



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
NMBU Veterinærhøgskolen  
Institutt for produksjonsdyrmedisin  
Ambulatorisk klinikk og besetningsmedisin

Fordypningsoppgave 2021

VET 328 Differensiering produksjonsdyrmedisin og  
mattrygghet

## **Sammenhengen mellom ku-kalv- kontakt og celletall i melk**

The relationship between cow-calf-contact and somatic  
cell count in milk

Hilde Sandvik Aune, Henriette Midtenget Skog og  
Hanna Elise Steinsli  
Kull 2015

Veiledere: Camilla Kielland, Ane C. W. Nødtvedt, Julie  
Føske Johnsen og Stine Grønmo Kischel

# **Innhold**

1 Sammendrag.....	4
2 Definisjoner og forkortelser .....	5
3 Innledning.....	8
3.1 Ku-kalv-kontakt .....	9
3.2 Hva er dyrevelferd?.....	9
3.3 Fordeler og ulemper ved å la ku og kalv gå sammen etter fødsel.....	11
3.4 Celletall, jurhelse og dyrevelferd .....	13
3.5 Faktorer som påvirker celletall i melk.....	19
4 Formål .....	23
5 Materiale og metoder .....	24
5.1 Studieutvalg.....	24
5.2 Utforming .....	26
5.3 Fôring .....	27
5.4 Kalvingsbinge til løsdrift.....	27
5.5 Melking .....	29
5.6 Celletallsmåling.....	29
5.7 Innhenting av data .....	30
5.8 Statistisk analyse .....	32
5.9 Diagrammer.....	33
6 Resultater.....	34
6.1 Om datasettet.....	34
6.2 Celletall .....	35
6.3 Melkemengde .....	36

6.4 Øvrige AMS-variabler.....	37
6.5 Om signifikanstestene .....	37
6.6 Spenetuppscore.....	38
6.7 Tabeller.....	39
6.8 Diagrammer.....	41
7 Diskusjon.....	44
7.1 Celletall .....	44
7.2 Melkemengde .....	46
7.3 Avspark .....	47
7.4 Blod .....	47
7.5 Konduktivitet.....	47
7.6 MDI .....	48
7.7 Spenetuppscore.....	48
7.8 Feilkilder .....	49
8 Konklusjon .....	51
9 Takk til bidragsytere.....	52
10 Summary .....	52
Referanser.....	53

# 1 Sammendrag

*Tittel:* Sammenhengen mellom ku-kalv-kontakt og celletall i melk

*Forfattere:* Hilde Sandvik Aune, Henriette Midttenget Skog og Hanna Elise Steinsli

*Veileder:* Camilla Kielland, Institutt for produksjonsdyrmedisin (ProdMed)

I denne fordypningsoppgaven har vi sammenlignet det gjennomsnittlige celletallet i melk hos to grupper med melkekyr, én som har fått gå med kalven (MedKalv) og én som ikke har det (UtenKalv). Studien foregikk på Senter for husdyrforsøk (SHF) ved NMBU på Ås. MedKalv bestod av 8 kyr som fikk gå med kalven i ca. 9 uker som en del av et forskningsprosjekt som kalles SUCCEED, og UtenKalv bestod av 8 kyr fra samme besetning som ikke fikk gå med kalven.

Celletallgjennomsnitt ble beregnet med utgangspunkt i celletallsmålinger fra Kukontrollen og fra AMSen, og i begge tilfeller var gjennomsnittet høyest for MedKalv. For AMS-målingene var denne forskjellen statistisk signifikant, men det var den ikke for Kukontrollmålingene. Likevel kan vi ikke konkludere med at den observerte forskjellen faktisk skyldes kalvens tilstedeværelse, da det er mange andre faktorer som kan ha påvirkning på celletallet, samt at det foreligger en del mulige feilkilder i vår studie.

I tillegg sammenlignet vi MedKalv og UtenKalv med hensyn til en del andre variabler som ble registrert av AMSen under melking. UtenKalv hadde signifikant høyere gjennomsnittlig melkemengde og melkestrømhastighet, mens MedKalv hadde signifikant høyere gjennomsnittlig konduktivitet og signifikant større andel melkinger med blod, avspark og  $MDI \geq 2$ .

## **2 Definisjoner og forkortelser**

AMS	Automatic milking system, også kjent som melkerobot. Automatisk melkeutstyr for storfe bestående av vaskeenhet, melkeenhet, innredning og styringsenhet med datamaskin (Bratberg, 2020).
Avspark	Når vakuum-sensorene i spenekoppen måler et vakuum (gitt i kiloPascal) under et visst nivå, registreres det som et avspark i AMSen. Det kan også registreres som et avspark dersom spenekoppen ikke treffer spenen ved påsett og faller av (Mortensen, N. E-postkorrespondanse 12.03.2021).
Blod	Mål på mengden blod i melka. Måles som optisk fargeavvik fra hvit, og oppgis som «parts per million» (ppm). Synlig fargeavvik forekommer ved 1000 ppm. Fargeavvik/blod i melk kan skyldes skade på jur, mastitt eller feil med melkeutstyr som gir for aggressiv utmelking (Olsen, 2021).
Celletall	Et mål på mengden hvite blodceller og avslitte jurceller i melka. Det uttrykker grad av betennelsesreaksjon i juret og oppgis som antall celler per milliliter (Whist & Sølverød, 2017).

DIM	Days in milk. Engelsk betegnelse på antall laktasjonsdager eller dager etter kalving.
DelPro	Styringsverktøyet til DeLavals melkeroboter. Her blir data fra melkesettet og andre kilder innhentet, analysert og overvåket (DeLaval).
Konduktivitet	Melkas evne til å lede elektrisk strøm. Melk med forhøyet saltinnhold (som kan forekomme ved mastitt og økt celletall) vil lede strøm bedre og ha økt konduktivitet (Olsen, 2021). Måleenheten er MilliSiemens (Heringstad, 2018)
Ku-kalv-systemer/die-systemer	Driftsformer som tillater ku og kalv å være sammen i tiden etter fødsel. Hvor lenge og i hvilken grad de får ha kontakt varierer mellom de ulike typene systemer.
Kukontrollen	Informasjonssystem for norske melkeprodusenter og grunnlaget for styringsverktøyene i melkeproduksjonen (TINE, 2018)
Mastitis Detection Index (MDI)	En indeks generert i DelPro med utgangspunkt i konduktivitet, melkingsintervall og blod som skal gi en indikasjon på sannsynligheten for å utvikle mastitt (Khatun et al., 2018). Normalt skal MDI være under eller lik 1. Dersom den er over 2 indikerer det stor fare for mastitt (Heringstad, 2018).

MedKalv	Gruppen bestående av 8 melkekyr som fikk gå med kalven sin i studieperioden.
Melkeintervall	Tiden mellom melkingene. Ofte oppgitt i timer. (Penry et al., 2018)
Melkestrømhastighet	Hvor fort melka kommer ut av spenen under melking. Oppgis som liter per minutt.
SHF	Senter for husdyrforsøk (ved NMBU på Ås)
Spenetuppscore	Scoringssystem for spenetuppene, der de graderes etter forekomst av ringdannelse (det vil si hyperkeratose) rundt speneåpningen og hvorvidt spenekanalen er uttrekt (Whist & Sølverød, 2017).
UtenKalv	Gruppen bestående av 8 melkekyr som ikke fikk gå med kalven sin i studieperioden.

### **3 Innledning**

Det er en etablert praksis i norsk melkeproduksjon å skille ku og kalv fra hverandre like etter fødsel. Fordelene er blitt begrunnet med at en større andel av kuas melk kan gå til forbrukerkonsum, samt at det gjør det enklere å kontrollere råmelksinntaket til kalven.

I de senere årene har det vært en nedgang i konsum av melk og meieriprodukter blant forbrukerne parallelt med økt oppmerksomhet på dyrevelferd. Statistikken viser at den norske befolkningen til sammen konsumerte 8 873 522 liter mindre melk i 2019 sammenlignet med 2018 (Opplysningskontoret og meieriprodukter, 2020). I en spørreundersøkelse utført av Norstat i 2018 ble dyrevelferd nevnt som én av årsakene til det reduserte melkekonsumet blant forbrukerne (Kischel, 2019). På bakgrunn av dette kan man tenke seg at god dyrevelferd blant melkekyr kan bidra til å motvirke nedgangen i melkekonsum hos den norske befolkningen.

For å imøtekomme forbrukernes økende forventninger til god dyrevelferd i den norske melkeproduksjonen, og siden samvær mellom ku og kalv er forbundet med god dyrevelferd, ønsker stadig flere bønder å gå over til ku-kalv-systemer der ku og kalv har mulighet til å være sammen.

Man kan altså tenke seg at det i framtiden vil bli vanligere med driftsformer som legger til rette for samvær mellom ku og kalv, og i den forbindelse vil det være nyttig og interessant å finne ut mer om hvilken effekt ku-kalv-kontakt har på blant annet dyrenes atferd, produksjon og helse. For kyrne vil det særlig være aktuelt å vurdere effekten på jurhelsa, som har innvirkning på produksjonen og velferden deres. I denne oppgaven skal vi se på hvordan ku-kalv-kontakt påvirker jurhelsa til kua, nærmere bestemt om det har noen innvirkning på celletallet i melka.



### **3.1 Ku-kalv-kontakt**

Selv om det er vanlig praksis å skille ku og kalv straks etter fødsel er det ingen absolutt interessekonflikt mellom å la ku og kalv gå sammen og gårdens produksjon av melk for salg, i og med at dagens melkekyr produserer langt over kalvens behov for melk. Ved kalving i båsfjøs er den vanligste praksisen at kua kalver i båsen og at kalven blir plassert i egen kalvebinge straks etter at den er født. I løsdriftfjøs er det forskriftsfestet at det skal være egen kalvings- og sjukebinge (Landbruks- og matdepartementet, 2004), og såfremt det ikke kommer flere kalvinger i tett rekkefølge, så vil det i slike fjøssystemer være mulig å la kalven gå med kua noen dager før de skilles. Dette er noe enkelte konvensjonelle melkeprodusenter praktiserer, men flertallet velger likevel å fjerne kalven fra mora straks etter fødsel. Ved økologisk drift er det et krav om at kalven skal få die mora i minimum 3 dager etter fødsel (Debio, 2019). Når kalver fødes på utmarksbeite, kan det gå noe tid før kalven oppdages, og da er det varierende praksis med tanke på om kalven hentes og plasseres i kalvebinge eller får gå med mor en viss tid. I dagens melkeproduksjon er det altså fortsatt vanligst å skille ku og kalv umiddelbart eller kort tid etter fødsel, men i og med at kuas melkeproduksjon langt overskrider kalvens behov og at alle melkekubesetninger etter hvert må ha løsdrift, burde det være mulig å legge mer til rette for ku-kalv-kontakt.

### **3.2 Hva er dyrevelferd?**

Definisjonen på dyrevelferd er i stadig endring og kulturelt betinget, og det finnes mange forskjellige definisjoner. En vanlig måte å definere dyrevelferd på, er ut fra de følgende aspektene:

- **God biologisk funksjon.** Altså at god ytelse, god helse og lavt stressnivå samsvarer med god livskvalitet.

- **Dyrets subjektive opplevelse.** Det vil si at dyrene har god velferd når de ikke opplever frykt eller negative følelser knyttet til situasjonen de er i.
- **Mulighet til å utføre naturlig atferd.** Altså at dyrene har god velferd når de har mulighet til å tilfredsstillere sine naturlige behov og instinkter.

(Knævelsrud, 2017)

En annen utbredt teori om dyrevelferd er «de fem friheter», som stammer fra Brambellkomiteen i Storbritannia 1965. Denne teorien har lagt mye av grunnlaget for forståelsen av dyrevelferd i nyere tid, og går ut på at dyrene har god velferd når de er frie fra følgende:

1	Frihet fra sult, tørst og feilernæring	Dyrene skal ha tilgang på friskt vann og en diett som opprettholder god helse og trivsel
2	Frihet fra fysisk ubehag	Dyrene skal holdes i egnede levemiljø med komfortabel liggeplass og ly for vær og vind
3	Frihet fra smerte, skade og sykdom	Dyrene skal forbygges mot smerte, skade og sykdom, samt. få raskt diagnostisering og behandling
4	Frihet fra angst og frykt	Dyrene skal få nok plass i egnede driftssystemer og samvær med dyr av samme art
5	Frihet til å utføre naturlig atferd	Dyrene skal holdes og behandles på en slik måte at de unngår vedvarende frykt og stress

(Elischer, 2019)

Man kan altså definere dyrevelferd på flere forskjellige måter, og det at dyrene skal ha god velferd er dessuten lovfestet. I henhold til dyrevelferdsloven har dyr en egenverdi uavhengig

av nytteverdien de måtte ha for mennesker, og skal behandles godt og beskyttes mot fare for unødige påkjenninger (Landbruks- og matdepartementet, 2009). I forskrift om hold av storfe er det videre gitt at det skal tas hensyn til dyrenes atferdsmessige og fysiologiske behov og at dyrene skal skjermes fra situasjoner som utløser stress, smerte og annen lidelse (Landbruks- og matdepartementet, 2004).

### **3.3 Fordeler og ulemper ved å la ku og kalv gå sammen etter fødsel**

Ut fra de nevnte definisjonene på dyrevelferd, så forstår man hvordan det å la ku og kalv kan gi bedre velferd. Å la kua oppdra kalven sin vil gi god dyrevelferd i form av at dyrene får utløp for sine naturlige behov og instinkter. Man kan også tenke seg at slikt samvær vil gi en positiv subjektiv opplevelse for både ku og kalv, og gi god dyrevelferd på den måten. Her skal vi se litt på noen av de dokumenterte fordelene og ulempene ved å la ku og kalv gå sammen.

I flere studier har man sett at kalver som dier har en bedre tilvekst i dieperioden enn kalver som får tildelt melk på annen måte (f.eks. med bøtte, flaske eller automat) (Fröberg et al., 2011; Grøndahl et al., 2007; Metz, 1987; Roth et al., 2009; Wagenaar & Langhout, 2007), trolig som følge av at kalver som dier ofte har mulighet til å få i seg større mengder melk enn kalver som føres opp på annet vis. Margerison et al. (2002) så derimot at kalvene som ikke diet hadde bedre tilvekst enn de som diet, men her hadde de ikke-diende kalvene ett større melkeinntak enn de diende.

Diing er som nevnt en positiv normal atferd for både ku og kalv, og er knyttet til frigjøring av hormonet oxytocin (Chen & Sato, 2017; EFSA, 2009). Dette bekreftes blant annet av en studie der man så at serumkonsentrasjonen av oxytocin var høyere hos diende kalver enn hos kalver som ble melkefôret fra bøtte (Chen et al., 2015). Oxytocin er en god indikator på god

dyrevelferd, da det er et hormon som gir lykkefølelse og reduserer stress (Chen & Sato, 2017).

Rådet for dyreetikk kom i 1997 med en uttalelse om at driftsformene i enhver husdyrproduksjon bør legges så nær opp mot dyras naturlige atferd som økonomisk og praktisk mulig, av hensyn til dyrevelferden. Rådet mener med dette at den mest ideelle løsningen sett ut fra dyras behov er å tillate kalven å gå sammen med kua fram til avvenning ved 2-4 mnd. Siden det i mange fjøs ikke er teknisk mulig å få til dette anbefaler de at kalven i hvert fall får gå med mora i 4-5 døgn (Rådet for dyreetikk, 1997).

Det er vist at kalver som ikke har mulighet til å utføre normal sugatferd, kan vise unormal atferd som for eksempel tungerring og kryssuging (Johnsen et al., 2016; Roth et al., 2009). Kryssuging er definert som ikke-ernæringsmessig suging på en annen kalvs kropp (Jensen, 2003), for eksempel på ører, navler eller scrotum (Johnsen et al., 2016) og forekommer i mindre grad blant kalver som dier sammenlignet med de som føres opp på andre måter (Grøndahl et al., 2007; Roth et al., 2009). I Roth et al. (2009) sin studie ble det konkludert med at automatisk melkeføring ikke er i stand til å tilfredsstille kalvens sugebehov fullstendig. I diesystemer har dyrene derimot større mulighet til å utøve naturlig atferd som knytting av bånd mellom ku og kalv, naturlig dieatferd og morsatferd (Wagenaar & Langhout, 2007) – hvilket er positivt for dyrevelferden.

Dersom kalven kun går med mor den første tiden etter kalving, og ikke får noe fôr fra mennesker, kan man tenke seg at man i mindre grad får vent kalven til menneskelig kontakt fra en tidlig alder. Dette kan føre til at kalven i ettertid har mindre tillit til mennesker og kan være vanskelig å håndtere (Johnsen et al., 2016).

Den kanskje største utfordringen som man møter i ku-kalv-systemer er at det utløses en stressreaksjon hos både ku og kalv i forbindelse med avvenning og adskillelse. I flere studier har man sett rastløshet og vokalisering hos både ku og kalv ved avvenning, og at det kan vare i opptil 3 dager (Fröberg et al., 2011; Grøndahl et al., 2007; Veissier et al., 2013; Wagenaar & Langhout, 2007). I Veissier et al. (2013) sin studie så man i tillegg en økning i nivået av stresshormonet kortisol i kalvenes blod i forbindelse med avvenning. Flere studier har dessuten vist at kua reagerer tilsynelatende lite dersom kalven fjernes straks etter fødsel, og at hun vil protestere desto mer høylytt på adskillelsen jo flere dager som går før de skilles (Flower & Weary, 2001; Lidfors, 1996; Weary & Chua, 2000). Dette kan tyde på at adskillelse ved fødsel er mindre stressende for både ku og kalv sammenlignet med at de skilles etter å ha tilbragt tid med hverandre og knyttet bånd. Stressreaksjon i forbindelse med avvenning og adskillelse er altså en viktig problemstilling i ku-kalv-systemer, og noe man må ta hensyn til i utvikling av nye driftsformer der ku og kalv skal kunne gå sammen.

Det er altså både fordeler og ulemper ved å la ku og kalv gå sammen, men det vi lurte på i denne oppgaven, er om det er positivt eller negativt for jurhelsen til kua.

### **3.4 Celletall, jurhelse og dyrevelferd**

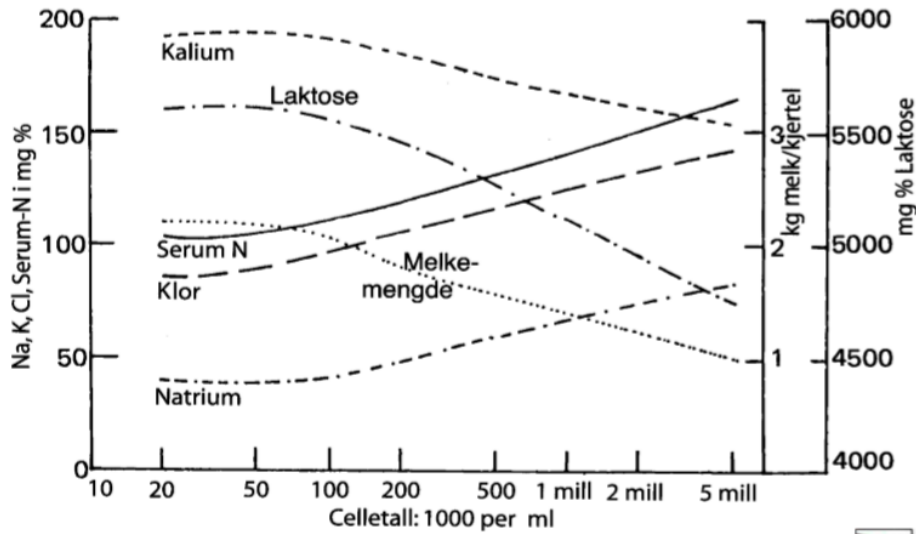
Vi har snakket om at ku-kalv-kontakt kan gi god dyrevelferd i form av at dyrene får utøve naturlig atferd og at det gir en god subjektiv følelse, men i denne fordypningsoppgaven skal vi se på om det kan gi god dyrevelferd i form av god biologisk funksjon – eller mer spesifikt om det kan ha en positiv effekt på jurhelsen til kua.

Jurhelse er en av mange faktorer som kan påvirke dyrevelferden. Hvis man vurderer dyrevelferd ut fra biologisk funksjon, så kan man si at et friskt jur kan være en indikator på god dyrevelferd, mens et sykt eller skadet jur kan indikere det motsatte.

Mastitt er den mest forekommende og mest tapsbringende sykdommen i melkekubesetninger. Mastitt betyr betennelse i juret og forårsakes vanligvis av en bakterieinfeksjon. Når dette skjer, oppstår det en betennelsesreaksjon med varme, hevelse, smerte og nedsatt funksjon i jurvevet. Ved en slik betennelsesreaksjon strømmer hvite blodceller fra blodet til melka, og disse cellene utgjør mesteparten av det som kalles celletallet. Celletallet består både av hvite blodceller og epitelceller fra innsiden av juret. Det oppgis som celler per milliliter (celler/mL) melk og skal normalt ligge mellom ca. 10 000 – 50 000 celler/ml melk. Celletallet kan benyttes som et mål på jurhelse fordi det kan indikere forekomst av bakterier i juret. Ved bakterieforekomst i juret vil celletallet stige, men det er verdt å merke seg at det ikke finnes noen absolutt celletallgrense der man kan si at kua har mastitt. Dog kan det nevnes at et celletall > 200 000 celler/mL regnes som subklinisk mastitt i Kukontrollen. I tillegg skal man være klar over at høyt celletall også kan skyldes andre faktorer enn mastitt.

En annen ting man kan legge merke til, er at når celletallet øker, så vil sammensetningen i melka endre seg. Av Figur 1 kan vi se at sammensetningen i melka begynner å endre seg allerede når celletallet overskrider 50 000 celler/ml. Innholdet av laktose reduseres, og saltinnholdet øker. Økende saltinnhold fører til at melkas konduktivitet øker. Produksjonen av melkeproteiner reduseres, mens skade i jurvevet gjør at mengden blodproteiner øker. På grunn av dette vil det totale proteininnholdet bli det samme, men proteinkvaliteten vil bli dårligere. I tillegg til at sammensetningen endres med økende celletall vil også ytelsen reduseres, hvilket vil si at kua produserer mindre melk. Ved et tankmelkcelletallsnivå på 200 000 celler/ml er det beregnet en ytelsesreduksjon på 170 liter per årsku (Whist & Sølverød, 2017). TINE har satt krav om at melk ikke kan klassifiseres som elitemelk hvis prøver fra tankmelka overskrider 230 000 celler/ml som geometrisk middel de siste seks prøvene (TINE Meierier AS, 2015).

Figur 1 Endring i melkas sammensetning med økende celletall.



### 3.5 Sammenhengen mellom ku-kalv-kontakt og jurhelse

Det har kommet flere påstander om at diing er forbundet med bedre jurhelse (EFSA, 2009; Henriksen, 2010; Rådet for dyreetikk, 1997), men det virker som det er gjort ganske lite forskning på denne sammenhengen. Desto mindre forskning er gjort om hvordan diing påvirker celletallet. Resultatene fra de få studiene som er gjort er sprikende. Noen studier har funnet en positiv effekt av diing på jurhelse og celletall, andre har funnet en negativ effekt og andre igjen har ikke funnet noen effekt i det hele tatt.

Enkelte studier understøtter påstanden om at diing er bra for jurhelsen. I en studie gjennomført av Frøberg et al. (2008) så man at Holstein-kyr som ble diet, hadde en tendens til lavere celletall (målt med California Mastitis Test) enn kyr som ikke ble diet, men denne forskjellen var ikke statistisk signifikant. Cozma et al. (2013) fant også redusert celletall hos diende Holstein-kyr, og det ble diskutert om det kunne skyldes bedre tømning av juret eller bakteriehemmende stoffer i kalvens spytt. I en studie på tropiske kyr gjennomført i Colombia ble det observert at diing førte til et lavere celletall (Margerison et al., 2002), og i en norsk melkekubesetning som lot ku og kalv gå sammen de første 6-8 ukene etter fødsel, var

forekomsten av mastitt lavere enn den i norske melkekupopulasjonen forøvrig (Grøndahl et al., 2007).

Rådet for Dyreetikk hevdet i sin uttalelse fra 1997 at kalvens diing kan føre til økt melkeproduksjon. Dette begrunnet de med at kalvens diing frigjør melkehormonet prolaktin, som stimulerer melkeproduksjonen. Videre ble det uttalt at kua gir ned melka lettere på grunn av frigjøring av hormonet oxytocin når kalven suger på spenen. Noen studier støtter opp om denne påstanden om at diing kan gi økt melkeproduksjon. Bar-Peled et al. (1998) registrerte at melkeproduksjonen økte på kort sikt når kalven diet mora, og i Wagenaar og Smolders (2008) studie så man økt melkeproduksjon på gårder med die-system.

Det finns teorier om at melkerester i juret kan virke som et substrat for patogener og øke risikoen for mastitt (Bruckmaier & Wellnitz, 2008). Dersom dette stemmer, så vil hvite blodceller strømme til juret for å håndtere disse patogenene og dermed gi økt celletall. I en studie av Sandoval-Castro et al. (2000) så man at juret ble fullstendig tømt hvis kalven fikk die den gjenværende melken i juret etter maskinmelking. Så hvis kalven bidrar med å tømme juret, kan man tenke seg at den er med på å gi et lavere celletall ved å fjerne substratet for patogenene. Riktignok er det andre studier som viser at det ikke er tilfellet at melkerester gir økt celletall. Det er blitt utført studier i USA, New-Zealand og Australia hvor melkeorganene har blitt tatt av tidligere under melking med den hensikt å etterlate melkerester i juret. I disse studiene ble det funnet ingen eller svært lite økning i celletallet i besetninger hvor det i utgangspunktet var lavt celletall (Edwards et al., 2013; Jago et al., 2010).

En kalv som går med mora dier opptil 8-10 ganger i løpet av dagen i den første tiden etter kalving (Rådet for dyreetikk, 1997; Veterinærinstituttet, 2020). Kua får da en betydeligere hyppigere tømning av juret enn ved maskinmelking alene, der juret vanligvis tømmes 2-3 ganger om dagen. Hyppig tømning kan ha en kurativ effekt på mastitt ved at det holder juret



tomt (Wagenaar & Langhout, 2007), og noen studier har også sett at hyppigere tømning av juret gir lavere celletall (Bortacki et al., 2017; Dahl et al., 2004). Det skal likevel nevnes at det også finnes studier som ikke har sett noen sammenheng mellom tømingsfrekvensen og celletallet (Kuehnl et al., 2019). I tillegg har det vist seg at hvis juret blir tømt ofte i starten av laktasjonen, så virker det positivt på utviklingen av kjertelvevet i juret (Hale et al., 2003).

Men diing trenger ikke nødvendigvis å være bra for jurhelsa. For eksempel kan man tenke seg at hvis kalven dier ofte, så vil det hindre at spenekanalene lukker seg skikkelig, noe som kan legge til rette for at sykdomspatogener kan komme seg inn i juret (Henriksen, 2010; Wagenaar & Langhout, 2007). Kalvens diing kan også gi bidra til krysskontaminering (Wagenaar & Langhout, 2007) ved at bakterier fra kalvens munn overføres til jur og spener. På bakgrunn av dette ser man altså at diing kan gi økt risiko for mastitt og høyt celletall.

Det foreligger noen studier som har sett at diing har en negativ effekt på jurhelsa. Barth (2020) fant at celletallet var noe økt hos kyr som ble diet sammenlignet med kyr som ikke ble diet, og antok at dette skyldes at spenene ble hyppig eksponert da de ble både ble diet og maskinmelket. Det ble dog understreket at celletallet generelt var lavt og bare marginalt affisert i dieperioden. I en studie av Wagenaar og Smolders (2008) fant man at celletallet var høyere på gårder som hadde die-system, og konkluderte med at det var for tidlig å konkludere med om diing hadde positiv effekt på jurhelsa.

I en annen studie der man sammenlignet gårder som hadde ku-kalv-system med gårder som ikke hadde det, så man ingen forskjell i celletall mellom kyr som ble diet og kyr som ikke ble diet (Wagenaar & Langhout, 2007)

Det er også mulig at diing kan ha en positiv effekt på kvigekalvene når de blir voksne kyr. En kan tenke seg at kvigekalver som dier og dermed eksponeres mer for jurbakterier når de er

små, kan bli mer motstandsdyktige overfor mastittinfeksjoner og høye celletall når de selv kommer i laktasjon (Henriksen, 2010). Det er også mulig at uønsket sugeatferd hos kviger som ikke har fått die mora kan øke risikoen for mastitt og ødelagte jur blant kvigene (Rådet for dyreetikk, 1997). Det er gjort svært lite forskning på dette området og usikkerheten rundt det er stor, men her har vi gjengitt resultatene fra et par studier som har sett på sammenhengen mellom diing som kalv og jurhelse som voksen ku.

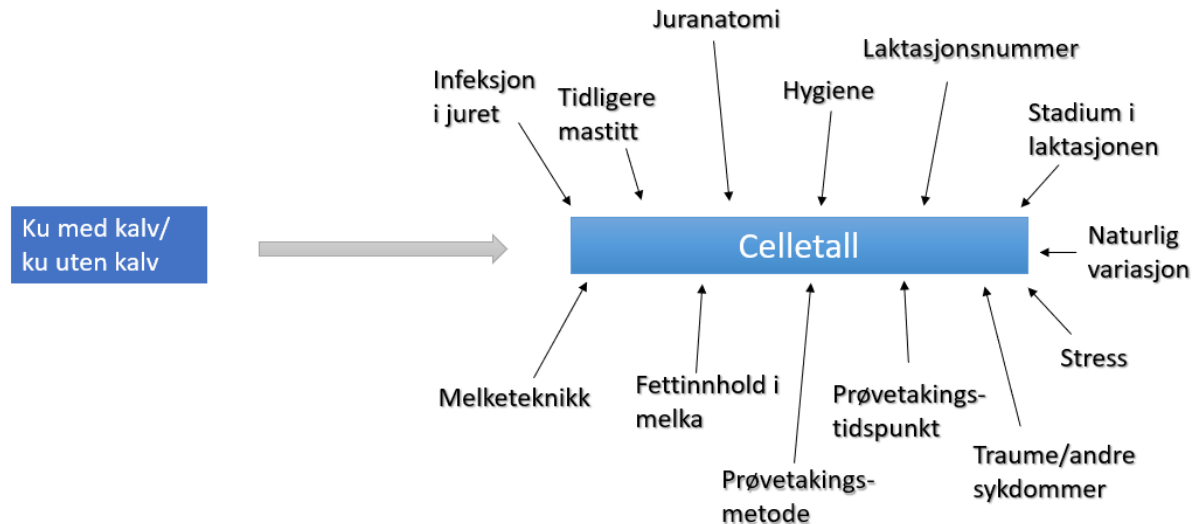
En studie av Broucek J. et al (2006) viste at kalver som hadde fri diing fikk høyere kroppsvekt ved første kalving og høyere melkeproduksjon (ikke signifikant) ved første laktasjon, men her må man ta høyde for at sammenligningen ble gjort med en gruppe kalver som fikk restriktiv fôring med melkeerstatning.

En annen studie så på langstidseffektene av å la kvigekalver die en ammeku. Her så man at kyrne som hadde diet en ammeku de første 10 leveukene hadde signifikant høyere celletall når de selv kom i laktasjon enn kyr som var fødd opp på 5 liter melk fra kunstig spene i samme periode, men det var ingen forskjell sammenlignet med kyr fødd opp på 8 liter melk. Man fant ingen økning i melkeproduksjon hos disse sammenlignet med kyr som ikke fikk die som kalver (Lidfors & Johansson, 2005). I denne studien fant man altså ingen sammenheng mellom å die som kalv og å ha bedre jurhelse som melkeku.

I 2016 utførte Johnsen et. al en studie der de beskrev ulike ku-kalv-systemer og diskuterte vitenskapelig dokumenterte fordeler og ulemper ved disse. Her ble det blant annet konkludert med at det er behov for flere studier som undersøker diingens effekt på kuas helse og metabolisme, og at slike studier vil være nødvendig for å finne ut om diing kan være gunstig eller uheldig for kuas velferd.

### 3.5 Faktorer som påvirker celletall i melk

Figur 2 Kausdaldiagram for assosiasjonen mellom ku-kalv-kontakt og celletall



Årsakssammenhengen mellom at ei ku går med kalv eller ikke og celletallet i melka påvirkes av en rekke ulike forklaringsvariabler. Forklaringsvariablene kan indikere om det faktisk er en reell assosiasjon mellom at kua går med kalv eller ikke og resultatet av celletallsmålingene.

#### Patogener

Infeksjon i juret er den viktigste forklaringsvariabelen som påvirker celletallet (Bradley & Green, 2005; Orjales et al., 2017). Ved akutt klinisk mastitt med makroskopiske forandringer i melka og juret øker celletallet opptil 50 ganger (Orjales et al., 2017). Celletallet øker også ved subkliniske mastitter (Orjales et al., 2017). Hvor mye celletallet øker ved en bakterieinfeksjon avhenger blant annet av hvilket agens det er snakk om. For eksempel vil bakterier som *E. coli* og *Staphylococcus aureus* gi en større økning i celletall enn bakterier som *Corynebacterium* og koagulase-negative stafylokokker (KNS) (Bradley & Green, 2005).

I og med at jurinfeksjon er den faktoren som påvirker celletallet mest, så henger risikofaktorer for høyt celletall sammen med risikofaktorer for mastitt. Det er svært mange faktorer som

øker risikoen for mastitt, blant annet alder, laktasjon, jur- og spenemorfologi, jurhygiene, genetikk og melketeknikk (Constable et al., 2017), og alle disse faktorene vil da indirekte være med på å påvirke celletallet.

## **Hygiene**

Hygiene er en annen forklaringsvariabel. En studie fra University of Minnesota viste at melkekubesetninger kan forvente å se en økning på 40-50 000 celler/mL melk for hver 1-gradøkning i hygienescore på juret og bakbeina. I studien ble det brukt et scoringsystem fra 1-5, der 1 indikerer at kua er helt ren, mens 5 indikerer at kua er veldig møkkete (Reneau et al., 2003). En annen studie som rangerte kyrne etter hygiene (veldig ren, ren, skitten og veldig skitten) viste at kyrne som ble rangert som veldig rene hadde de laveste celletallsmålingene. (Sant'Anna & Paranhos da Costa, 2011). Celletall har blitt satt i sammenheng med hygiene på lår og jur, der høy hygienescore har vært proporsjonal med stigning i celletall (Dohmen et al., 2010). Også studier av Reneau et al. (2005) viste en sterk assosiasjon mellom hygiene og celletall.

## **Ku-faktorer**

Andre forklaringsvariabler er laktasjonsnummer og stadium i laktasjonen. Flere studier har vist at celletallet har en tendens til å øke med antall laktasjoner (Bielfeldt et al., 2004; Bradley & Green, 2005; Orjales et al., 2017; Pantoja et al., 2009). Når det gjelder stadium i laktasjonen har det vist seg at celletallet ofte er høyere i starten av laktasjonen, går ned i midten og øker igjen mot slutten av laktasjonen. (Bradley & Green, 2005; Hagnestam-Nielsen et al., 2009)

Det foreligger også mye normalvariasjon når det gjelder celletall. Celletallet svinger fra dag til dag (Bradley & Green, 2005; Whist & Sølverød, 2017), og hos ei normal ku kan celletallet

varierte mellom 10 000 til 1 000 000 celler/mL fra én dag til den andre. Videre kan celletallet også variere mye mellom forskjellige melkinger på samme dag. Det kan øke med flere hundre tusen celler/mL i løpet av noen få timer og være tilbake på normalt nivå senere på dagen. En forklaring på dette er at friske kyr med stabilt lave celletall kan ha en rask og kraftig mobilisering av hvite blodceller i forbindelse med en bakterieinfeksjon. Immunsystemet til en god ku kan overvinne denne infeksjonen på under et døgn, og da vil celletallet innen kort tid være tilbake på et normalt nivå (Whist & Sølvørød, 2017). Medfødte fysiologiske forskjeller mellom kyr er også en kilde til variasjon i celletallet (Bradley & Green, 2005).

I en studie gjennomført på SHF (Nørstebø et al., 2019) så man på variasjonen i celletallet mellom melkinger hos friske kyr i en AMS-besetning. Målet med studien var å gi mer kunnskap om hva som forårsaker variasjon i celletall hos kyr uten klinisk mastitt. Man skulle se på hvor mye av variasjonen i celletallet som kan forklares av forskjellige bestemte faktorer, og hvor mye som kan skyldes fysiologisk eller normal variasjon.

I studien identifiserte man flere faktorer assosiert med svingninger i celletall hos klinisk friske kyr, blant annet laktasjonsnummer, melkemengde, jurets infeksjonsstatus m.m. Disse faktorene kunne bare forklare 15 % av variasjonen i celletall. Dersom man la til tilfeldige effekter kunne man til sammen forklare 55,2 % av variasjonen. En stor del av variasjonen kunne ikke forklares, og man konkluderte med den uforklarte variasjonen antakeligvis skyldtes fysiologiske svingninger i celletallet. En betydelig andel av celletallsvariasjonen hos friske kyr ser altså ut til å være normalvariasjon.

Det er vanskelig å gjennomføre studier som kan underbygge at juranatomi har påvirkning på celletallet fordi det finnes så mange konfunderende faktorer som påvirker celletallet, samtidig som det er vanskelig å gjøre objektive vurderinger av juranatomien. I en studie utført av Çoban et al. (2009) kunne de likevel konkludere med at utformingen av spene og jur hadde en

viss påvirkning på celletallet. Av studien kom det fram at særlig diameteren på spenene og høyden på juret (distanse fra bakken) hadde signifikant påvirkning på celletallet. Skader på juret, slik som speneskader, medfører også en økning i celletallet (Geishauser et al., 1999)

### **Ytre faktorer**

Årstiden ser også ut til å kunne ha en innvirkning på celletallet, men denne effekten er varierende. Det øker ofte på våren/sommeren, uten at man har funnet noen klar årsak til dette (Bradley & Green, 2005)

Videre kan også ulike typer stress påvirke celletallet i melka. For eksempel øker celletallet raskt under transport pga. det økende nivået av leukocytter i blod som oppstår under stresspåkjenning (Hong et al., 2019). Med denne kunnskapen kan man tenke seg at andre stressende situasjoner og sykdommer som gir en økning i leukocyttnivå i blodet, også vil gi økning i celletall. Blanding av dyr, systemisk sykdom og for høy temperatur i miljøet er eksempler på andre stressfaktorer som kan gi økt celletall i fravær av en bakteriell jurinfeksjon (Bradley & Green, 2005; Nasr & El-Tarabany, 2017).

Melketeknikk har også påvirkning på celletallet. Blant annet er det gjort studier på om det utgjør noen forskjell på celletallet om kua melkes i AMS eller ved manuell melking med melkeorganer. En studie utført av Berglund et al. (2002) viste at kyr som melkes i AMS har lavere celletall enn kyr som melkes to ganger daglig med konvensjonell melking.

### **Målemetode**

Det finnes ulike metoder for å måle celletall i melk. Metoden som benyttes i DeLaval melkeroboter er med farging av cellekjernene og registrering via en optisk linse (DeLaval). Dette er tilnærmet den samme metoden som benyttes på laboratoriet til TINE. Til

sammenligning benyttes en annen målemetode i Lely melkeroboter. Denne metoden kalles MQC-C og er en automatisert CMT-test (California Mastitis Test) (Lely). Når man måler celletall må man altså ta høyde for at ulike målemetoder kan gi ulike resultat.

### **Prøvetakingstidspunkt**

Celletallet påvirkes dessuten mye av prøvetakingstidspunkt under melking. I et forsøk der det ble tatt flere målinger fra samme ku gjennom samme melking ble det funnet at celletallet økte mot slutten av melkinga, parallelt med fettinnholdet, og det skyldes at en del av cellene er knyttet til fettlaget i melka (Østerås, O., muntlig 2021). På grunn av uttynningseffekten vil det være et høyere fettinnhold i melka når det er lite melk i juret (Heringstad, 2018). I lys av dette vil målingen av celletallet påvirkes mye av prøvetakingstidspunktet, og celletallet vil være lavere i starten av melkingen og høyere mot slutten (Bradley & Green, 2005; Nasr & El-Tarabany, 2017).

## **4 Formål**

I denne fordypningsoppgaven har vi undersøkt sammenhengen mellom ku-kalv-kontakt og celletall i melka. Det overordnede målet vårt var å finne ut om kontakt mellom ku og kalv bidrar til god dyrevelferd vurdert ut fra hvordan jurhelsa blir påvirket av at kua blir diet. Det spesifikke målet for oppgaven var å finne ut om det var signifikant forskjell mellom det gjennomsnittlige celletallet hos kyr som fikk gå med kalven over en ni ukers periode og kyr som ikke fikk gå med kalven i samme periode.

## **5 Materiale og metoder**

Vår studie baserte seg på data hentet fra et forskningsprosjekt som kalles SUCCEED. Det er et samarbeidsprosjekt som gjennomføres på Senter for husdyrforsøk (SHF) ved NMBU på Ås og som strekker seg fra oktober 2020 til mars 2022. Forskningsprosjektet er i regi av Veterinærinstituttet, men er et samarbeid mellom gårdbrukere, industripartnere og nasjonale og internasjonale forskningsinstitusjoner. SUCCEED skal bidra til å utvikle funksjonelle og tekniske kontaktsystemer i løsdriftsfjøs, som skal gjøre det mulig for melkekyr å ha kontakt med kalven sin. Prosjektet skal se på hvilken påvirkning det har at kua får gå med kalven, både med tanke på atferd, helse, velferd og produksjon, men også økonomiske aspekter vedrørende et slikt dyrehold. De skal også utvikle et system for å registrere morsatferd, med tanke på framtidig seleksjon for morsegenskaper (Veterinærinstituttet, 2020).

Forsøket er gjort i samsvar med regler vedrørende forsøksdyr i Norge, og overholder prosedyrer og retningslinjer for dyreetikk. Dyr i gruppen UtenKalv, er også dyr som går i fjøset på Senter for husdyrforsøk på Ås, men som ikke deltar i SUCCEED-prosjektet.

Studien vår var en prospektiv kohortstudie, der vi sammenlignet to grupper med hverandre. De to kohortene var kyr som fikk gå med kalven sin og kyr som ikke fikk gå med kalven sin. Utfallsvariabelen vi skulle sammenligne var celletall i melk. Studien strakk seg over ca. 9 uker.

### **5.1 Studieutvalg**

Studieutvalget vårt bestod av to grupper med kyr. Den ene gruppen fikk gå med kalven sin over en periode på 9 uker i forbindelse med SUCCEED-prosjektet. I denne oppgaven har vi valgt å omtale denne gruppen kyr som “MedKalv”. Den andre gruppen med kyr bestod av kyr



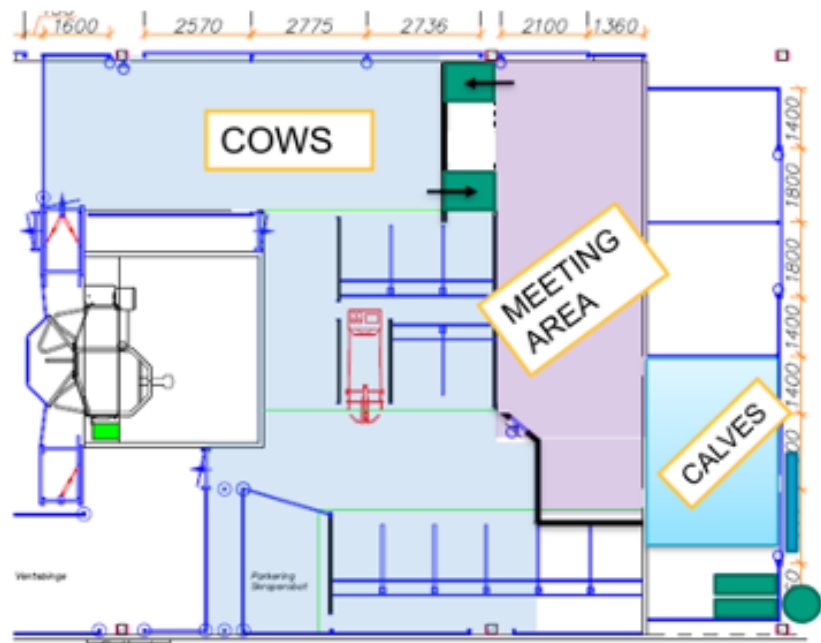
fra samme besetning som ikke fikk gå med kalven, og dette utvalget har vi valgt å kalle “UtenKalv”. MedKalv og UtenKalv bestod av 8 ku-kalv-par hver. Samtlige kyr og kalver var av rasen Norsk rødt fe (NRF), som er en kombinert melke- og kjøtttrase. De 16 kyrne kalvet over en 17 dager lang periode høsten 2020.

Inklusjonskriterier til kyrne i MedKalv var uproblematisk kalving i kalvingsbinge, ingen tegn til sykdom, ingen pågående sykdomsbehandling, ingen alvorlig sykdomshistorikk (eks. tilbakevendende mastitt), ingen tegn til aggressiv atferd mot kalv eller personale, viser interesse for kalven og ingen erfaring med å gå med kalv tidligere. Det ble ikke stilt noen krav til laktasjonsnummer. Inklusjonskriterier for kalvene i MedKalv var kvigekalv, renraset, ingen tegn til sykdom, selvstendig diing fra mor, ikke født utenfor kalvingsbinge og at den var født på halm i kalvingsbinge.

Vi valgte selv ut de 8 kyrne til UtenKalv. Med utgangspunkt i data fra Kukontrollen prøvde vi å velge kyr som matchet kyrne i MedKalv på best mulig måte med tanke på kalvingstidspunkt, laktasjonsnummer, forekomst av fødselsvansker og kalvens kjønn. I utvelgingsprosessen la vi mest vekt på kalvingstidspunkt, da vi ønsket jevngamle kalver i de to gruppene. Førstelakterende ble inkludert i både MedKalv og UtenKalv, se oversikt i tabell 1. Alle dyrene var oppstallet på SHF hele forsøketts periode.

## 5.2 Utforming

Figur 3 Plantegning over SUCCEED-avdelingen



MedKalv hadde en tilvenningsfase til forsøksavdelingen, få uker før forventet kalving. Dette var for å venne dem til området, utforminger og tilgang til blant annet melkeroboten. Området til MedKalv bestod av et kuområde, et fellesområde og et kalvegjemme (Figur 3). Alle disse områdene var i en del av kufjøset som var skilt fra resten av dyrene på SHF. Kuområdet var utformet som en løsdrift med 8 liggebåser og spaltegulv. Liggebåsene hadde liggematter og sagflis. Kyrne hadde tilgang på samme robot (VMS, DeLaval Classic 2015, Tumba, Sweden) som UtenKalv. De hadde en egen transponderkontrollert kraftfôrautomat, tre vannpunkter og fôringsbrett. Ved siden av kuområdet var det et fellesområde hvor kyrne kunne møte kalven sin. Kuområdet og fellesområdet var separert med fjøsinnredning og treplater. Dette gjorde at kyrne kunne ha visuell, auditiv og begrenset taktil kontakt med kalvene selv når de ikke var i fellesområdet. Inn- og utgang til fellesområdet var transponderkontrollert. Fellesområdet bestod av spaltegulv dekket med spesiellagde spaltede gummimatter, som var tilpasset kalveklauver. Kalvene ble holdt i et kalvegjemme med dypstrø med halm. Kalvegjemmet var

adskilt fra fellesområdet med en murvegg, og kalvene hadde fri tilgang til fellesområdet gjennom to smale åpninger i murveggen.

MedKalv hadde fri tilgang til fellesområdet i dieperioden på 25 dager, og begrenset tilgang i separasjonsfasen. Inngangen til fellesområdet ble stengt etter 30 dager separasjon.

UtenKalv gikk i to løsdriftsavdelinger, med henholdsvis 60 og 70 liggebåser. I disse avdelingene var det totalt 120 melkekyr, som fordelte seg på 2 DeLaval melkeroboter (VMS, DeLaval Classic 2015, Tumba, Sweden). Begge avdelingene hadde 3 standardiserte kraftfôrstasjoner i løsdriften, og den ene avdelingen hadde i tillegg 2 gassmålende kraftfôrstasjoner. Hele løsdriftsarealet hadde spaltegulv og ble rengjort regelmessig av en skraperobot. Skraperoboten gikk ikke inn i avdelingen med MedKalv. Fjøspersonell skrapte og strødde liggebåser med sagflis flere ganger daglig.

### **5.3 Fôring**

Alle kalvene fikk så mye råmelk fra flaske som de ville omtrent 30 min etter fødsel. Kalvene i gruppen MedKalv fikk hjelp til å die hvis de trengte det, f.eks. de som ikke drakk melk fra mora innen 1 time etter fødsel. Kalvene hadde *ad libitum* tilgang til høysilo, vann og kraftfôr fra dag 1. Kyrne hadde *semi ad libitum* tilgang på silo, og de fikk ny silo flere ganger daglig (automatisk regulert med rundballfører).

### **5.4 Kalvingsbinge til løsdrift**

Kyr fra både MedKalv og UtenKalv ble satt i en individuell kalvingsbinge få dager før kalving, basert på tidlige fødselstegn observert av fjøspersonell. Kalvingsbingen var omtrent 4x4 meter og hadde store mengder halm som underlag. Alle kalvene fikk navlespray og øremerke. Hvert ku-kalv-par i MedKalv tilbrakte 3-5 dager i kalvingsbingen post-partum.

Fjøspersonell noterte i denne perioden observasjoner hos MedKalv, vedrørende suging, samt at de daglig sjekket kalvens generelle tilstand. Ku og kalv fra UtenKalv ble skilt like etter fødsel. Kalven ble satt i enkeltboks, mens kua ble melket et par dager på spann i kalvingsbingen før hun ble ført tilbake til løsdriftsavdelingen.

Når et nytt ku-kalv-par fra MedKalv ble flyttet fra kalvingsbingen til SUCCEED-området, gjennomgikk de en 3-steps prosedyre. De andre dyrene som måtte være der fra før av, ble stengt unna under gjennomføringen av denne prosedyren. I steg 0 ble ku og kalv lokket til fellesområdet ved hjelp av kraftfôr og tålmodighet, for å unngå unødig stress. Steg 1 var tilvenning i fellesområdet, som startet når både ku og kalv var kommet dit. Hvis ku eller kalv la seg ned, ble det notert og forhindret. Hvis kalven gikk til kalvegjemmet i steg 1 og kua ble tydelig stresset i mer enn 2 minutter, ble kalven ført ut til fellesområdet igjen. Steg 1 ble avsluttet etter 30 minutter. Steg 2 omhandlet smartgate-trening. Kua ble ført til kuområdet gjennom en åpen smartgate, mens kalven ble ført til kalvegjemmet. Kua ble oppfordret til å åpne smartgaten til fellesområdet selv, men manuell åpning av portene ble utført i starten for å hjelpe kua. Steg 2 var ferdig når kua hadde skjont systemet og åpnet smartgatene på egenhånd, men varte maksimalt i 60 minutter. Hvis kua la seg på liggebåsen eller drakk/spiste i mer enn 2 minutter, ble atferden avbrutt. En observatør (den samme for alle 8 par) noterte vokalisering og annen atferd gjennom denne 3-stepsprosedyren. De andre dyrene ble sluppet løs til SUCCEED-området når 3-stepsprosedyren for de nyankomne var gjennomført. Det måtte gå minimum 2 timer fra ankomst til SUCCEED-området til kua kunne innta melkeroboten, for sin første melking. Fjøspersonell fulgte daglig med på at dyr ikke la seg i fellesområdet, at alle smartgatene fungerte, at kyrne melket 2 ganger per dag. I tillegg undersøkte de juret ved palpasjon.

Påfyll av halm i kalvegjemme ble gjort ved behov og kalvenes generelle tilstand ble fulgt med på. Daglige hygienerutiner som å rengjøre drikkepunkt og kalvenes melkeautomat ble gjennomført av fjøspersonell.

## **5.5 Melking**

Både MedKalv og UtenKalv hadde tilgang til samme melkerobot (VMS tm, DeLaval Classic 2015, Tumba, Sweden). De kunne oppsøke roboten så ofte de ville, men fikk kun melke seg ved bestemte varierte melkingsintervaller. Kyrne fikk en individuell tilpasset andel dagsrasjon med kraftfôr i melkeroboten (60-70%), mens resten ble gitt i kraftfôrautomat. Melkeroboten hadde vakuumnivå på 44kPa, pulsasjonsrate på 60 sykluser/minutt og pulsasjonsratio på 65/35. Melkemengde (kg), melketid, konduktivitet, melkestrøm, avspark og blodnivå ble automatisk registrert av melkeroboten for hver melking.

## **5.6 Celletallsmåling**

Melkerobotene var utstyrt med en OCC-måler (Online Cell Counter), som måler celletallet i melka. Vanligvis tar den ut en melkeprøve annenhver dag, men programmet styrer hyppighet på prøveuttak automatisk, avhengig av mengde celler. På grunn av økonomiske begrensninger ble det ikke OCC-måling for hver melking. Hvis kua hadde økende og høyt celletall, ble det tatt prøve oftere. Ved svært høye celletall, ble det tatt ut prøve for hver melking. En melkeprøve, tatt ut gjennom hele melkingstiden, ble blandet, før en liten andel av melkeprøven ble sendt til OCC-måleren. Prøven ble sugd inn i måleren sammen med et reagensmiddel (triton-x). Dette midlet åpner celleveggen og et propidium farger cellekjernene. Blandingen ble så sendt gjennom en optisk måler, som telte alle fargede cellekjerner ved hjelp av en laser. Resultatet ble lest av i DelPro. Det ble ikke tatt prøve av råmelk. Etter en slik celletallsmåling ble måleren vasket automatisk med eget

vaskemiddel. Siste service på OCC-måleren før forsøket startet, ble gjennomført i februar 2020.

I tillegg til OCC-målinger, ble det sendt inn rutinemessige veieprøver til TINEs laboratorium i Trondheim. Dette ble gjort ca. én gang i måneden. Litt og litt melk ble fanget opp i en prøvebeholder i roboten gjennom hele melkeøkten. Denne melkeprøven ble deretter sendt til en kassett som inneholdt en plastboks for hver enkelt ku. Hver plastboks inneholdt en bronopol-tablett (TINE, 2011) og var merket med kuas identitetsnummer. Veieprøvene ble sendt med tankbilen og ble analysert for celletall ved bruk av Bentley instruments SomaCount FC. Denne metoden går ut på at melkeprøven inkuberes med et reagens som inneholder buffer og fluorescens. Cellekjernen blir farget og ved hjelp av et cytometer med laserstrøm og optisk telling, får man et nøyaktig mål på antall celler.

Både målingen fra AMSen og TINE er basert på optisk telling, og oppgir celletallsmålingen i antall celler per milliliter melk.

## **5.7 Innhenting av data**

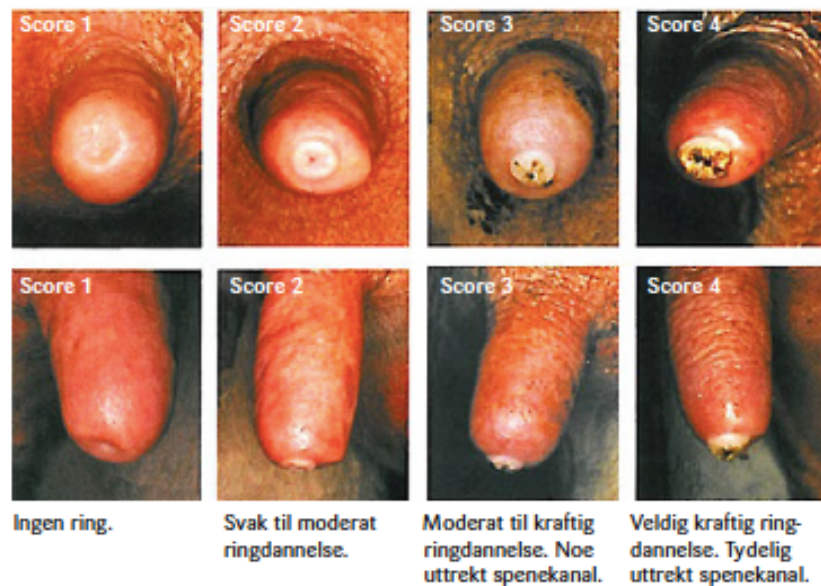
All dataauthenting ble gjort med tillatelse fra SHF og forskningsgruppa i SUCCEED-prosjektet. Vi fikk relevant data fra styringsverktøyet DelPro, tilsendt i Excel-format, fra forskningsgruppa i SUCCEED, både for MedKalv og UtenKalv. Data ble eksportert fra DelPro til forskerne i SUCCEED ukentlig. Relevant data var kunnummer, MedKalv eller UtenKalv, laktasjonsnummer, melkingsbesøk basert på tidspunkt (dato, starttid og sluttid), antall laktasjonsdager (DIM), melkemengde (kg), mengde per kjertel, avspark per kjertel, blod per kjertel, konduktivitet per kjertel, gjennomsnittlig melkestrøm per kjertel, MDI, OCC (\*1000 celler/ml) og siste melkeintervall. Annen relevant info om hver enkelt ku, som for

eksempel sykdomshistorikk, kalvingstidspunkt og svar på veieprøver hentet vi selv fra Kukontrollen, ved å logge oss inn på TINEs medlemssider.

Datainnhenting ble avslutta 21. desember 2020 ettersom første pulje i SUCCEED-prosjektet var ferdig og gikk ut av prosjektet på dette tidspunktet. Siden det var en kalvingsperiode på 17 dager, vil det si at ikke alle kyrne ble observert i eksakt likt antall dager etter kalving. For å få mest mulig datagrunnlag, ble alle AMS-målinger fra alle kyr i MedKalv og UtenKalv, fra kalvingsdato til 21. desember 2020, med i datasettet. Resultatene fra veieprøvene fra 26.12.21 ble også tatt med på samme grunnlag, til tross for at forsøket da var avsluttet.

I tillegg ønsket vi å samle inn spenetuppscore fra samtlige kyr i studieutvalget. Grunnen til dette var at vi ville kartlegge om det var forskjell i spenetuppscore mellom de to gruppene, og i så fall vurdere om det kunne være en medvirkende årsak til en observert forskjell i celletall. Grunnet Covid-19-pandemien fikk vi ikke besøkt SHF og gjort egne registreringer i løpet av studieperioden, men vi fikk registrert spenetuppscore i etterkant av studieperioden i forbindelse med undervisning på SHF. Spenetuppscore ble registrert på de ulike kyrne ved å ta bilde av en og en spene når kyrne befant seg i løsdrifta. Gradering av spenetuppene ble gjort i henhold til scoringssystemet angitt i TINEs jurhelsebok (Whist & Sølverød, 2017)

Figur 4 Scoringssystem for spenetupper, hentet fra TINEs jurhelsebok



Bilde utlånt fra Wageningen Universitet

## 5.8 Statistisk analyse

All innhentet data ble samlet og organisert i regneark i Microsoft Excel 16.47.

Til statistisk analyse av datasettet vårt benyttet vi det nettbaserte statistikkverktøyet Graphpad. Her beregnet vi gjennomsnitt (med 95 %-konfidensintervall), prosentandeler (med 95 %-konfidensintervall) og testet signifikans (med t-test og kjikvadrat-test). Til utregning av enkle prosentandeler og gjennomsnitt, for eksempel til bruk på spenetuppscore og laktasjonsnummer, brukte vi Excel.

Cellettallsmålingene fra både Kukontrollen og AMSen viste seg å ikke være normalfordelte da vi plasserte disse i et histogram. Da normalfordeling er en forutsetning for å kunne beregne gjennomsnitt og gjennomføre signifikanstesting med t-test, log10-transformerte vi samtlige cellettallsmålinger for å oppnå en tilnærmet normalfordeling og for å dempe effekten av ekstremverdier. Ved å gjøre dette kunne vi beregne gjennomsnitt for de to gruppene og teste signifikansen mellom disse.



For de normalfordelte, kontinuerlige variablene celletall (log10-transformert), melkemengde, melkestrømhastighet og konduktivitet beregnet vi gjennomsnitt og 95 %-konfidensintervall for dette. For de binære variablene andel blod (andel melkinger med blod), avspark (andel melkinger med avspark) og MDI (andel melkinger med MDI  $\geq 2$ ) regnet vi ut prosentandeler. 95 % konfidensintervall for disse prosentandelene ble beregnet med en metode kalt modifisert Wald-metode.

Signifikanstesting ble gjennomført for å se om det var signifikant forskjell mellom gjennomsnittene i de to gruppene MedKalv og UtenKalv. For de normalfordelte parameterne kjørte vi uavhengige og to-halede t-tester. For de binære variablene kjørte vi to-halede kjikvadrat-tester med Yates' korreksjon. For både t- og kjikvadrat-testene lå signifikansnivå  $\alpha$  på 0,05, som vil si at hvis den beregnede p-verdien var  $< 0,05$ , så ble forskjellen mellom de to gruppene vurdert til å være statistisk signifikant.

For spenetuppscorene beregnet vi hvor stor prosentandel av spenetuppene som ble vurdert til de ulike scorene.

## **5.9 Diagrammer**

Punktdiagrammene for celletall (Figur 5; Figur 6) ble laget i statistikkprogrammet Stata/SE 16.0, mens punktdiagrammet for spenetuppscore (Figur 9) ble laget i Excel. I alle disse diagrammene la vi på regresjonslinjer for å visualisere trenden i dataene. BoksploTTene (Figur 7; Figur 8; Figur 10) ble laget i Excel.

## **6 Resultater**

### **6.1 Om datasettet**

Som nevnt i Materiale og metoder bestod studieutvalget vårt av totalt 16 kyr, inndelt i to grupper på 8 kyr som vi valgte å kalle MedKalv og UtenKalv. Kyrne kalvet i perioden 10.10.2020 til 26.10.2020, og siden datainnsamlingen ble avsluttet 21.12.2020, så har vi observasjoner fra mellom 56 og 72 laktasjonsdager. Kalvingsdato, antall dager i melk i studieperioden, laktasjonsnummer og kalvens kjønn for hver enkelt ku er gitt i Tabell 1. Det gjennomsnittlige laktasjonsnummeret var høyere for MedKalv enn for UtenKalv. For MedKalv var det 2,13, mens det for UtenKalv var 1,88.

I studieperioden ble det registrert 1782 AMS-melkinger for UtenKalv, og 1197 for MedKalv. Celletall ble målt i henholdsvis 1116 og 509 av disse melkingene. Som beskrevet i Materiale og metode, så var OCC-måleren innstilt på å måle celletall annenhver dag, og oftere ved høyt celletall, men basert på datasettet vårt ser det ut til at måleutstyret ikke fungerte optimalt. Det var flere kyr som ikke hadde OCC-måling annenhver dag, tross høye celletall, mens kyr med lave celletall kunne ha perioder med daglige målinger. Særlig i november manglet det mange celletallsmålinger fra flere kyr. Denne måneden var det 6 dager på rad uten OCC-måling på noen kyr. Dette skyldtes visst en teknisk feil ved måleutstyret.

Det ble hentet ut celletallsmålinger fra Kukontrollen fra 26.10.2020, 24.11.2020 og 26.12.2020. Til sammen fikk vi 21 celletallsmålinger for MedKalv og 23 for UtenKalv, som vil si at det manglet 3 celletallsmålinger fra MedKalv og 1 fra UtenKalv. 2 av disse manglende målingene kan forklares ved at den aktuelle kua var i råmelksperioden på prøvetakingsdatoen, og at det derfor ikke ble tatt ut prøve fra henne. Derimot er det ukjent hvorfor de 2 andre målingene manglet.

Det ble ikke registrert noen tilfeller av klinisk mastitt hos hverken MedKalv eller UtenKalv i løpet av studieperioden. Av alle kyrne var det kun ei som hadde hatt klinisk mastitt tidligere. Det ble tatt speneprøver av ei MedKalv-ku med høyt celletall i både november og desember, men det resulterte i «ingen bakterievekst» eller «noe blandingsvekst», og det ble ikke registrert hverken subklinisk eller klinisk mastitt på henne i studieperioden.

Tabell 1 Kalvingsdato, antall laktasjonsdager som inngikk i studieperioden, kalvens kjønn, laktasjonsnummer for hver enkelt ku i de to gruppene MedKalv og UtenKalv

	Individ	Kalvingsdato	Antall laktasjonsdager	Kalvens kjønn	Laktasjonsnummer
Ku med kalv	1	21.10.20	61	Kvige	1
	2	16.10.20	66	Kvige	2
	3	17.10.20	65	Kvige	3
	4	17.10.20	65	Kvige	2
	5	15.10.20	67	Kvige	3
	6	26.10.20	56	Kvige	4
	7	24.10.20	58	Kvige	1
	8	13.10.20	69	Okse	1
Ku uten kalv	9	21.10.20	61	Kvige	2
	10	15.10.20	67	Okse	2
	11	11.10.20	71	Okse	2
	12	22.10.20	60	Okse	1
	13	10.10.20	72	Kvige	2
	14	10.10.20	72	Kvige	1
	15	13.10.20	69	Okse	3
	16	21.10.20	61	Okse	2

## 6.2 Celletall

### 6.2.1 Kukontroll

Etter å ha analysert celletallsmålingene fra Kukontrollen, så vi at det gjennomsnittlige celletallet var høyere for MedKalv (55,41 \*1000 celler/mL) sammenlignet med UtenKalv (35,10 \* 1000 celler/mL). Medianen var derimot lik i de to gruppene. Videre hadde de to gjennomsnittene konfidensintervaller som overlappet hverandre, og gjennomført t-test gav en

p-verdi på 0,2323. Det vil si at det ikke er en statistisk signifikant forskjell i celletall mellom de to gruppene basert på celletallsmålingene fra Kukontrollen (Tabell 2; Figur 5; Figur 7)

De aller fleste celletallsmålingene fra Kukontrollen lå under 230 000 celler/mL. Dette gjaldt begge gruppene. Det var en større andel målinger mellom 231 000 og 350 000 celler/mL i UtenKalv sammenlignet med MedKalv, mens MedKalv hadde en større andel over 350 000 celler/mL.

### **6.2.2 AMS**

Basert på celletallsmålingene fra AMSen så vi et høyere celletallsgjennomsnitt i MedKalv (48,27 \*1000 celler/mL) enn i UtenKalv (30,97 \*1000 celler/mL). Medianen var også høyere i gruppa som fikk gå med kalven. Konfidensintervallene for de to gjennomsnittene overlappet ikke, og t-test gav en p-verdi på <0,0001. Med utgangspunkt i celletallsmålingene fra AMSen ser det altså ut til at det kan være en statistisk signifikant forskjell i gjennomsnitt mellom de to gruppene (Tabell 2; Figur 6; Figur 8)

Majoriteten av celletallsmålingene lå under 230 000 celler/mL i begge gruppene, men det var en større andel over 230 000 celler/mL i MedKalv sammenlignet med UtenKalv.

### **6.3 Melkemengde**

Da vi så på målingene av melkemengde fra AMSen, så vi at den gjennomsnittlige melkemengden var høyere for UtenKalv (9,65 kg/melking) enn for MedKalv (7,13 kg/melking) (Tabell 3). Melkemengden var større i de bakre kjertlene sammenlignet med de fremre, og dette var tilfellet i begge gruppene.

Med utgangspunkt i de månedlige veieprøvene fra Kukontrollen, fant vi også en større mengde levert melk for UtenKalv enn MedKalv. Gjennomsnittet lå på 19,45 kg/dag for MedKalv, og 31,11 kg/dag for UtenKalv.

#### **6.4 Øvrige AMS-variabler**

De andre AMS-variablene som ble analysert var melkestrømhastighet, konduktivitet, blod, avspark og MDI (Tabell 3). Den gjennomsnittlige melkestrømhastigheten var høyere i gruppa som ikke fikk gå med kalven sammenlignet med gruppa som fikk det. Den gjennomsnittlige konduktiviteten var derimot høyere i MedKalv enn i UtenKalv. Det ble registrert blod og avspark på en større andel av MedKalv-melkingene enn UtenKalv-melkingene. I begge gruppene var det en større andel avspark på de bakre kjertlene enn de fremre. I MedKalv-gruppa var det en betydelig høyere forekomst av MDI-målinger  $\geq 2$  enn i UtenKalv-gruppa.

For samtlige av de overnevnte AMS-variablene fikk vi en p-verdi  $< 0,05$  da vi testet signifikans med henholdsvis uavhengig t-test og kjikvadrattest. Det indikerer at det kan foreligge en statistisk signifikant forskjell mellom gjennomsnittene for disse variablene, og det tyder på at det kan være en reell forskjell mellom de to gruppene MedKalv og UtenKalv.

#### **6.5 Om signifikanstestene**

Som nevnt brukte vi t-test og kjikvadrat-test til å teste signifikans mellom de to gruppene MedKalv og UtenKalv. Problemet med å bruke disse testene er at de går ut fra at alle målingene er uavhengige av hverandre, hvilket ikke var tilfellet i vårt datasett. Datasettet vårt bestod av flere målinger fra samme ku, samt. flere målinger fra samme ku fra samme dag, og disse målingene var nok i større eller mindre grad avhengige av hverandre. Siden målingene våre ikke var fullstendig uavhengige av hverandre, ble det ikke helt riktig å bruke t-test og kjikvadrat-test for å teste signifikans i vår studie. Ideelt sett burde vi ha brukt en statistisk

metode (f.eks. en regresjonsmodell) som tar høyde for avhengighet mellom målingene, men en slik metode ville ha krevd et avansert statistikkprogram og kunnskap om statistisk analyse som vi ikke besitter. Men selv om t-test og kjikvadrat-test ikke er helt perfekte signifikanstester for datasettet vårt, så anser vi dem som gode nok til å bruke på fordypningsoppgave-nivå, såfremt vi ikke er for bastante i konklusjonene våre, og at vi er bevisste på at vi kan ha funnet signifikante forskjeller der det i realiteten kanskje ikke er noen.

## **6.6 Spenetuppscore**

Det ble registrert spenetuppscore på 30 spener i MedKalv, og på 20 i UtenKalv. Fordi det var problematisk å få dratt ut i besetning og registrere spenetuppscore, manglet det en del spenetuppscorer i begge gruppene.

Generelt hadde MedKalv-kyrne lavere spenetuppscore enn UtenKalv-kyrne (Tabell 4). De fleste spenetuppene i MedKalv-gruppa ble gradert til 1 eller 2, mens de fleste i UtenKalv-gruppa ble gradert til 2 eller 3.

I figur 9 ser vi hvordan celletallet varierte med økende spenetuppscore. Her ser vi at de høyeste celletallsmålingene forekom hos kyr med 2 som høyeste spenetuppscore. Trendlinja er ganske flat, men har en svak nedadgående tendens ettersom spenetuppscoren øker. Av figuren ser det altså ut som celletallet synker med økende spenetuppscore.

I figur 10 ser vi at kyr med 3 eller 4 som høyeste spenetuppscore hadde litt høyere celletallsmedian enn kyr med 1 eller 2 som høyeste spenetuppscore. I tillegg var det større spredning i målingene blant kyrne med 3 eller 4 i spenetuppscore.

## 6.7 Tabeller

Tabell 2 Gjennomsnittlig celletall (\*1000 celler/ml) for gruppene MedKalv og UtenKalv, basert på målinger fra Kukontrollen og AMSen. For gjennomsnittene er 95 % konfidensintervall gitt i parentes, og for medianen er minimum- og maksimumsverdien gitt i parentes. P-verdi fra gjennomført t-test mellom gjennomsnittene i de to gruppene er også inkludert.

	<b>Gjennomsnittlig celletall hos MedKalv og UtenKalv</b>			
	<b>Fra Kukontrollen</b>		<b>Fra AMS</b>	
	<b>Ku med kalv</b>	<b>Ku uten kalv</b>	<b>Ku med kalv</b>	<b>Ku uten kalv</b>
Antall målinger	21	23	509	1116
Gj.snittlig celletall	55,41 (29,35 - 104,61)	35,10 (21,84 - 56,42)	48,27 (42,10 - 55,34)	30,97 (28,95 - 33,13)
Log gj.snittlig celletall	1,74 (1,47 - 2,02)	1,55 (1,34 - 1,75)	1,68 (1,62 - 1,74)	1,49 (1,46 - 1,52)
Median	40 (10 - 880)	40 (10 - 320)	37 (2 - 6497)	28 (2 - 1302)
Log median	1,60 (1 - 2,95)	1,60 (1 - 2,51)	1,57 (0,30 - 3,81)	1,45 (0,30 - 3,12)
p-verdi (fra t-test)	0,2323		< 0,0001	

Tabell 3 Gjennomsnitt eller andel for AMS-variablene foruten celletall i MedKalv- og UtenKalv-gruppen. Standardavvik for gjennomsnittene er gitt i parentes. I tillegg er p-verdiene fra t-testene og kjikvadrat-testene mellom de to gruppene inkludert. Basert på registreringer fra 1197 AMS-melkinger for ku med kalv, og 1782 for ku uten kalv. Variablene melkemengde og MDI var felles for alle kjertlene, mens for variablene avspark, blod, melkestrømhastighet og konduktivitet ble det gjort registreringer på kjertelnivå.

<b>Statistisk analyse av de øvrige AMS-variablene</b>			
<b>Variabel</b>	<b>Ku med kalv</b>	<b>Ku uten kalv</b>	<b>P-verdi</b>
Gj.snittlig melkemengde (kg) per melking	7,13 (4,76)	9,65 (2,82)	<0,0001
Gj.snittlig melkemengde (kg) per ku i studieperioden	1060,51	2149,82	
Andel melkinger med avspark (%)	162/4492 = 3,61 %	150/7063 = 2,12 %	<0,0001
Andel melkinger med blod (%)	278/4260 = 6,53 %	334/6979 = 4,79 %	<0,0001
Gj.snittlig melkestrømhastighet (L/min)	0,64 (0,23)	0,83 (0,24)	<0,0001
Gj.snittlig konduktivitet (MilliSiemens)	4,41 (0,74)	4,23 (0,29)	<0,0001
Andel MDI $\geq$ 2	65/973 = 6,7 %	1/1751 = 0,1 %	< 0,0001

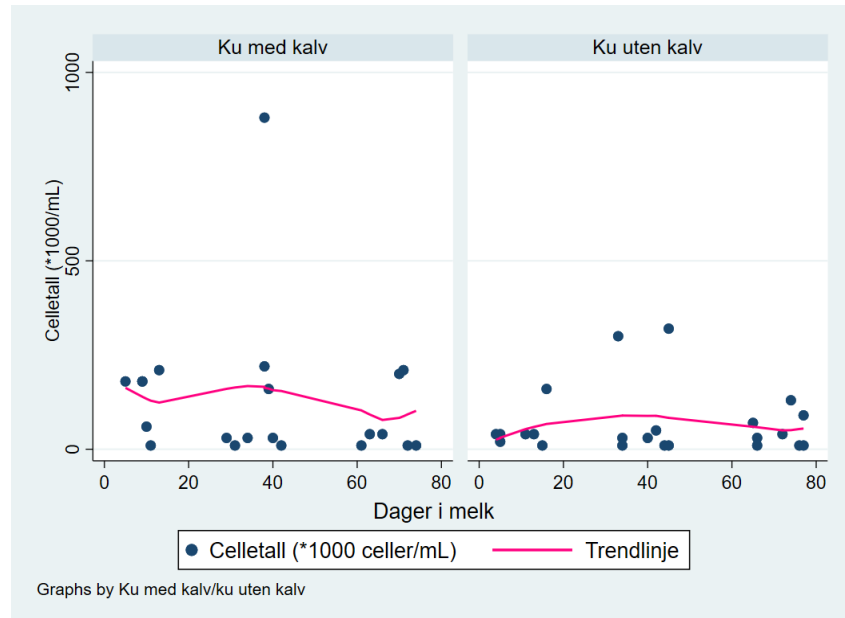
*Tabell 4 Fordeling av spenetuppscore gitt som prosentandeler (%)*

<b>Spenetupp-score</b>	<b>Ku med kalv</b>	<b>Ku uten kalv</b>
1	$22/30 = 73,3 \%$	$3/20 = 15 \%$
2	$7/30 = 23,3 \%$	$9/20 = 45 \%$
3	$0/30 = 0,0 \%$	$8/20 = 40 \%$
4	$1/30 = 3,3 \%$	$0/20 = 0 \%$

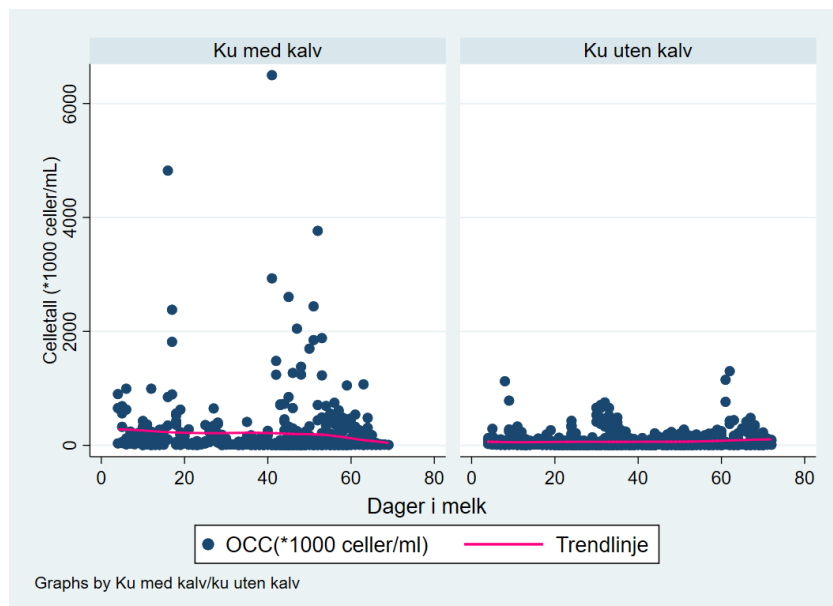


## 6.8 Diagrammer

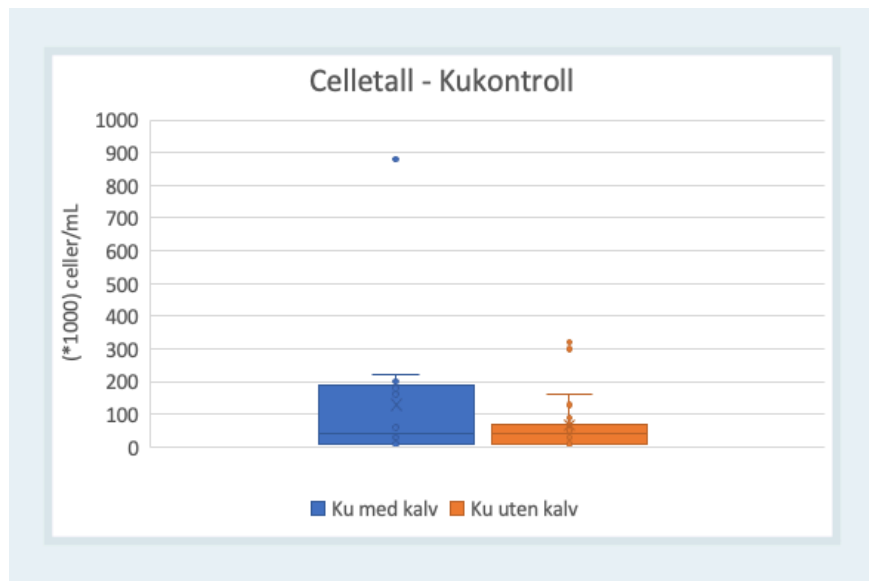
Figur 5 Punktdiagram med celletallsmålinger (\*1000 celler/mL) hentet fra Kukontrollen. Celletall (Y-aksen) plottet mot dager i melk (X-aksen). Den rosa regresjonslinjen mellom punktene viser trenden. Basert på 21 celletallsmålinger for MedKalv og 23 for UtenKalv



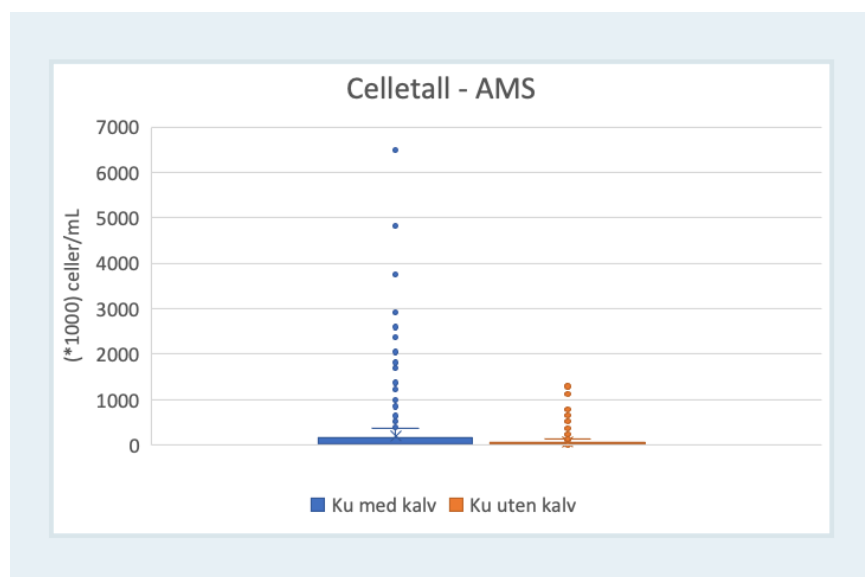
Figur 6 Punktdiagram med celletallsmålinger (\*1000 celler/mL) hentet fra AMSen. Celletall (Y-aksen) plottet mot dager i melk (X-aksen). Den rosa regresjonslinjen mellom punktene viser trenden. Basert på 509 celletallsmålinger for MedKalv, og 1116 for UtenKalv.



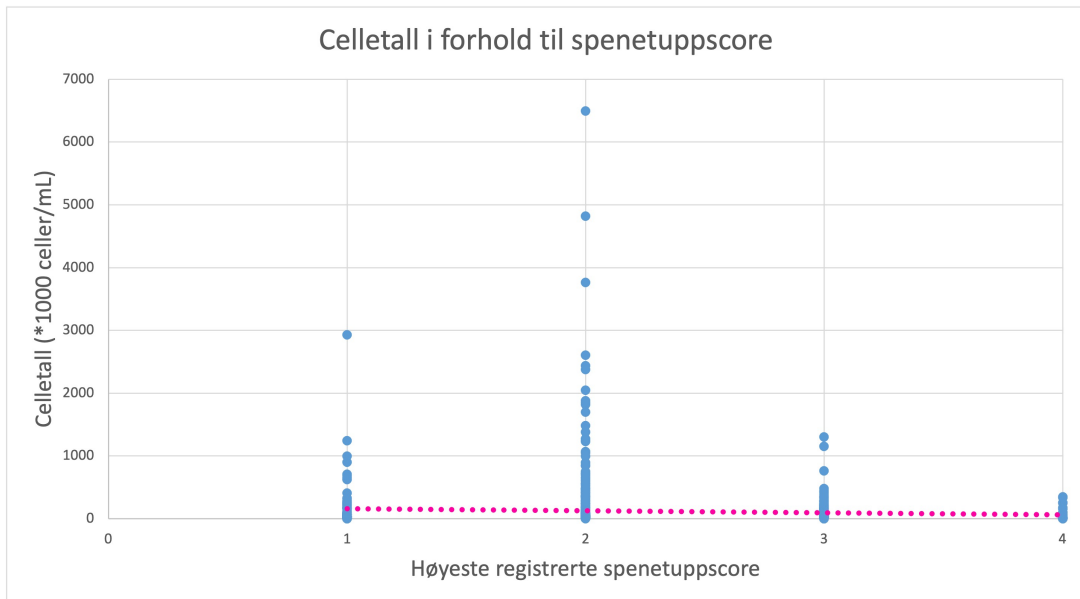
Figur 7 Boksplot basert på celletallsmålinger fra Kukontrollen. Grensene til boksen er øvre og nedre kvartil, og den horisontale linja inni boksen er medianen. Punktene utenfor endemarkeringene på linjene («uteliggerne») representerer ekstremverdiene. Basert på 21 celletallsmålinger for MedKalv og 23 for UtenKalv.



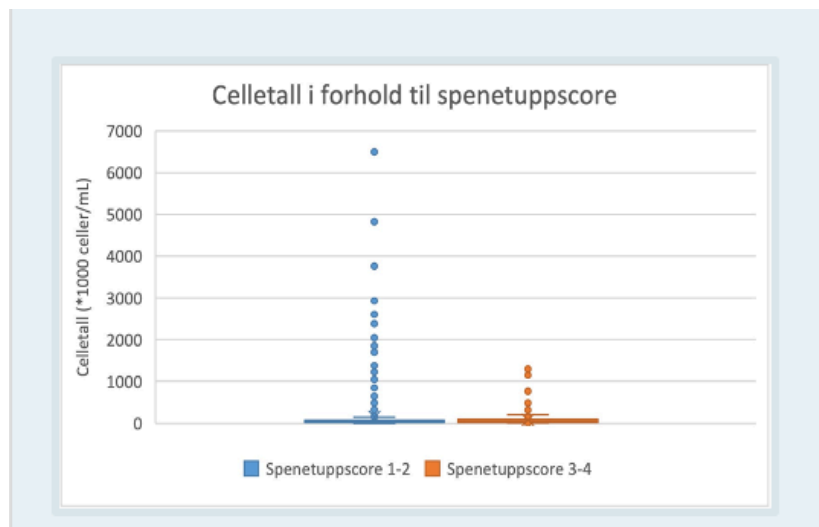
Figur 8 Boksplot basert på celletallsmålinger fra AMSen. Grensene til boksen er øvre og nedre kvartil, og den horisontale linja inni boksen er medianen. Punktene utenfor endemarkeringene på linjene («uteliggerne») representerer ekstremverdiene. Basert på 509 celletallsmålinger for MedKalv, og 1116 for UtenKalv.



Figur 9 Punktdiagram med celledallsmålinger (\*1000 celler/mL) (Y-aksen) fra AMSen sammenlignet med høyeste registrerte spenetuppscore for den gitte kua (X-aksen). Den lineære rosa linjen viser trenden. Basert på 50 spenetuppscorer og 1625 celledallsmålinger fra AMSen.



Figur 10 Boksplot med celledallsmålinger (\*1000 celler/mL) (Y-aksen) fra AMSen mot den høyeste spenetuppscoren for den gitte kua (X-aksen). Grensene til boksen er øvre og nedre kvartil, og den horisontale linja inni boksen er medianen. Punktene utenfor endemarkeringene på linjene («uteliggerne») representerer ekstremverdiene. Basert på 50 spenetuppscorer og 1625 celledallsmålinger fra AMSen



## **7 Diskusjon**

### **7.1 Celletall**

I utgangspunktet forventet vi at diing skulle ha en positiv effekt på jurhelsa, på bakgrunn av at diing i kombinasjon robotmelking fører til hyppigere tømning av juret sammenlignet med robotmelking alene. Følgelig så vi for oss at celletallet skulle være lavere for kyr som ble diet av kalven sammenlignet med kyr som ikke ble det. Resultatene våre tyder derimot på det motsatte. Basert på data fra både Kukontrollen og AMSen hadde MedKalv et høyere gjennomsnittlig celletall enn UtenKalv. For AMS-tallene ser dessuten denne forskjellen ut til å kunne være statistisk signifikant.

Det kan være at den observerte forskjellen i gjennomsnittlig celletall er reell og at den skyldes kalvens tilstedeværelse. I så fall kan årsaken til dette være at kalven holder spenekanalene åpne slik at patogene bakterier kan komme inn i juret eller at kalven overfører bakterier fra munnen til jur og spener (Henriksen, 2010; Wagenaar & Langhout, 2007) .

Det er også sannsynlig at et jur som håndteres av en kalv, er mer utsatt for traumer sammenlignet med et jur som kun blir melket av en robot. Man ser at kalver herjer med juret og stanger hodet opp i det når de dier, og hver gang dette skjer, skades en liten eller større andel av juret i mild eller moderat grad. Som respons på skaden vil det utløses en betennelsesreaksjon for å eliminere skadde celler i jurvevet, og en slik reaksjon er forbundet med økt celletall.

I tillegg kan man tanke seg at jur og spener som blir diet er mer utsatt for sår. Sår i seg selv gir en betennelsesrespons, og i tillegg vil det utgjøre et brudd på førstelinjeforsvaret til

juret/spenen. Dette gir en inngangsport for bakterier og dermed en økt risiko for jurbetennelse med påfølgende økt celletall.

Siden kyrne hadde fri tilgang til å besøke kalven sin i fellesområdet når som helst, er det tenkelig at kyrne kan ha besøkt kalven og blitt diet for deretter å ha gått rett i melkeroboten etterpå. Som nevnt tidligere øker celletallet parallelt med fettprosenten i melka, og denne øker når det er lite melk i juret (Olav Østerås, muntlig 2021). Hvis AMSen målte celletall i melka som var igjen rett etter diing, kan det være en medvirkende årsak til at celletallet i gjennomsnitt var høyere hos MedKalv enn hos UtenKalv. Det samme gjelder dersom veieprøvene til Kukontrollen ble tatt rett etter at kua ble diet av kalven.

Som vi diskuterte innledningsvis, så er det svært mange faktorer som er med på å påvirke celletallet, og det forekommer også betydelig normalvariasjon for denne variabelen. Så den observerte forskjellen i gjennomsnittlig celletall kan også skyldes andre forklaringsvariabler enn kalvens tilstedeværelse.

Som nevnt hadde MedKalv høyere gjennomsnittlig laktasjonsnummer enn UtenKalv (Tabell 1). I og med at celletallet øker i takt med laktasjonsnummer (Bielfeldt et al., 2004; Bradley & Green, 2005; Orjales et al., 2017; Pantoja et al., 2009), kan dette være en medvirkende årsak til at MedKalv hadde høyere gjennomsnittlig celletall.

Ulike former for stress kan som kjent være en årsak til økt celletall (Bradley & Green, 2005; Hong et al., 2019; Nasr & El-Tarabany, 2017), og en kan tenke seg at MedKalv var mer utsatt for stress i studieperioden enn UtenKalv. Siden MedKalv gikk mellom kuområdet og fellesområdet flere ganger om dagen, kan man se for seg at kyrne i denne gruppen forflyttet seg hyppigere, bevegde seg mer og hadde mindre tid til å ligge i ro, spise og drøvtygge enn UtenKalv. Kyr i MedKalv hadde dessuten et betydelig mindre areal å oppholde seg på

sammenlignet med UtenKalv, og det kan ha bidratt til økt stress for kyr lavt på rangstigen, da de hadde ingen/lite mulighet til å distansere seg fra kyr av høyere rang. Videre kan kyr som er vant med og foretrekker å bli diet av en kalv, tenkes å bli urolige og stresset av å bli melket i en AMS. Det er også høyst sannsynlig at kyrne fikk en større eller mindre stressreaksjon i separasjonsfasen, der de gradvis fikk mindre kontakt med kalvene sine (Fröberg et al., 2011; Grøndahl et al., 2007; Veissier et al., 2013; Wagenaar & Langhout, 2007). Hvis de overnevnte forholdene gav MedKalv et høyere stressnivå enn UtenKalv, kan det være en være en forklaring på at MedKalv hadde høyere celletall.

Dårlig hygiene er også knyttet til forhøyede celletall (Dohmen et al., 2010; Reneau et al., 2003; Reneau et al., 2005; Sant'Anna & Paranhos da Costa, 2011). Selv om MedKalv og UtenKalv befant seg i samme fjøs, så var de oppstallet i ulike avdelinger som kan ha hatt ulik hygiene, for eksempel på grunn av ulike renholdsrutiner. Som nevnt tidligere hadde vi ikke mulighet til å dra ut til besetningen på grunn av Covid-19-pandemien, så vi fikk ikke kartlagt hvor god hygienen var i miljøet eller på dyrene. Hvis hygienen var dårligere i SUCCEED-avdelingen enn i løsdrifta for øvrig, så kan det ha bidratt til at MedKalv fikk høyere celletall enn UtenKalv.

En annen faktor som har påvirkning på hvor høyt celletallet er, er selve individet. Kyr har naturlig individuell variasjon i mengde celletall. En kan se at noen kyr ligger normalt høyere enn andre kyr, uten at de viser tegn til sykdom eller dårlig jurhelse. Det er en sjanse for at slike individer er med i MedKalv og ikke UtenKalv. Dette er en faktor som kan spille inn i vårt utvalg, og som kan påvirke tallene i stor grad, da vi har et lite utvalg av dyr med i studien.

## **7.2 Melkemengde**

Melkemengden var signifikant høyere for UtenKalv enn MedKalv, og dette er helt naturlig med tanke på at mye av melken gikk til kalvene. Ikke overraskende, så har redusert

melkemengde hos kyr som blir diet også blitt observert i flere andre studier (Metz, 1987; Wagenaar & Langhout, 2007) Det kan dessuten påpekes at det var gjennomsnittlig lavere melkemengde i framspenene enn i bakspenene i MedKalv, men det var det også hos UtenKalv, så vi kan ikke på bakgrunn av dette konkludere med at kalvene drakk mer fra framspenene enn bakspenene.

### **7.3 Avspark**

I studien fant vi en større andel avspark hos MedKalv sammenlignet med UtenKalv, særlig på bakspenene. Vi har diskutert hvorvidt dette kan skyldes at kalven sugde mer på noen spener enn andre. Det kan da tenkes at de spenene som kalvene sugde mest på, var såre da kua gikk i roboten, og at hun som resultat av det prøvde å sparke av seg de aktuelle spenekoppene. En annen teori er at ei ku som er vant med å bli diet av en kalv, kan synes det er stressende og ubehagelig å bli melket av en robot, og dermed kan bli urolig og prøve å sparke av seg spenekoppene. Det var en større andel avspark på bakspenene enn på framspenene i begge gruppene, og dette tror vi først og fremst skyldes at det er lettere å sparke av de bakerste spenekoppene med bakbeina enn de fremste.

### **7.4 Blod**

At en større andel av MedKalv-melkingene inneholdt blod sammenlignet med UtenKalv, kan være et resultat av at kalven er mer hardhendt med juret enn melkeroboten, slik at det lettere kan oppstå traumer som kan gi blødning til melka.

### **7.5 Konduktivitet**

At den gjennomsnittlige konduktiviteten var høyere hos MedKalv enn UtenKalv henger nok sammen med at førstnevnte hadde høyere gjennomsnittlig celletall. Som nevnt i innledningen,

så vil saltinnholdet i melka øke med celletallet (Whist & Sølverød, 2017), og dette medfører at ledningsevnen, altså konduktiviteten, øker.

## **7.6 MDI**

Den økte andelen av  $MDI \geq 2$  i MedKalv indikerer at disse kyrne hadde en økt risiko for mastitt i forhold til UtenKalv. Som nevnt tidligere vil en betennelse i juret gi tilstrømning av hvite blodceller til melka, noe som vil øke celletallet. En kan derfor si at økt risiko for mastitt indirekte gir en økt risiko for høyere celletall. Det vil si at MedKalv indirekte hadde økt celletall på grunn av at de hadde økt MDI, enn UtenKalv. Dette passer bra med våre resultater.

## **7.7 Spenetuppscore**

I utgangspunktet tenkte vi at høy spenetuppscore skulle være assosiert med høyt celletall, men det stemmer ikke overens med våre resultater. Vi observerte derimot at MedKalv, som hadde høyest celletall, hadde lavest spenetuppscore, og at UtenKalv, som hadde lavest celletall, hadde høyest spenetuppscore. Vi har ingen god forklaring på dette, men flere andre studier har heller ikke sett noen sammenheng mellom graden av hyperkeratose på spenetuppene og celletall (Asadpour et al., 2015; Manzi et al., 2012; Sandrucci et al., 2014). I noen av de nevnte studiene og andre studier har man likevel sett at uttalte spenetuppporandringer kan være en risikofaktor for mastitt (Asadpour et al., 2015; Manzi et al., 2012). Breen et al. (2009) fant faktisk at mild og moderat hyperkeratose på spenetuppene var assosiert med en redusert risiko for celletall  $> 199\ 000$  celler per mL sammenlignet med normale spenetupper, og her ble det foreslått at mild og moderat hyperkeratose kan ha en beskyttende effekt mot økt celletall. I en litteraturstudie som så på sammenhengen mellom hyperkeratose og mastitt hos melkekyr, konkluderte man også med at mild hyperkeratose kan virke beskyttende mot subklinisk mastitt (Pantoja et al., 2020). Basert på disse funnene i litteraturen, ser det ut til at



høy spenetuppscore kan være en risikofaktor for mastitt, men at spenetuppscoren ikke nødvendigvis har noen sammenheng med celletallet. Dette er forenelig med funnene i vår studie, der vi ikke så noen tydelig sammenheng mellom høy spenetuppscore og høyt celletall.

## **7.8 Feilkilder**

### **Systematiske feil**

Vårt studieutvalg på 16 kyr er et veldig smalt utvalg til å kunne trekke konklusjoner for NRF-melkekyr i norske besetninger. Gjennomføringen av vårt prosjekt vil være et pilotprosjekt som kan gi noen indikasjoner på sammenhenger mellom celletall og diing, men for å trekke konklusjoner behøves mer omfattende forskning på området.

I tillegg er vårt studieutvalg fra en forsøksgård. Vi fikk aldri anledning til å besøke avdelingen hvor kyrne stod på grunn av covid19-pandemien, så vi fikk dessverre aldri se hvordan utformingen av lokalene og oppstillingen av dyrene var i praksis. På en forsøksgård kan det være andre standarder enn i kommersielle fjøs. Dermed kan det være seleksjonsbias ved studien som gjør at konklusjoner ikke kan gjelde vanlige, kommersielle melkekubesetninger i Norge. Aktuelle seleksjonsbias kan være at det på forsøksgården er andre hygienestandarder, annerledes oppstilling av dyrene, flere røkttere som omgås og steller dyrene, spesifikke krav til dyrenes helse osv., sammenlignet med kommersielle melkekubesetninger.

Vi hadde et begrenset antall kyr å velge blant til vår kontrollgruppe siden kyrne skulle være fra den samme besetningen og at de skulle kalve omtrent på samme tidspunkt som MedKalv. Disse kyrne skulle matche best mulig med studieutvalget med tanke på inklusjons- og eksklusjonskriteriene. Dette medfører at faktorer ved kyrne i kontrollgruppen kan ha systematiske feil som gjør at de har generelt lavere celletall enn kyrne i studieutvalget. Disse feilene kan blant annet være at kyrne i UtenKalv hadde i gjennomsnitt lavere

laktasjonsnummer, annet kjønn på kalven, behov for fødselshjelp eller ikke, annerledes sykehistorie osv. i forhold til MedKalv.

For å kunne trekke konklusjoner fra resultatene våre er det en forutsetning at målingene av celletall er reelle. Informasjonsbias i vår studie kan være at det har vært feil med celletallsmålingene vi har fått. For eksempel kan det være at vi har mistet noen av målingene som ville ha påvirket resultatet eller at man har fått feil målinger pga. tekniske feil ved prøvetakingsmetoden enten i melkeroboten eller på laboratoriet til TINE. Som nevnt i tidligere manglet for eksempel en del celletallsmålinger fra AMSen, særlig fra november, på grunn av tekniske feil med måleutstyret. Andre informasjonsbias er feil ved måling av risikofaktorer, for eksempel når vi har registrert spenetuppscore.

Det skal også nevnes at det kan ha forekommet feil ved datahåndteringen og den statistiske analysen, som for eksempel at vi kan ha mistet målinger i prosessen med å samle inn data eller gjort feil utregninger som har gitt et feilaktig resultat. Som vi diskuterte i Resultater, så skulle vi ideelt sett ha brukt en annen metode enn t-test og kjikvadrat-test for å teste signifikans mellom MedKalv og UtenKalv. Dette kan ha ført til at vi har funnet statistisk signifikante forskjeller der det i realiteten ikke er noen.

Prøvetakingstidspunktet er også av betydning og en mulig feilkilde kan være at melkeprøver ble tatt ut på ulike tidspunkt i melkinga. For eksempel kan en melkeprøve ha blitt tatt rett etter at ei ku ble diet at kalven sin. Da vil det naturlig nok være mindre melk i den aktuelle jurkjertelen, og som tidligere nevnt er både fettinnholdet og celletallet høyere når det er lite melk i juret. (Olav Østerås, muntlig 2021)

## **Tilfeldige feil**

En tilfeldig feil ved studien er at celletallet har naturlig variasjon. Det er individuelle forskjeller mellom kyrne og det som er normalt celletall for ei ku kan være høyt for en annen. I tillegg er det naturlige fysiologiske variasjoner i celletallet i løpet av en dag, og fra dag til dag. For at resultatene skal bli minst mulig forstyrret av tilfeldige feil er det en forutsetning at studieutvalget er stort nok. Siden vårt studieutvalg kun består av 16 kyr må vi anta at resultatene kan være veldig påvirket av tilfeldig feil i form av naturlig variasjon i celletall.

## **8 Konklusjon**

Målet med denne fordypningsoppgaven var å se om det var en statistisk signifikant forskjell i gjennomsnittlig celletall mellom kyr som fikk gå med kalven (MedKalv) og kyr som ikke fikk det (UtenKalv). Gjennomsnittlig celletall var høyere for MedKalv sammenlignet med UtenKalv, både med utgangspunkt i Kukontroll-målinger og AMS-målinger. Forskjellen var bare statistisk signifikant for AMS-målingene. Vi har altså observert en forskjell i celletall mellom de to gruppene, men i og med at det er svært mange faktorer som har påvirkning på celletallet, samt. at det er en del potensielle feilkilder i vår studie, kan vi ikke konkludere med at den observerte forskjellen faktisk skyldes kalvens tilstedeværelse. Vi kan altså ikke konkludere med om ku-kalv-kontakt har en positiv eller negativ effekt på celletallet i melka eller jurhelsa til kua. I framtiden, når det blir mer vanlig med driftsformer der ku og kalv får gå sammen, vil det være nok være nødvendig med flere og mer omfattende studier for å finne ut hva slags effekt diing har på jurhelsa til kua.

## **9 Takk til bidragsytere**

Først og fremst vil vi gjerne takke veilederen vår Camilla Kielland for god hjelp og oppfølging gjennom hele prosessen med å skrive denne fordypningsoppgaven. En stor takk til veileder Ane C. W. Nødtvedt som kunne trå til på kort varsel og hjelpe oss med slutføringen av oppgaven. Takk til veileder Julie Føske Johnsen for gode innspill til utforming av oppgaven og uunnværlig hjelp til å innhente data. Også vil vi takke veileder Stine Grønmo Kischel fra TINE, Olav Østerås fra TINE, fjøsmester Nikolai Mortensen ved SHF og Alf Odin Olsen fra DeLaval for at de har vært veldig behjelpelige, tilgjengelig for spørsmål og kommet med mange nyttige innspill.

## **10 Summary**

*Title:* The relationship between cow-calf-contact and somatic cell count in milk

*Authors:* Hilde Sandvik Aune, Henriette Midtenget Skog and Hanna Elise Steinsli

*Supervisor:* Camilla Kielland, Department of Production Animal Clinical Sciences

In this study we have compared the mean somatic cell count in milk in two groups of dairy cows. One of the groups had daily contact with their calf, while the other group did not. The study was conducted at the Center for livestock production (SHF) at the Norwegian University of Life Sciences (NMBU) in Ås.

One of the groups (WithCalf) consisted of 8 dairy cows that had daily contact with their calf for about 9 weeks as a part of the research project called SUCCEED. The other group (WithoutCalf) consisted of 8 dairy cows from the same herd, except they had no contact with their calf.

The mean somatic cell counts were calculated with the cell count registrations from Kukontrollen and from the AMS. In both cases the mean somatic cell count was highest in WithCalf. As for the registrations from the AMS, the difference between the groups was statistically significant, which we could not find in the registrations from Kukontrollen.

In addition, we have compared WithCalf and WithoutCalf for other variables that were registered by the AMS during milking. WithoutCalf had significantly higher main milk yield and milk flow rate, while WithCalf had significantly higher main conductivity and higher proportion of milkings with registered blood, teat cup kick offs and  $MDI \geq 2$

## Referanser

- Asadpour, R., Bagherniaee, H., Houshmandzad, M., Fatehi, H., Rafat, A., Nofouzi, K. & Maftouni, K. (2015). Relationship between teat end hyperkeratosis with intra mammary infection and somatic cell counts in lactating dairy cattle. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 166 (9/10): 266-270.
- Bar-Peled, U., Aharoni, Y., Robinzon, B., Bruckental, I., Lehrer, R., Maltz, E., Knight, C., Kali, J., Folman, Y., Voet, H., et al. (1998). The Effect of Enhanced Milk Yield of Dairy Cows by Frequent Milking or Suckling on Intake and Digestibility of the Diet. *Journal of Dairy Science*, 81 (5): 1420-1427. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75706-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75706-6).
- Barth, K. (2020). Effects of suckling on milk yield and milk composition of dairy cows in cow-calf contact systems. *Journal of Dairy Research*, 87: 1-5. doi: 10.1017/S0022029920000515.
- Berglund, I., Pettersson, G. & Svennersten-Sjaunja, K. (2002). Automatic milking: Effects on somatic cell count and teat end-quality. *Livestock Production Science*, 78: 115-124. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00090-8.
- Bielfeldt, J. C., Badertscher, R., Tölle, K. H. & Krieter, J. (2004). Factors influencing somatic cell score in Swiss dairy production systems. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 146 (12): 555-60. doi: 10.1024/0036-7281.146.12.555.
- Bortacki, P., Kujawiak, R., Czerniawska-Piątkowska, E., Kirdar, S. S., Wójcik, J. & Grzesiak, W. (2017). Impact of milking frequency on yield, chemical composition and quality of milk in high producing dairy herd. *Mljekarstvo*, 67 (3): 226-230.
- Bradley, A. & Green, M. (2005). Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. *In Practice*, 27 (6): 310-315. doi: <https://doi.org/10.1136/inpract.27.6.310>.
- Bratberg, E. (2020). *Melkerobot*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/melkerobot> (lest 10.03.2021).
- Breen, J. E., Bradley, A. J. & Green, M. J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with a somatic cell count greater than 199,000 cells per milliliter in United Kingdom dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92 (7): 3106-3115. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1562>.

- Broucek J. et al. (2006). Effects of Some Management Factors on Milk Production in First-calf Heifers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*: 672–678. doi: 10.5713/ajas.2006.672.
- Bruckmaier, R. M. & Wellnitz, O. (2008). Induction of milk ejection and milk removal in different production systems<sup>1</sup>. *Journal of Animal Science*, 86 (suppl\_13): 15-20. doi: 10.2527/jas.2007-0335.
- Chen, S., Tanaka, S., Ogura, S.-I., Roh, S. & Sato, S. (2015). Effect of Suckling Systems on Serum Oxytocin and Cortisol Concentrations and Behavior to a Novel Object in Beef Calves. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 28 (11): 1662-1668. doi: 10.5713/ajas.15.0330.
- Chen, S. & Sato, S. (2017). Role of oxytocin in improving the welfare of farm animals - A review. *Asian-Australas J Anim Sci*, 30 (4): 449-454. doi: 10.5713/ajas.15.1058.
- Çoban, O., Sabuncuoglu, N. & Tuzemen, N. (2009). A study on relationships between Somatic Cell Count (SCC) and some uddertraits in dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8: 134-138.
- Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H. & Grünberg, W. (2017). *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats*. 11. utg. St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Cozma, A., Martin, B., Marlène, G., Ph, P., Tixier, E. & Ferlay, A. (2013). Influence of calf presence during milking on yield, composition, fatty acid profile and lipolytic system of milk in Prim'Holstein and Salers cow breeds. *Dairy Science and Technology*, 93: 99-113. doi: 10.1007/s13594-012-0094-1.
- Dahl, G. E., Wallace, R. L., Shanks, R. D. & Lueking, D. (2004). Hot Topic: Effects of Frequent Milking in Early Lactation on Milk Yield and Udder Health. *Journal of Dairy Science*, 87 (4): 882-885. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73232-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73232-4).
- Debio. (2019). *Fakta om økologisk ku og okse*. Tilgjengelig fra: <https://okologisknorge.no/fakta/oekologisk-husdyrproduksjon-og-dyrevelferd/oekologiske-kyr/fakta-om-oekologisk-ku-og-okse/> (lest 12.01.2021).
- DeLaval. *DeLaval cell counter DCC*. Tilgjengelig fra: [http://www3.delaval.com/ImageVaultFiles/id\\_169/cf\\_5/cell\\_counter\\_DCC.PDF](http://www3.delaval.com/ImageVaultFiles/id_169/cf_5/cell_counter_DCC.PDF).
- DeLaval. *DelPro™ for båsfføs. Integrert system for besetningsstyring innen melkeproduksjon*. Tilgjengelig fra: [https://bilder.felleskjopet.no/medias/sys\\_master/DefaultCelumAssetsFolder/celum\\_assets/hf5/hec/8820564099102/DeLaval-DelPro-b-sfj-s-20997.pdf](https://bilder.felleskjopet.no/medias/sys_master/DefaultCelumAssetsFolder/celum_assets/hf5/hec/8820564099102/DeLaval-DelPro-b-sfj-s-20997.pdf) (lest 21.03.2021).
- Dohmen, W., Neijenhuis, F. & Hogeveen, H. (2010). Relationship between udder health and hygiene on farms with an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 93 (9): 4019-4033. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-3028>.
- Edwards, J. P., O'Brien, B., Lopez-Villalobos, N. & Jago, J. G. (2013). Overmilking causes deterioration in teat-end condition of dairy cows in late lactation. *J Dairy Res*, 80 (3): 344-8. doi: 10.1017/s0022029913000307.
- EFSA. (2009). Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *EFSA Journal*.
- Elscher, M. (2019). *The Five Freedoms: A history lesson in animal care and welfare*. Tilgjengelig fra: [https://www.canr.msu.edu/news/an\\_animal\\_welfare\\_history\\_lesson\\_on\\_the\\_five\\_freedoms](https://www.canr.msu.edu/news/an_animal_welfare_history_lesson_on_the_five_freedoms) (lest 26.03.2021).

- Flower, F. C. & Weary, D. M. (2001). Effects of early separation on the dairy cow and calf:: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Applied Animal Behaviour Science*, 70 (4): 275-284. doi: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00164-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00164-7).
- Fröberg, S., Gratte, E., Svennersten-Sjaunja, K., Olsson, I., Berg, C., Orihuela, A., Galina, C. S., García, B. & Lidfors, L. (2008). Effect of suckling ('restricted suckling') on dairy cows' udder health and milk let-down and their calves' weight gain, feed intake and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 113 (1): 1-14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.12.001>.
- Fröberg, S., Lidfors, L., Svennersten-Sjaunja, K. & Olsson, I. (2011). Performance of free suckling dairy calves in an automatic milking system and their behaviour at weaning. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 61 (3): 145-156. doi: 10.1080/09064702.2011.632433.
- Geishhauser, T., Querengässer, K., Nitschke, M. & Sorbiraj, A. (1999). Milk Yield, Somatic Cell Counts, and Risk of Removal from the Herd for Dairy Cows After Covered Teat Canal Injury. *Journal of Dairy Science*, 82 (7): 1482-1488. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75375-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75375-0).
- Grøndahl, A. M., Skancke, E. M., Mejdell, C. M. & Jansen, J. H. (2007). Growth rate, health and welfare in a dairy herd with natural suckling until 6–8 weeks of age: a case report. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49 (1): 16. doi: 10.1186/1751-0147-49-16.
- Hagnestam-Nielsen, C., Emanuelson, U., Berglund, B. & Strandberg, E. (2009). Relationship between somatic cell count and milk yield in different stages of lactation. *J Dairy Sci*, 92 (7): 3124-33. doi: 10.3168/jds.2008-1719.
- Hale, S. A., Capuco, A. V. & Erdman, R. A. (2003). Milk Yield and Mammary Growth Effects Due to Increased Milking Frequency During Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 86 (6): 2061-2071. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73795-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73795-3).
- Henriksen, B. I. F. (2010). *Vurdering av regel om diing i tre dagar*: Bioforsk Økologisk.
- Heringstad, M. (2018). *Forskjeller i celletall og andre mastittindikatorer fra melkeroboten i to seleksjonslinjer av NRF*. Masteroppgave: NMBU.
- Hong, H., Lee, E., Lee, I. H. & Lee, S.-R. (2019). Effects of transport stress on physiological responses and milk production in lactating dairy cows. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32 (3): 442-451. doi: 10.5713/ajas.18.0108.
- Jago, J. G., Burke, J. L. & Williamson, J. H. (2010). Effect of automatic cluster remover settings on production, udder health, and milking duration. *Journal of Dairy Science*, 93 (6): 2541-2549. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2949>.
- Jensen, M. B. (2003). The effects of feeding method, milk allowance and social factors on milk feeding behaviour and cross-sucking in group housed dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 80 (3): 191-206. doi: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00216-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00216-2).
- Johnsen, J. F., Zipp, K. A., Kälber, T., Passillé, A. M. d., Knierim, U., Barth, K. & Mejdell, C. M. (2016). Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms?— Current and future research. *Applied Animal Behaviour Science*, 181: 1-11. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.11.011>.
- Khatun, M., Thomson, P. C., Kerrisk, K. L., Lyons, N. A., Clark, C. E. F., Molfino, J. & García, S. C. (2018). Development of a new clinical mastitis detection method for automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 101 (10): 9385-9395. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14310>.
- Kischel, S. G. (2019). *SmartCare - for kua, kalven, deg og meg*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/smartcare-for-kua-kalven-deg-og-meg> (lest 26.03.2021).

- Knævelsrud, T. (2017). *Dyr skal ha det godt - Mattilsynets årsrapport* Tilgjengelig fra: [https://www.mattilsynet.no/dyr\\_og\\_dyrehold/dyrevelferd/rapporter\\_om\\_dyrevelferd/mattilsynets\\_arbeid\\_med\\_dyrevelferd\\_aarsrapport\\_2017.29751/binary/Mattilsynets%20arbeid%20med%20dyrevelferd%20%C3%A5rsrapport%202017](https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/dyrevelferd/rapporter_om_dyrevelferd/mattilsynets_arbeid_med_dyrevelferd_aarsrapport_2017.29751/binary/Mattilsynets%20arbeid%20med%20dyrevelferd%20%C3%A5rsrapport%202017).
- Kuehnl, J. M., Connelly, M. K., Dzidic, A., Lauber, M., Fricker, H. P., Klistner, M., Olstad, E., Balbach, M., Timlin, E., Pszczolkowski, V., et al. (2019). The effects of incomplete milking and increased milking frequency on milk production rate and milk composition. *Journal of Animal Science*, 97 (6): 2424-2432. doi: 10.1093/jas/skz113.
- Landbruks- og matdepartementet. (2004). *Forskrift om hold av storfe*. Oslo.
- Lely. *The Lely MQC-C: A Promising On-Farm tool for Udder Health*. Tilgjengelig fra: [https://www.lely.com/farming-insights/lely-mqc-c-promising-farm-tool-udder-health/?fbclid=IwAR2gTkOF\\_j-VjqkbPwduGvkuFFOfKE5NujIsfiFiSegDEjIAGxQ8coxU](https://www.lely.com/farming-insights/lely-mqc-c-promising-farm-tool-udder-health/?fbclid=IwAR2gTkOF_j-VjqkbPwduGvkuFFOfKE5NujIsfiFiSegDEjIAGxQ8coxU) (lest 13.03.2021).
- Lidfors, L. & Johansson, B. (2005). *Olika system för uppfödning av kalvar - Delprojekt 3. Långtidseffekter av att låta kvigkalvar dia en amko eller få olika mängde mjölk*: Stiftelsen Lantbruksforskning. Tilgjengelig fra: <https://login.lantbruksforskning.se/sbs/projectbank/downloadPb?appFormId=402880f6485f65ff01485f8806016edf> (lest 19.03.2021).
- Lidfors, L. M. (1996). Behavioural effects of separating the dairy calf immediately or 4 days post-partum. *Applied Animal Behaviour Science*, 49 (3): 269-283. doi: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(96\)01053-2](https://doi.org/10.1016/0168-1591(96)01053-2).
- Manzi, M. d. P., Nóbrega, D. B., Faccioli, P. Y., Troncarelli, M. Z., Menozzi, B. D. & Langoni, H. (2012). Relationship between teat-end condition, udder cleanliness and bovine subclinical mastitis. *Research in Veterinary Science*, 93 (1): 430-434. doi: 10.1016/j.rvsc.2011.05.010.
- Margerison, J. K., Preston, T. R. & Phillips, C. J. C. (2002). Restricted suckling of tropical dairy cows by their own calf or other cows' calves1. *Journal of Animal Science*, 80 (6): 1663-1670. doi: 10.2527/2002.8061663x.
- Metz, J. (1987). Productivity aspects of keeping dairy cow and calf together in the post-partum period. *Livestock Production Science*, 16 (4): 385-394. doi: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(87\)90007-8](https://doi.org/10.1016/0301-6226(87)90007-8).
- Nasr, M. A. F. & El-Tarabany, M. S. (2017). Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. *Journal of Thermal Biology*, 64: 73-77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.01.004>.
- Nørstebø, H., Dalen, G., Rachah, A., Heringstad, B., Whist, A. C., Nødtvedt, A. & Reksen, O. (2019). Factors associated with milking-to-milking variability in somatic cell counts from healthy cows in an automatic milking system. *Preventive Veterinary Medicine*, 172: 104786. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104786>.
- Olsen, A. O. (2021). *VMS og kutrafikk*. PowerPoint-presentasjon. NMBU - Veterinærhøgskolen. VET 328 Differensiering produksjonsdyrmedisin og mattrygghet.
- Opplysningskontoret og meieriprodukter. (2020). *Tall og fakta*. Tilgjengelig fra: <https://www.melk.no/Statistikk> (lest 05.01.2021).
- Orjales, I., Lopez-Alonso, M., Miranda, M., Rodríguez-Bermúdez, R., Rey-Crespo, F. & Villar, A. (2017). The main factors affecting somatic cell count in organic dairy farming. *SPANISH JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH*, 15. doi: 10.5424/sjar/2017154-11769.



- Pantoja, J. C., Hulland, C. & Ruegg, P. L. (2009). Dynamics of somatic cell counts and intramammary infections across the dry period. *Prev Vet Med*, 90 (1-2): 43-54. doi: 10.1016/j.prevetmed.2009.03.012.
- Pantoja, J. C. F., Correia, L. B. N., Rossi, R. S. & Latosinski, G. S. (2020). Association between teat-end hyperkeratosis and mastitis in dairy cows: A systematic review. *Journal of Dairy Science*, 103 (2): 1843-1855. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16811>.
- Penry, J. F., Crump, P. M., Hernandez, L. L. & Reinemann, D. J. (2018). Association of milking interval and milk production rate in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 101 (2): 1616-1625. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12196>.
- Reneau, J., Seykora, A., Heins, B., Bey, R. & Farnsworth, R. (2003). Relationship of cow hygiene scores and SCC. *Proc. of Nat. Mastitis Council Annu. Meet.*
- Reneau, J., Seykora, A., Heins, B., Endres, M., Farnsworth, R. & Bey, R. (2005). Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227: 1297-301. doi: 10.2460/javma.2005.227.1297.
- Roth, B. A., Barth, K., Gygax, L. & Hillmann, E. (2009). Influence of artificial vs. mother-bonded rearing on sucking behaviour, health and weight gain in calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 119 (3): 143-150. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.004>.
- Rådet for dyreetikk. (1997). *Skille av melkeku og kalv etter fødselen*.
- Sandoval-Castro, C. A., Anderson, S. & Leaver, J. D. (2000). Production responses of tropical crossbred cattle to supplementary feeding and to different milking and restricted suckling regimes. *Livestock Production Science*, 66 (1): 13-23. doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00164-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00164-0).
- Sandrucci, A., Bava, L., Zucali, M. & Tamburini, A. (2014). Management factors and cow traits influencing milk somatic cell counts and teat hyperkeratosis during different seasons. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43 (9): 505-511. doi: 10.1590/S1516-35982014000900008.
- Sant'Anna, A. C. & Paranhos da Costa, M. J. R. (2011). The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *Journal of Dairy Science*, 94 (8): 3835-3844. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3951>.
- TINE. (2011). *Sikkerhetsdatablad - bronopol tabletter*. Tilgjengelig fra: <https://www.ltfolgefonna.no/wp-content/uploads/sites/39/2014/05/Bronopol-tabletter.pdf> (lest 26.03.2021).
- TINE. (2018). *Regler for Kukontrollen*. Tilgjengelig fra: [https://medlem.tine.no/hjelp-og-kontakt/regelverk-og-skjemaer/regler-for-kukontrollen-og-geitekontrollen/\\_attachment/inline/7a0b9d00-e25f-4576-8646-bdb41c92a70a:a539c4185024dbf21e89e79117053d05c4ca3e26/Regler%20Kukontrollen\\_180701.pdf](https://medlem.tine.no/hjelp-og-kontakt/regelverk-og-skjemaer/regler-for-kukontrollen-og-geitekontrollen/_attachment/inline/7a0b9d00-e25f-4576-8646-bdb41c92a70a:a539c4185024dbf21e89e79117053d05c4ca3e26/Regler%20Kukontrollen_180701.pdf) (lest 18.04.2021).
- TINE Meierier AS. (2015). TINEs regelverk om bedømmelse og betaling av melk etter kvalitet ved levering til TINE Råvare.
- Veissier, I., Caré, S. & Pomiès, D. (2013). Suckling, weaning, and the development of oral behaviours in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 147 (1): 11-18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.05.002>.
- Veterinærinstituttet. (2020). *Funksjonelle løsninger for kontakt mellom melkeku og kalv*. Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/forskning-innovasjon/pagaende-forskningsprosjekter/funksjonelle-losninger-for-kontakt-mellom-melkeku-og-kalv> (lest 08.01.2020).

- Wagenaar, J. P. T. M. & Langhout, J. (2007). Practical implications of increasing 'natural living' through suckling systems in organic dairy calf rearing. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 54 (4): 375-386. doi: [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(07\)80010-8](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(07)80010-8).
- Wagenaar, J. P. T. M. & Smolders, E. A. A. (2008). *Mastitis incidence and milk quality in organic dairy farms which use suckling systems in calf rearing*, Bonn, s. 82-85: International Society of Organic Agricultural Research (ISO FAR).
- Weary, D. M. & Chua, B. (2000). Effects of early separation on the dairy cow and calf: 1. Separation at 6 h, 1 day and 4 days after birth. *Applied Animal Behaviour Science*, 69 (3): 177-188. doi: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00128-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00128-3).
- Whist, A. C. & Sølverød, L. (2017). *Jurhelse*. 3. utg.: Tine Rådgivning. Fagavdelingen.



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)