univariable analyse angives sandsynligheden for drægtighed, som dage til drægtighed for 50% af gruppen. Ud fra de illustrerede grafer er det vanskeligt, at aflæse sandsynligheden for drægtighed, det kan dog aflæses at ca. 5% af ikke behandlet køer på dag 200 stadigvæk ikke er drægtige, mens det er ca 25% af metritisbehandlet køer. Bogado Pascottini (2020) finder, at 48.4% af køer behandlet for metritis ikke er drægtige på dag 210. De finder i deres undersøgelse ligeledes, at metritis behandling er associeret med reduceret fertilitet, sammenholdt med ubehandlet dyr, samt at metritis behandling alene er den mest betydende faktor for dage til drægtighed (Bogado Pascottini et al., 2020).

Der findes for ingen af pariteterne statistisk signifikant forskel på dage til drægtighed, afhængig af om koen får tvillinger eller ej. Sawa et al (2015) beskriver, at de i deres studie finder at tvillinge- og trillingedrægtigheder nedsætter fertiliteten hos multipare køer, hvor kælvningsintervallet bliver længere, samt at drægtighedsprocenten falder. Ligeledes finder de, at køer der har fået tvillinger, har stærkt nedsat chance for at overleve til næste kælvning (Sawa et al., 2015). Chapin og Van Vleck (1980) finder ikke at tvillinger har effekt på ydelsen (Chapin & Van Vleck, 1980). At der i denne undersøgelse ikke findes denne sammenhæng, kan skyldes det lille datagrundlag, med kun 70 tvillingekælvninger. En faktor, der kan bidrage til den ikke detekterede forskel, kan være at medarbejdere på besætningen er opmærksomme på problematikken, og tager ekstra hånd om tvillinge-køer; der holdes ekstra øje, samt tildeles konsekvent Bovikalc<sup>®</sup> og propylenglykol til disse køer efter kælvning (baseret på kvalitative observationer og interview). Casebesætnings køer scorer i gennemsnit 3.53 i huld ved afgoldning. 40.3% (=194 køer) har huld over 3.5 ved goldning. Ud af de køer med højt huld (>3.5) ved afgoldning taber 72.7% (=141 køer) sig. 58.3% af 3.+ kalvskøerne uanset start huld taber sig fra goldning til nykælverundersøgelse. De køer (194) med huld over 3.5 har i gennemsnit en goldperiode på 56 dage, mens køer med huld mindre eller lig med 3.5 (287) i gennemsnit har en goldperiode på 49 dage. De fede goldkøer (>3.5)

får altså en uge længere goldperiode end de øvrige køer. De kvalitative undersøgelser viste gennem dialog, at årsagen til at de 'tynde' køer i denne besætning har en goldperiode, der er en uge kortere end de 'fede' kan være at besætningen vælger at lade køer, der i slutlaktationen stadigvæk giver en høj ydelse, en malkeuge ekstra efter de er kommet på afgødningslisten.

I forhold til hvad analyserne viser, er det ikke en fordel for besætningen at give disse køer en malkeuge ekstra, hvis det betyder, at de får en goldperiode på under 50 dage.

I dette studie er halthed ikke inddraget. Halthed hos køerne er forbundet med reduceret ydelse, huldtab, infertilitet, forlænget kælvningsinterval, øget omkostninger ifbm. medicin, dyrlæge og dødelighed (Weaver et al., 2005). Her skal man dog være opmærksom på mulig bias, i forhold til hvem der skal score halthedsgraden hos køerne, samt hvornår observationerne skulle foretages. Derfor ville det være nødvendigt at lave standard procedurer til træning af medarbejdere og løbende evalueringer, for at sikre at der kan stoles på data, og for at forhindre, at bias påvirker resultaterne (Gibbons et al., 2012). Yderligere kunne det have været interessant, at inkludere sæson i analyserne for denne besætning, da de kvalitative undersøgelser viste, at fede goldkøer (huld >3.5) lukkes på græs om sommeren. Det kunne altså være spændende at se, om disse køer taber sig særligt i perioden på græs, og om sæson derfor har betydning for huldtab i goldperioden, og derved for reproduktion og topydelse. Græs kan give udfordringer for køerne, da græs fx kan give køerne overforsyning af kalium. Kalium interfererer med koens evne til at forbruge calcium, hvilket kan give udfordringer med mælkefeber [5]. I casebesætningen er køerne ikke på græs i mere end 14 dage i fare-off perioden. Besætningen har taget et aktivt valg om, at det er de fede multipare dyr, der kommer på græs, i overbevisningen om at de har godt af at tabe sig. Dette er et interessant synspunkt, og det kunne være spændende at undersøge dette nærmere, hvorfor synes besætningen at køerne skal tabe sig? Kan landmanden gennem demonstration af betydningen af dette lære sig, at huldtab i goldperioden ikke er godt for ydelsen? Dette ville være spændende rådgivningsmæssig område at arbejde videre med. Det kunne være interessant at lave forskellige analyser på denne gruppe af køer, fx hvor meget de taber sig i forhold til dem på stald, eller om forekomsten af mælkefeber er højere i denne gruppe. Hvis en sådan undersøgelse skulle laves, skal det dog holdes for øje at samtlige køer forsures med magnesiumchlorid 3 uger før forventet kælvning, denne forsuring kan muligvis sløre græssets effekt på forekomst af mælkefeber (Goff et al., 2004).

Besætningen benytter sig meget af kødkvægssæd hos køerne, det kunne derfor have været interessant at have inddraget kalvens race i analyserne, for at se om køer der fx får blåhvid-kødkvægskalve har lavere ydelse og flere sygdomme end køer der får en holstein kalv.

Disse mixed methods analyser vil give den rådgivende dyrlæge mulighed for, at forstå baggrunden for data, hvilket vil betyde at outcome af analyserne kan tolkes på den for besætningen, mest hensigtsmæssige måde, og dermed være med til at rykke besætningen yderligere. Analyserne kan danne baggrund for dialog om konsekvenserne af managementbeslutninger.

Ved brug af analyser indeholdende kælvningsinterval, gør det det muligt for den praktiserende dyrlæge, at få et indblik i samt rådgive i, hvad kælvningsintervallets længde har af betydning for de forskellige paritets køer i besætningen og konsekvenserne bag deres beslutningsprocesser. På nuværende tidspunkt indeholder ingen af de brugte analyser kælvningsinterval, denne model vil derfor være oplagt at benytte, særligt i forhold til eventuelle fordele og ulemper, hvis en besætning ønsker at forlænge kælvningsintervallerne i besætningen.

### **Perspektivering:**

Demonstrationen af tid til hændelses-analyserne viser, at metoden kan være et metodisk værktøj, der kan benyttes i fremtiden, til at se om det vil være en fordel eller ulempe for den enkelte besætning at benytte sig af forlænget laktationer og på hvilke køer. Modellerne kan benyttes til at se på interaktioner med fx huld og goldperiode, samt give et indblik i, hvilke dyr i besætningen man skal være ekstra opmærksom på omkring kælvning.

### **Konklusion**

Dette speciale udgør en virkelighedsnær demonstration af principper til frembringelse af lokal besætnings-specifik evidens for sammenhænge mellem kælvningsinterval, relevante kliniske parametre omkring goldperiode, reproduktion og topydelse i den efterfølgende laktation; herunder tværdisciplinære undersøgelser af datas oprindelse og datakvalitet.

I store malkekvægsbesætninger tages der mange forskellige beslutninger hver dag. For at undgå fejltolkning af besætningsdata og analyser heraf kræver det indgående kendskab til, hvordan data forekommer, samt datakvalitet. I dette speciale demonstreres det, hvordan etnografisk inspireret metode med observation og dialog (herunder tid og tillid) kan bidrage til indsigt i besætnings beslutningsprocesser omkring specifikke emner; her reproduktion og ydelse.

Undersøgelser viste, at besætningen siden d. 1/6 2021 har registreret og behandlet akutte mastit-ter (formodet *E. coli*) med besætningsdiagnosen 'fremmedlegemer', hvilket betyder at disse mastit-ter ikke indgår i behandlingsdata for mastitis. I sommerperioden er der forskel på hvilke forhold goldkøerne går under. Management af goldkøerne afhænger af køernes huld. Multipare-goldkøer med huld >3.5 lukkes på græs, med overbevisningen om at de har godt at motionen, så de kan tabe sig lidt. Undersøgelser viste at en, for landmanden uforstående, stor del af køerne

(17%) manglede huldregistrering. I samme forbindelse har den studerende undersøgt inter og intra-observatør overensstemmelse for huldvurderinger for at give eksempel på mulighederne for at validere kliniske undersøgelser i praktisk setting. I begge studier blev der fundet næsten perfekt overensstemmelse ( $>0.8$ ).

I relation til 'high fertility-cycle' kan nulhypotesen, der beskriver at der ingen sammenhæng mellem kælvningsinterval og udvalgte kliniske parametre og tid til drægtighed indenfor casebesætningen forkastes. Igennem de univariable Kaplan Meier analyser, er der nemlig fundet statistisk signifikant forskel på kort og langt kælvningsintervalls betydning for dage til drægtighed hos både 2 og 3.+ kalvskøerne. Der findes i disse analyser statistisk signifikant forskel mellem ingen behandling og metritis behandling hos 1. kalvskøerne, mens der findes statistisk signifikant forskel mellem både ingen behandling og metritis, samt ingen behandling og behandling for tilbageholdt efterbyrd hos 3.+ kalvskøerne. Samme signifikante forskel findes ikke hos 2. kalvskøerne. Tvillinger har ikke betydning for dage til drægtighed for nogle af paritetsgrupperne.

I relation til 'high production-cycle' kan nulhypotesen, der beskriver sammenhængen mellem kælvningsinterval, udvalgte kliniske parametre og EKM60 indenfor casebesætningen forkastes. Kælvningsinterval alene har dog ikke signifikant betydning for topydelsen, men interagerer med nykælverhuld og har tilsammen indfyldelse på topydelsen hos 2. kalvskøerne. Det skal dog holdes for øje at besætningen bevidst vælger at springe startinsemineringen omkring dag 45 over, hvis en ko giver mere end 40 kg EKM. En sådan bevidst handling kan gøre, at det ser ud til at højtproducerende køer generelt har længere kælvningsintervaller, denne sammenhæng findes dog ikke signifikant i disse analyser. Igennem de multivariable analyser findes topydelsen hos 1. kalvskøerne at være associeret med alder ved første kælvning. Hos 2. kalvskøerne er topydelsen statistisk associeret med total EKM i forrige laktation, goldperiodelængde over/under 50 dage, tvillinger og behandlinger. Der findes ligeledes statistisk signifikante interaktioner mellem kælvningsinterval og nykælverhuld, samt nykælverhuld og huldtab i goldperioden hos 2. kalvskøerne. Hos 3.+ kalvskøerne er topydelsen statistisk associeret med EKM total i forrige laktation, goldperiodelængde over/under 50 dage, nykælverhuld og behandlinger.

Specialet demonstrerer vigtigheden af at belyse rådgivningsmæssige emner fra flere vinkler for at opnå både dyb kvalitative og avanceret epidemiologisk indsigt (e.g. mixed method tilgang), samt muligheden for at give praktiske evidensbaserede råd indenfor et givet område indenfor mælkeproduktion.



## Referenceliste

- Atashi, H., Asaadi, A., & Hostens, M. (2021). Association between age at first calving and lactation performance, lactation curve, calving interval, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows. *PLoS ONE*, *16*(1 January 2021), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244825>
- Barnhart, H. X., Yow, E., Crowley, A. L., Daubert, M. A., Rabineau, D., Bigelow, R., Pencina, M., & Douglas, P. S. (2016). Choice of agreement indices for assessing and improving measurement reproducibility in a core laboratory setting. *Statistical Methods in Medical Research*, *25*(6), 2939–2958. <https://doi.org/10.1177/0962280214534651>
- Bedere, N., Cutullic, E., Delaby, L., Garcia-Launay, F., & Disenhaus, C. (2018). Meta-analysis of the relationships between reproduction, milk yield and body condition score in dairy cows. *Livestock Science*, *210*(May 2017), 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.01.017>
- Bello, N. M., Stevenson, J. S., & Tempelman, R. J. (2012). Invited review: Milk production and reproductive performance: Modern interdisciplinary insights into an enduring axiom. *Journal of Dairy Science*, *95*(10), 5461–5475. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5564>
- Bogado Pascottini, O., Probo, M., LeBlanc, S. J., Opsomer, G., & Hostens, M. (2020). Assessment of associations between transition diseases and reproductive performance of dairy cows using survival analysis and decision tree algorithms. *Preventive Veterinary Medicine*, *176*(September 2019), 104908. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104908>
- Caixeta, L. S., & Omontese, B. O. (2021). Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. *Animals*, *11*(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ani11020352>
- Carvalho, M. R., Peñagaricano, F., Santos, J. E. P., DeVries, T. J., McBride, B. W., & Ribeiro, E. S. (2019). Long-term effects of postpartum clinical disease on milk production, reproduction, and culling of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *102*(12), 11701–11717. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17025>
- Chapin, C. A., & Van Vleck, L. D. (1980). Effects of Twinning on Lactation and Days Open in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, *63*(11), 1881–1886. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83155-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83155-9)
- Cutullic, E., Delaby, L., Gallard, Y., & Disenhaus, C. (2012). Towards a better understanding of the respective effects of milk yield and body condition dynamics on reproduction in Holstein dairy cows. *Animal*, *6*(3), 476–487. <https://doi.org/10.1017/S175173111100173X>

- Dohoo, I., Martin, W., & Stryhn, H. (2003). *Veterinary Epidemiologic Research*.
- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 77(9), 2695–2703.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)
- Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., & Pursley, J. R. (2020). *The High Fertility Cycle*.
- Gibbons, J., Vasseur, E., Rushen, J., & De Passillé, A. M. (2012). A training programme to ensure high repeatability of injury scoring of dairy cows. *Animal Welfare*, 21(3), 379–388.  
<https://doi.org/10.7120/09627286.21.3.379>
- Gillund, P., Reksen, O., Gröhn, Y. T., & Karlberg, K. (2001). Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1390–1396. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70170-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70170-1)
- Goff, J. P., Ruiz, R., & Horst, R. L. (2004). Relative acidifying activity of anionic salts commonly used to prevent milk fever. *Journal of Dairy Science*, 87(5), 1245–1255.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73275-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73275-0)
- Goto, A., Takahara, K., Sugiura, T., Oikawa, S., Katamoto, H., & Nakada, K. (2019). Association of postpartum diseases occurring within 60 days after calving with productivity and reproductive performance in dairy cows in Fukuoka: A cow-level, retrospective cohort study. *Journal of Veterinary Medical Science*, 81(7), 1055–1062.  
<https://doi.org/10.1292/jvms.18-0384>
- Houe, H., Ersbøll, A. K., & Toft, N. (2004). *Introduction to Veterinary Epidemiology* (H. Houe, A. K. Ersbøll, & N. Toft (eds.); 1st ed.). Biofolia, Rosenoerns Allé 9, DK-1970 Frederiksberg C, Denmark, 2004).
- Jeyaseelan, L., Walter, S. D., Shankar, V., & John, G. T. (1999). Survival analysis: Cox proportional hazards model. *National Medical Journal of India*, 12(5), 230–233.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195146189.003.0013>
- Kim, I. H., & Suh, G. H. (2003). Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 60(8), 1445–1456. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00135-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00135-3)
- Klopčič, M., Hamoen, A., & Bewley, J. (2011). *Body Condition Scoring of Dairy Cows*.  
[http://www.holstein.si/PDF/body condition of dairy cows.pdf](http://www.holstein.si/PDF/body%20condition%20of%20dairy%20cows.pdf)
- Könyves, L., Szenci, O., Jurkovich, V., Tegzes, L., Tirián, A., Solymosi, N., Gyulay, G., & Brydl, E. (2009). Risk assessment of postpartum uterine disease and consequences of puerperal metritis for subsequent metabolic status, reproduction and milk yield in dairy

cows. *Acta Veterinaria Hungarica*, 57(1), 155–169.

<https://doi.org/10.1556/AVet.57.2009.1.16>

- Kristensen, E., Dueholm, L., Vink, D., Andersen, J. E., Jakobsen, E. B., Illum-Nielsen, S., Petersen, F. A., & Enevoldsen, C. (2006). Within- and across-person uniformity of body condition scoring in Danish Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3721–3728. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72413-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72413-4)
- Kristensen, Erling, Nielsen, D. B., Jensen, L. N., Vaarst, M., & Enevoldsen, C. (2008). A mixed methods inquiry into the validity of data. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-30>
- Krogh, M. A., & Enevoldsen, C. (2012). Management of data for health performance measurement in the industrialized dairy herd. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 7(4), 159–174. <https://doi.org/10.3844/ajavssp.2012.159.174>
- Lastein, D. B. (2012). *Herd-specific Randomized Trials Herd-specific Randomized Trials Herd-specific Randomized Trials*.
- Lastein, D. B., Vaarst, M., & Enevoldsen, C. (2009). Veterinary decision making in relation to metritis - A qualitative approach to understand the background for variation and bias in veterinary medical records. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 51(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-51-36>
- Leblanc, S. (2010). Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. *Journal of Reproduction and Development*, 56(SUPPL.), 1–7. <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S01>
- Lehenbauer, T. W., & Oltjen, J. W. (1998). Dairy Cow Culling Strategies: Making Economical Culling Decisions. *Journal of Dairy Science*, 81(1), 264–271. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75575-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75575-4)
- López-Gatius, F., García-Ispuerto, I., Santolaria, P., Yániz, J., Nogareda, C., & López-Béjar, M. (2006). Screening for high fertility in high-producing dairy cows. *Theriogenology*, 65(8), 1678–1689. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.09.027>
- Madsen, T. G., Nielsen, M. O., Andersen, J. B., & Ingvarsen, K. L. (2008). Continuous lactation in dairy cows: Effect on milk production and mammary nutrient supply and extraction. *Journal of Dairy Science*, 91(5), 1791–1801. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0905>
- Middleton, E. L., Minela, T., & Pursley, J. R. (2019). The high-fertility cycle: How timely pregnancies in one lactation may lead to less body condition loss, fewer health issues, greater fertility, and reduced early pregnancy losses in the next lactation. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5577–5587. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15828>

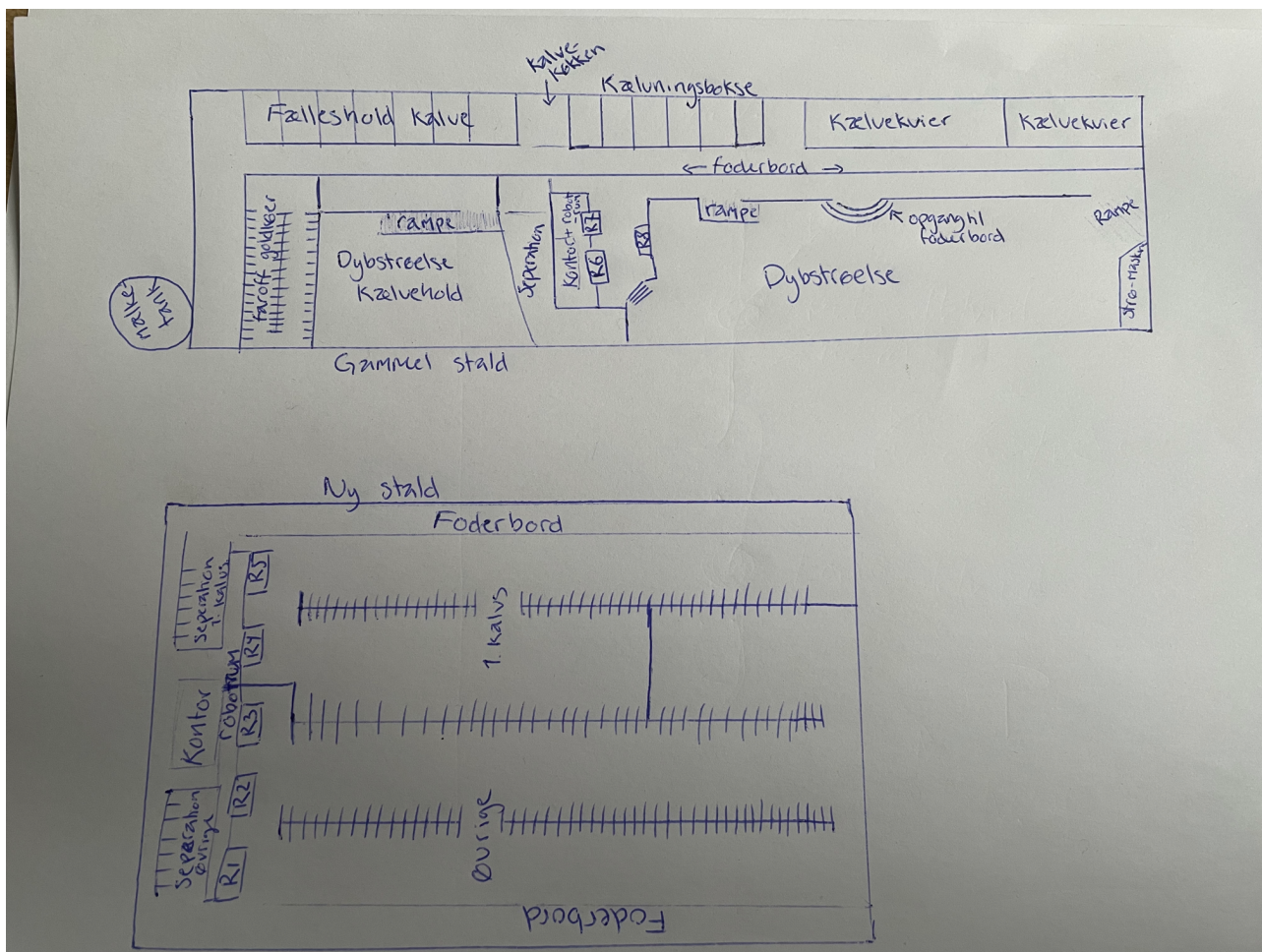
- Mogensen, L., Senior, D., & Kristensen, T. (2016). *EXTENDED LACTATION IN DANISH*.
- Oetzel, G. R., Emery, K. M., Kautz, W. P., & Nocek, J. E. (2007). Direct-fed microbial supplementation and health and performance of pre- and postpartum dairy cattle: A field trial. *Journal of Dairy Science*, *90*(4), 2058–2068. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-484>
- Pryce, J. E., Royal, M. D., Garnsworthy, P. C., & Mao, I. L. (2004). Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock Production Science*, *86*(1–3), 125–135. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00145-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00145-3)
- Pursley, J. R., & Cibelli, J. (2020). Reproductive technologies in cattle. In *Reproductive Technologies in Animals*. INC. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817107-3.00001-1>
- Rich, J. T., Neely, J. G., & ... (2014). A practical guide to understanding Kaplan-Meier curves. *Nationl Institutes of Health*, *23*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2010.05.007.A>
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, *92*(12), 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>
- Sawa, A., Bogucki, M., & Głowska, M. (2015). Effect of single and multiple pregnancies on performance of primiparous and multiparous cows. *Archiv Tierzucht*, *58*, 43–48. <https://doi.org/10.5194/aab-58-43-2015>
- Smith, B. P. (2009). *LARGE ANIMAL INTERNAL MEDICINE* (Fourth edi). Mosby Elsevier.
- Vaarst, M., Paarup-Laursen, B., Houe, H., Fossing, C., & Andersen, H. J. (2002). Farmers' choice of medical treatment of mastitis in danish dairy herds based on qualitative research interviews. *Journal of Dairy Science*, *85*(4), 992–1001. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74159-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74159-3)
- Weaver, A. D., Jean, G. S., & Steiner, A. (2005). *BOVINE SURGERY AND LAMENESS* (second edi). Blackwell Publishing.

#### Links:

- [1] <http://vpr.kvl.dk> (tilgået i september 2021)
- [2] <https://www.ryk-fonden.dk/ydelseskontrol> (tilgået december 2021)
- [3] <https://bovikalc.nu> (tilgået december 2021)
- [4] [https://www.landbrugsinfo.dk/public/0/a/0/sundhed\\_velfard\\_nye\\_regler\\_gold\\_yverbehandlinger](https://www.landbrugsinfo.dk/public/0/a/0/sundhed_velfard_nye_regler_gold_yverbehandlinger) (tilgået november 2021)
- [5] <https://www.arn-ltd.co.uk/newsroom/latest-news-from-advanced-nutrition/2020/05/18/managing-dry-cows-at-grass/> (tilgået december 2021)

# Appendix

## 1. Skitse over stalden



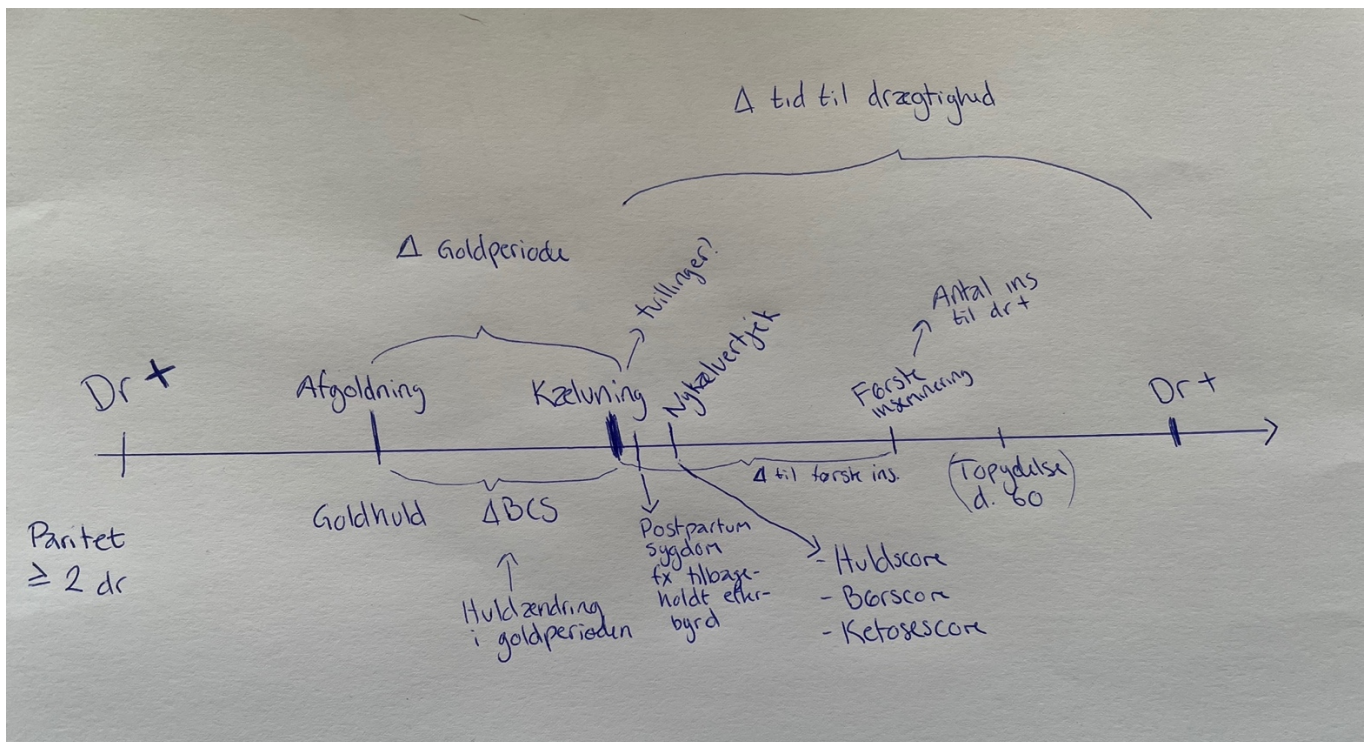
Ovenstående er en skitse. Størrelsesforhold og antal sengebåse mv er fortegnet. R1-R8 er robotter. Vandkar, købørster og forskellige låger er ikke tegnet ind.

## 2. Skema med beskrivelse af variabler til Kaplan Meier analyserne

Variabel	Definition	Datatype	Bemærkning
<b>Dyr_id</b>	Besætning- og dyrenummeret bruges til sammen at kode "dyr_id" i et entydigt 11 cifret nummer. Dyr_id er relevant for at sikre, at der i analysen ikke optræder to dyr med samme dyrenummer.		
<b>Afg_dato</b>	Datoen for koens afgang fra besætningen	Dato	
<b>Klv_dato</b>	Dato for kælvning i nuværende laktation	Dato	
<b>Pklv_dato</b>	Kælvningsdato for kælvning i forrige laktation	Dato	
<b>Par</b>	Paritet. Køerne grupperes efter paritet ved brug af variabelen "klv_nr".	Ordinal faktor	
<b>Pos_dr</b>	Datoen for registrering af positiv drægtighed	Dato	
<b>Last_ins</b>	Dato for koens sidste inseminering	Dato	
<b>EB_treat</b>	Behandling af tilbageholdt efterbyrd, kodes ud fra om koen har en dato for EB. Datoen for behandling fremgår kun hvis den er givet 0-21 dage efter kælvning. I denne analyse er det valgt at behandling for tilbageholdt efterbyrd skal være givet inden for 4 dage efter kælvning, for at de medtages.	Logistisk variabel	
<b>Metrit_treat</b>	Behandling for ketose, foretaget inden for 21 dage efter kælvning.	Logistisk variabel	
<b>Repro_treat</b>	Variablen "repro_treat" beskriver om den enkelte ko er blevet behandlet for enten tilbageholdt efterbyrd eller metritis.	Kategorisk variabel ( <i>no repro treatment, EB treatment eller metritis treatment</i> )	Hvis koen har modtaget en behandling for tilbageholdt efterbyrd, og metritis, fremgår denne kun i kategorien for EB treatment. En ko kommer i kategorien <i>metritis treatment</i> , hvis den er behandlet for metritis uden foregående behandling for tilbageholdt efterbyrd.
<b>Twin</b>	Beskriver om koen har fået tvillinger eller ej. True/ falsk. True = tvilling	Kategorisk variabel	
<b>Date</b>	Denne dato er enten datoen, hvor koen er blevet drægtig, udsat eller studiets afslutning. Er koen ikke drægtig, vil "date" kodes som værende afgangsdatoen, hvis der ingen afgangsdato er, vil "date" kodes, som værende datoen for studiets afslutning = dagen data er hentet (22.09.2021).	Kodes som dato	Efter denne "date" vil dyret ikke længere indgå i risikogrundlaget for drægtighed.
<b>Days</b>	Variablen "days" findes ved at trække "klv_dato" (kælvningsdatoen) fra "date". "Days" angiver tid til hændelse.	Kodes som dato	
<b>Drægtig</b>	Variablen "drægtig" er en logistisk variabel, og kodet som true, hvis der er en registrering af positiv drægtighed (pos_dr), med den tilhørende 'date' lig datoen for sidste inseminering (ins_dato)	Logistisk variabel	
<b>Kælvint</b>	Intervaller mellem samme kos to kælvninger.	Kontinuerlig variabel	Nødvendigt at kode kælvningsintervallet om et en kategorisk

			variabel, for at kunne bruge den i KM
<b>Kælvingt_længde</b>	Denne variabel består af kælvningsinterval ind delt i 4 intervaller. Intervallerne er kort, medium, langt og meget lang, disse kodes ud fra percentiler beregnet fra de observerede kælvningsintervaller for hhv. 2 og 3+ paritetskørne. Kælvningsintervallet 'kort' er angivet som værende fra min til p25 (p25= 25% percentilen). 'Medium' fra p25 til p75. 'Langt' fra p75 til p92. 'Meget langt' fra p92 til max.	Kategorisk variabel ( <i>kort, medium, langt, meget langt</i> )	

### 3. Causal diagram



Ud fra dette causal diagram, er variabler til modellerne udvalgt.



#### 4. Beskrivelse af variabler til den multivariable analyse

Variabel	Definition	Datatype	Bemærkning
<b>Dyr_id</b>	Besætning- og dyrenummeret bruges til sammen at kode "dyr_id" i et entydigt 11 cifret nummer. Dyr_id er relevant for at sikre, at der i analysen ikke optræder to dyr med samme dyrenummer.		
<b>Par</b>	Paritet. Køerne grupperes efter paritet ved brug af variabelen "klv_nr".	Ordinal faktor	
<b>Klv_interval</b>	Opgives i dage, som differencen mellem koens seneste kælvning og hendes forrige kælvning.	Kontinuerlig variabel.	
<b>Cklv_interval</b>	Centreret kælvningsinterval omkring p66, for hhv 2. og 3+ kalvskøerne	Kontinuerlig variabel	Centreres omkring p66, da det er de lange kælvningsintervaller der er interessante.
<b>Huld_tab</b>	Huld tabet i goldperioden findes ved at trække huld ved nykælverundersøgelsen ("nyk_huld") fra huld ved goldning ("gold_huld") i forrige laktation.		
<b>Dry_dato</b>	Afgoldningsdatoen ("Dry_dato") kodes så R indsætter den beregnede golddato ("pber_gold_dato"), hvis ikke landmanden selv har opgivet datoen for, hvornår koen er goldet ("pGold_dato").		
<b>Goldperiode</b>	Beregnet ved at kælvningsdatoen er trukket fra golddatoen (pgolddato) i tidligere laktation	Kontinuerlig variabel	
<b>Age1klv_m</b>	Kodes i måneder ved at dele alder ved første kælvning (dage) med 30.	Kontinuerlig variabel	
<b>cAge1klv_m</b>	Alder ved første kælvning centreret omkring p66.	Kontinuerlig variabel	Centreres omkring p66, da det er de 'gamle' dyr der er interessante.
<b>pEKMtotal</b>	Total mængde EKM i forrige laktation ("pEKMtotal") fremkommer af en bagvedliggende model, der finder arealet under laktationskurven ( <i>kg EKM/1000</i> ) givet ved EKM10, EKM60 og EMK305 i forrige laktation.	Kontinuerlig variabel	
<b>cpEKMtotal</b>	pEKMtotal centreret omkring gennemsnittet for hhv. 2. og 3+ kalvskøerne		
<b>Twin</b>	Tvillinger ("twin") er en dikotom variabel, der er kodet som 0/1 af landmanden. 0= enkelt kalv, 1 = tvillinger. Tvillinger kodes som en logistisk variabel.	Dikotom logistisk variabel.	
<b>Pber_golddato</b>	DMS beregnet dato, der findes ved at tage datoen for koens sidste ydelseskontrol og ligge 14 dage dertil.	Kodes som dato	Bruges for køer, hvor landmanden ikke har registreret en gold-dato.
<b>pGolddato</b>	Den landmands registreret golddato. Denne variabel bruges til at beregne goldperiodelængden.	Kodes som dato	
<b>Nyk_huld</b>	Huldscore ved nykælverundersøgelse	Ordinal variabel	
<b>Cnyk_huld</b>	Centreret nykælverhuld omkring gennemsnittet for paritetsgruppen.		

<b>MF_treat</b>	Behandling for mælkefeber, kodes som have modtaget en behandling, hvis der er en MF_dato. Igennem kvægdatabase bliver behandling kun modtaget hvis den er givet inden for 21 dage efter kælvning. Jeg har i denne analyse, valgt at mælkefeber behandlinger skal være givet inden for 4 dage efter kælvning, for at de medtages.	Logistisk variabel	
<b>EB_treat</b>	Behandling af tilbageholdt efterbyrd, kodes ud fra om koen har en dato for EB. Datoen for behandling fremgår kun hvis den er givet 0-21 dage efter kælvning. I denne analyse er det valgt at behandling for tilbageholdt efterbyrd skal være givet inden for 4 dage efter kælvning, for at de medtages.	Logistisk variabel	
<b>Metrit_treat</b>	Datoen for børbetændelse behandling. Datoen for behandling fremgår kun hvis den er givet 0-21 dage efter kælvning.	Logistisk variabel	
<b>Abo_treat</b>	Behandling for løbelidelse, kodes så analysen kun indeholder behandlinger foretaget inden dag 60 efter kælvning.	Logistisk variabel	
<b>Ford_treat</b>	Behandling for fordøjelses- og metabolisk lidelse, kodes så analysen kun indeholder behandlinger foretaget inden dag 60 efter kælvning.	Logistisk variabel	
<b>Ketose_treat</b>	Behandling for ketose, foretaget inden for 21 dage efter kælvning.	Logistisk variabel	
<b>Tidl_yb</b>	Behandling af yverbetændelse i start laktationen, igennem Kvægdatabase defineres som yverbetændelse behandling modtaget inden dag 60.	Logistisk variabel	
<b>Treatments</b>	En samlet variabel, indeholdende de 7 ovenstående sygdomsbehandling. Treatments kodes, så den angiver om dyret har modtaget 0 = ingen sygdom, 1 eller 2 og flere behandlinger i laktationen.	Numerisk variabel (0,1,2)	
<b>Goldperiode_kat</b>	Goldperioden kategoriseres som værende hhv. under eller lig med 50 dage, eller over 50 dage.	Kategorisk variabel	

## 5. Eksempel på udfyldte scoreskemaer

Dyr nr.	Kælv. dato	Alm B.	Huld 1-5	Ketose 1-6	Yver 0-9	CMT 1-5, 0 for gode kitter af VF, VB, VS	Bar 0-9	Skede 0-9	Kg Mælk	Kalve OK-6, OK-51 Navne-53	Bemærkninger	Beh.
- 6485	3-9		3,50	0	1	1-1-1-1	3	0	23,3			
- 5874	3-9		3,50	6	1	1-1-1-2	3	0	29,9		Ketose?	
- 7470	4-9		3,00	0	1	1-1-1-1	0	3	35,4			
- 8086	5-9		3,50	0	1	1-1-1-1	0	0	18,6			
- 7022	5-9		3,75	0	1	1-1-1-1	0	0	28,9			
- 6231	7-9		3,50	0	1	1-0-1-2	3	0	19,9			
- 16093	8-9	3,00	<del>2,75</del>	0	1	2-2-2-2	0	0	28,2			
- 6846	8-9		3,50	0	1	1-1-1-1	0	0	21,6			
- 7546	8-9		3,25	0	1	1-1-1-1	0	0	20,0			

Dyr nr.	Kælv. dato	Alm B.	Huld 1-5	Ketose 1-6	Yver 0-9	CMT 1-5, 0 for gode kitter af VF, VB, VS	Bar 0-9	Skede 0-9	Kg Mælk	Kalve OK-6, OK-51 Navne-53	Bemærkninger	Beh.
- <del>6425</del>	-											
- 7557	25-9		3,25	0	1	1-1-1-1	0	0	20,9		berbetændelse	
- 7541	24-9		3,50	0	1	1-1-1-1	0	0	29,2			
- 7077	25-9		3,50	0	1	1-1-1-1	0	0	26,5			
- 7053	25-9		3,50	0	1	1-1-1-1	0	0	35,7			
- 6668	25-9		3,50	3	3,5	1-1-1-1	0	0	28,7			
- 8066	26-9		3,50	0	1	1-1-1-1	0	0	18,1			
- 7099	29-9		3,50	0	3	1-1-1-0	0	0	22,2			
- 7551	29-9		3,50	0	1	1-1-1-1	0	0	14,1		berbetændelse	
- 6043	29-9		2,75	0	1	2-5-2-2	0	0	16,6		VB VF	

Dyr nr.	Kælv. dato	Alm B.	Huld 1-5	Ketose 1-6	Yver 0-9	CMT 1-5, 0 for gode kitter af VF, VB, VS	Bar 0-9	Skede 0-9	Kg Mælk	Kalve OK-6, OK-51 Navne-53	Bemærkninger	Beh.
- 7207	-	+	3,25		1				25			
- 7581	-	+	3,25		1				25			
- 7221	-	+	3,5		1				38			
- 6600	-	+	3,5		5				17		Goldbea	
- 6882	-	+	3,75		1				22			
- 7024	-	+	3,75		3				7		Goldbea	
- 6626	-	+	2,75		1				3		Goldbea	
- 7507	-	+	3,75		1				15			
- 5438	-	+	3,75		1				22		Goldbea ÷ hf	
- 7246	-	+	3,25		5				16		÷ hb	

## 6. Illustration af score skemaer.

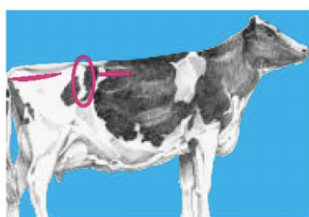
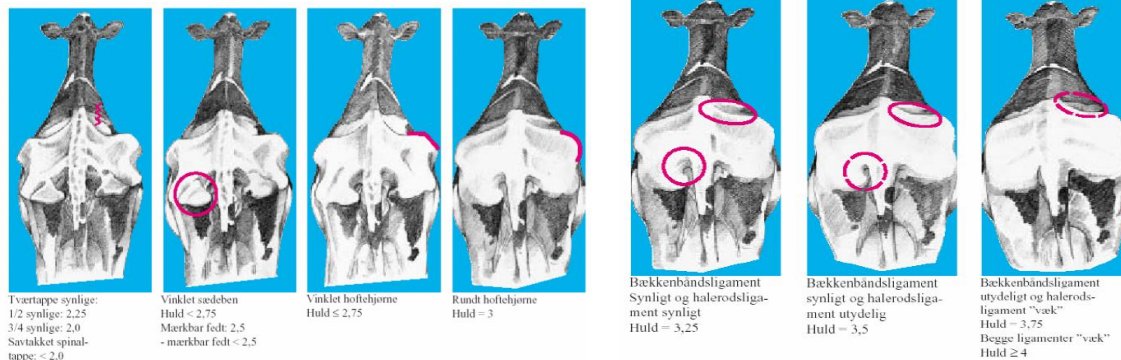
Fergusons huldscoreskala:

TABLE 9. Decision chart for body condition score (BCS) based on principal component descriptors of body regions. Unique classifiers for each score category.

Body region	BCS												
	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
Thurl	V						U						
Ileal tuberosity	angular				rounded						flat		rounded
Ischial tuberosity	angular		fat pad palpable	rounded							not visible	just visible	not visible
Transverse processes of lumbar vertebrae	>.5 visible	.25 to .50 visible				.10 to .25 visible		only tips visible		tips not visible			
Coccygeal ligament	visible					just visible		not visible					
Sacral ligament	visible						just visible	not visible					

Huldvurderingsskemaet udviklet af Jim Ferguson, oversat af KoNet praksis.

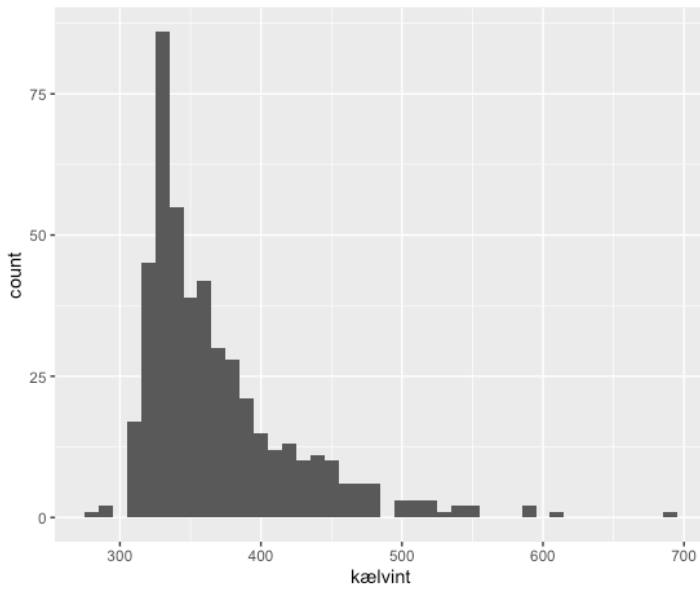
Huldvurderingssystemet udviklet af Jim Ferguson, Pennsylvania State University. 5 point skala med kvarte point.



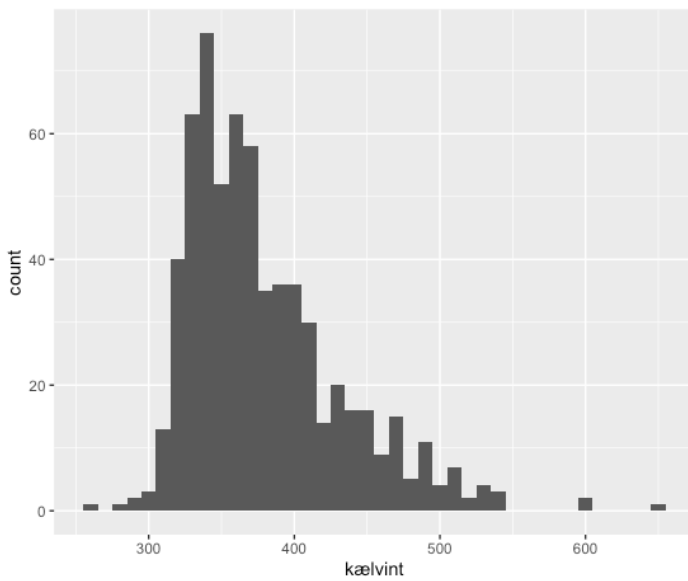
Omdrejeren flad ..... > 4,00  
 Tværtappe netop følbare ved tryk ..... = 4,00  
 Tværtappe "væk", ribben ikke synlige... = 4,25  
 Sædeben usynlige..... = 4,50  
 Hoftehjørne utydeligt..... = 4,75  
 Hoftehjørne væk, rundt kryds ..... = 5,00

## 7. Illustration af kælvningsintervallet for 2 og 3.+ kalvskøerne

Kælvningsinterval 2. paritetskøerne.

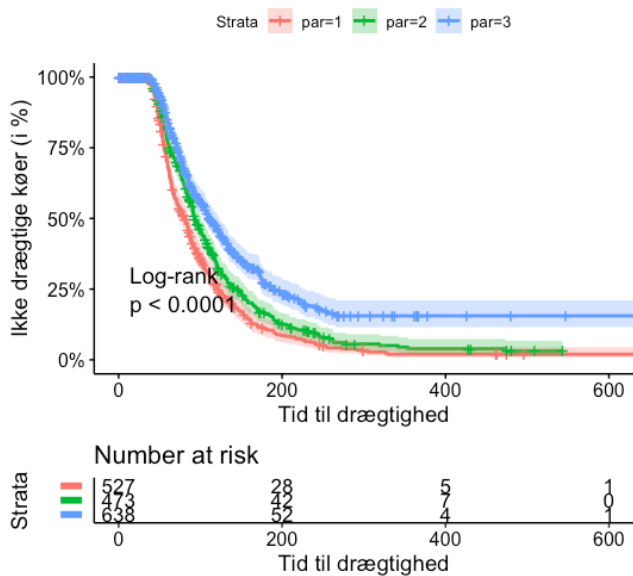


Kælvningsinterval 3. paritetskøerne

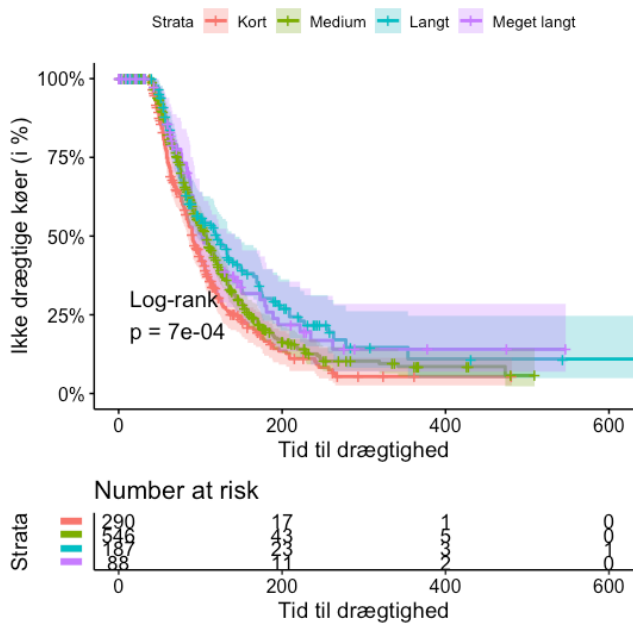


## 8. Kaplan Meier kurver for samlet data

Kaplan meier kurve for dage til drægtighed afhængig af paritet.



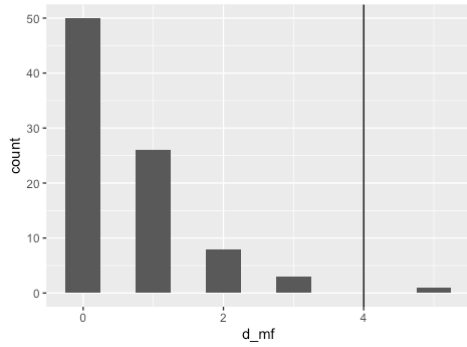
Kurve for dage til drægtighed, afhængig af kælvningsintervallets længde (data par 2 og 3+)



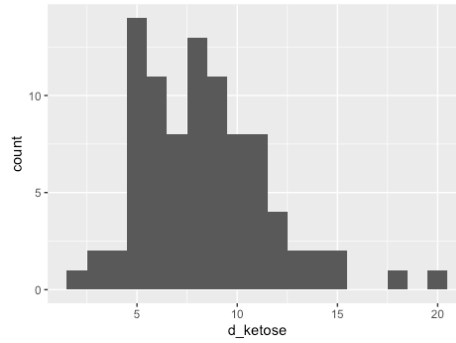
## 9. Illustrationer fra deskriptive analyser

### Illustration af behandlinger over dage fra kælving:

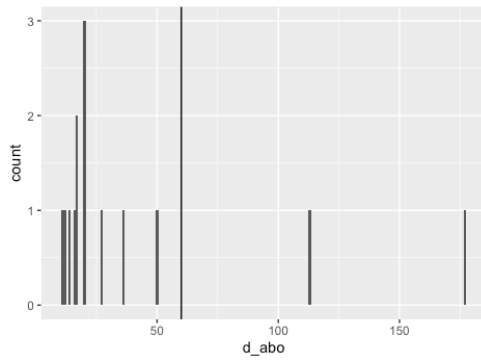
Mælkefeber:



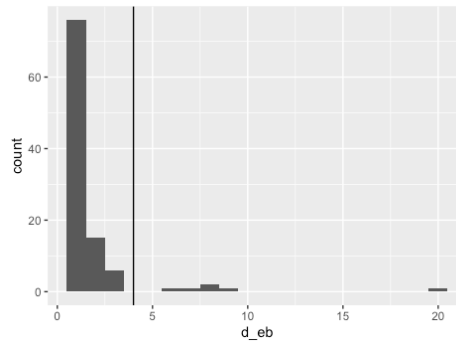
Ketose:



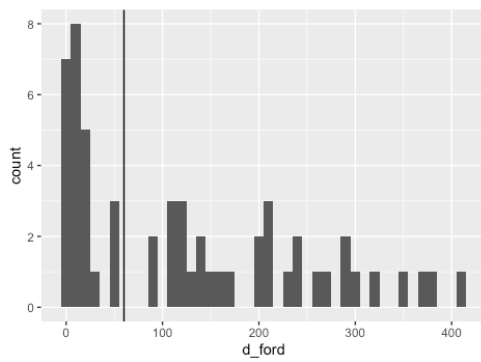
Løbelidelser:



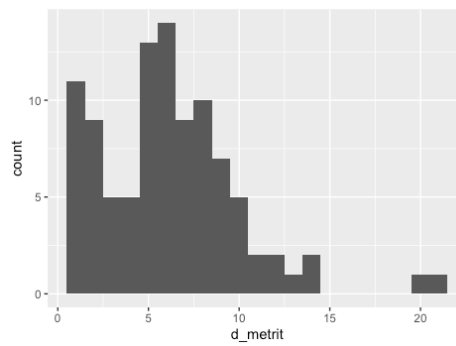
Tilbageholdt efterbyrd:



Fordøjelseslidelse:



Metritis



Tidlig yverbetændelse

