



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Fordypningsoppgave 2023  
NMBU Veterinærhøgskolen

# **En undersøkelse av utvalgte faktorer som kan være assosierte med subklinisk mastitt i norske melkekubesetninger**

*A study of selected factors that may be associated with subclinical mastitis in Norwegian dairy herds*

Håkon Haugstad Avdem og Ingvild Følling Sørensen

# Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse .....	1
Forord .....	2
Sammendrag.....	3
Definisjoner og forkortelser .....	4
Innledning.....	5
Fremtidens melkeproduksjon i Norge .....	6
Hva er somatisk celletall?.....	8
Cellenes rolle i forsvaret av juret .....	9
Celletall, melkemengde og melke kvalitet.....	12
Bakteriene som forårsaker subklinisk mastitt under norske forhold .....	13
Økonomiske konsekvenser av høyt celletall .....	16
Mastittøkonomi .....	17
Beregning av melkepris .....	17
Relevant tidligere forskning .....	19
Formål .....	21
Materialer og metoder .....	22
Utvalg og rekruttering av besetninger .....	22
Observatør opplæring .....	24
Datainnsamling .....	24
Bearbeiding og analyse av innsamlet data.....	27
Resultater.....	29
Hva er prevalensen av kyr med møkkete jur og møkkete bakbein i norske melkebesetninger? .....	29
Er det assosiasjon mellom prevalensen av møkkete bakbein og møkkete jur hos kyr i norske melkebesetninger? .....	30
Er det assosiasjon mellom prevalens av kyr med møkkete jur og prevalens av kyr med subklinisk mastitt i norske melkebesetninger? .....	31

Er det forskjell på renhet og celletall hos AMS-besetninger kontra melkestall-besetninger i Norge? .....	34
Er det assosiasjon mellom prevalens av subklinisk mastitt og besetningsstørrelse?.....	37
Diskusjon.....	38
Renhet hos norske melkekyr.....	38
Er det en assosiasjon mellom prevalensen av møkkete kyr og prevalensen av subklinisk mastitt?.....	39
Sammenligningen av melkesystemer .....	40
Assosiasjon mellom besetningsstørrelse og prevalens av subklinisk mastitt.....	41
Begrensninger ved studien.....	41
Er prevalensen av subklinisk mastitt riktig? .....	41
Er studieutvalget representativt for studiepopulasjonen? .....	43
Bruk av individopplysninger på besetningsnivå .....	44
Konklusjon .....	44
Takk til bidragsyttere.....	45
Summary .....	45
Referanser.....	46

## Forord

Som veterinærstudenter på siste året ved NMBU Veterinærhøgskolen har vi valgt differensieringen produksjonsdyrmedisin og mattrygghet. Deler av avgangsåret, og vår differensiering, går ut på å skrive en fordypningsoppgave om et tema vi interesserer oss for. Valget falt derfor på samspillet mellom renhet på norske kyr og melke kvalitet. Å levere melk av god kvalitet er essensielt for produsenten for å få god økonomi i drifta. Likevel er problemer med dårlig melke kvalitet ikke uvanlige, og problemstillingene kan være sammensatte og vanskelige å løse. Vi tror at arbeidet med denne oppgaven har gitt oss

verdifull kunnskap som gjør oss bedre rustet til å møte disse problemene når vi skal ut i klinisk praksis.

## Sammendrag

*Tittel:* Assosiasjon mellom prevalens av møkkete dyr og subklinisk mastitt i norske melkebesetninger

*Forfattere:* Håkon Haugstad Avdem og Ingvild Følling Sørensen

*Veileder:* Camilla Kielland og Conor Barry; NMBU Veterinærhøgskolen, Institutt for produksjonsdyrmedisin

I denne fordypningsoppgaven har vi sett på prevalens av møkkete bakbein og jur hos norske melkekyr i løsdriftsbesetninger, og om dette kan assosieres med prevalens av subklinisk mastitt hos norske melkekyr i løsdriftsbesetninger. Vi har videre undersøkt om det er forskjell på renhet og celletall i besetninger med ulike melkesystem, og med ulike besetningsstørrelser. Studieutvalget bestod av 157 norske melkebesetninger med over 25 årskyr hver; 17 med melkestall, 140 med AMS. Dataene er hentet fra besetningsbesøk utført i forbindelse med den norske studien Kutrivsel, hvor det ble utført dyrevelferdsmålinger i norske løsdriftsfjøs med melkekyr, basert på Welfare Quality®-protokollen. Vi fant stor variasjon i prevalens av møkkete bakbein og jur hos kyr i norske melkebesetninger, men de fleste besetninger har større prevalens av kyr med møkkete bakbein enn møkkete jur. Vi fant positiv assosiasjon mellom prevalens av møkkete bakbein og prevalens av møkkete jur. Videre fant vi svak assosiasjon mellom prevalens av møkkete jur og prevalens av subklinisk mastitt. Melkestall-besetninger tenderte til å ha høyere prevalens av møkkete jur enn AMS-besetninger. Melkesystem og økende besetningsstørrelse var ikke assosierte med prevalens av subklinisk

mastitt. Videre forskning trengs for å bekrefte assosiasjonen mellom møkkete jur og subklinisk mastitt i norske melkebesetninger.

## Definisjoner og forkortelser

Tabell 1: Definisjoner og forkortelser benyttet i denne oppgaven

<b>SCT</b>	Somatisk celletall.
<b>MB</b>	Møkkete bakbein; “separate or continuous plaques of dirt above the coronary band (Welfare Quality Network, 2009).”
<b>MJ</b>	Møkkete jur; “distinct plaques of dirt on udder or any dirt on or around the teats (Welfare Quality Network, 2009).”
<b>Rent jur</b>	«No dirt or minor splashing other than on teats (Welfare Quality Network, 2009).”
<b>Rene bakbein</b>	“No dirt or minor splashing (Welfare Quality Network, 2009).”
<b>SM</b>	Subklinisk mastitt; inflammasjon av jurkjertel, som ikke er visuelt synlig. (IDF, 2011).
	I denne oppgaven defineres subklinisk mastitt som melkeprøver med somatisk celletall > 400 000 c/ml. Dette er med utgangspunkt i Welfare Quality sin definisjon av subklinisk mastitt (Welfare Quality Network, 2009).
<b>Mastitt</b>	Inflammasjon i en eller flere jurkjertler, som regel forårsaket av patogener (IDF, 2011).
<b>Infeksjon</b>	Invasjon av og formering av patogene mikroorganismer i en kroppsdel eller vev, som fører til vevsskade og synlige

sykdomstegn via en variasjon av cellulære eller toksiske mekanismer (IDF, 2011).

**Inflammasjon** Lokalisert beskyttelsesreaksjon av vev, som følge av irritasjon, skade eller infeksjon. Karakteriseres av kardinalsymptomer; smerte, varme, rødme, hevelse og i noen tilfeller nedsatt funksjonsevne (IDF, 2011).

**Møkk** Avføring

**c/ml** Celler per milliliter.

**DIM** Dager i melk; dager inn i laktasjon.

**Laktasjonsnummer** Antall laktasjonssykluser, basert på antall kalvinger.

**Tomgangsmelking** Videre utmelking etter at kjertelen er tom.

**Avviksmelk** Omtales også som «unormal melk» på Tines nettsider.

**Årsku** Antall årskyr beregnes ved å legge sammen antall dager hver ku har vært i besetningen etter kalving, legge disse sammen, for så å dele tallet på 365.

## Innledning

En stor utfordring for norske melkeprodusenter er å sikre at melka som produseres er av god kvalitet. Kvaliteten på melka som produseres er sentral, både for produsentens økonomi, og for ystekvalitet og utbyttet for meieriet som skal foredle melka. For å vurdere melkekvaliteten er somatisk celletall (SCT) en sentral parameter, som oppgis som antall celler per milliliter melk. Dette tallet er et mål på grad av inflammasjonsrespons i melkekjertelen, og kan knyttes opp til prevalens av subklinisk mastitt (SM) i en besetning. En grunn til høyt celletall, SM og

dårlig melkekvalitet kan være bakteriell infeksjon i jurkjertelen. Bakterier trives i fuktige og møkkete omgivelser (Manyi-Loh et al., 2016). En kan derfor tenke seg at møkkete kyr vil være eksponert for flere bakterier enn rene kyr. Spesielt møkk i nærheten av speneåpningen, slik som på bakben og jur, kan derfor medføre en økt risiko for at kyr utvikler SM. TINE oppgir at det viktigste utgangspunktet for god jurhelse er en «ren og robust» ku (Tine Rådgiving, 2023). Begrepet «robust» baserer seg på mange ulike faktorer som vi ikke har fokusert på i denne oppgaven. Renhet, derimot, blir diskutert i denne oppgaven og tatt høyde for i våre undersøkelser. Vi ønsker å se om prevalensen av møkkete kyr og prevalensen av SM er assosiert i norske melkekubesetninger.

Utviklingen i norsk melkeproduksjon i dag er at besetningene blir større, det blir flere fjøs med automatiske melkesystemer (AMS), og det blir færre fjøs der bonden vasker jur og setter på melkeorganet selv (TINE, 2023c). Dette medfører at rengjøring og tømming av juret blir overlatt til automatiske prosesser i roboten, og at produsenten bruker mindre tid på direkte observasjon og vurdering av juret. Derfor ønsker vi også å se på om valg av melkesystem har noe å si for prevalens av SM, og om økende besetningsstørrelse er assosiert med en økning i prevalensen av SM.

## **Fremtidens melkeproduksjon i Norge**

Ifølge statistisk sentralbyrå har antall jordbruksbedrifter med melkekyr gått i fra å være 20493 i år 2000, til 6734 i 2022. Samtidig har besetningsstørrelsen gått fra å være i gjennomsnitt 14,4 melkekyr i år 2000, til å være på 31,3 melkekyr i 2022. (Sentralbyrå, 2023).

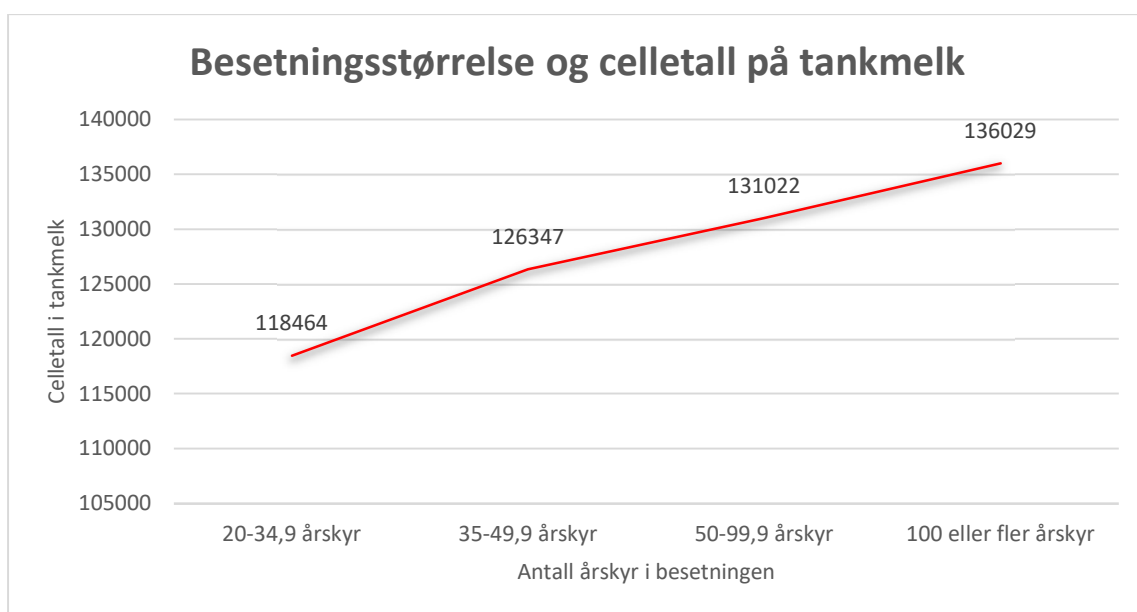
Løsdriftskravet, som gjelder fra 2034, bidrar til at norsk melkeproduksjon er i endring, der produsenter med båsfjøs enten legger ned eller bygger om for å tilpasse seg løsdriftskravet. I

2022 var 70,9 % av norske melkekyr i løsdriftsfjøs, og 29,1 % av kyr i båsfjøs. Likevel anvender fortsatt 40,9 % av norske melkebesetninger båsfjøs (TINE, 2023c). I dag benytter 39,1 % av norske melkeprodusenter AMS, mens 10,8 % benytter melkestall (TINE, 2023c). Overgang til AMS er en stor investering. En melkerobot har normalt kapasitet til å melke 60 kyr i døgnet (Malacco, 2022), så for å få god økonomi i drifta faller ofte anskaffelse av AMS sammen med en økning i besetningsstørrelse. Dette fører til at det hvert år blir totalt sett færre norske melkebesetninger, samtidig som gjennomsnittsstørrelsen på de gjenværende besetningene går opp. Hvert år blir det også flere besetninger med AMS.

En klar fordel med AMS er at den melker hver kjertel hver for seg. En vil dermed unngå tomgangsmelking, noe som kan føre til slitasje på spenetuppen og predisponere for mastitt (Norstebo et al., 2018). En unngår også tilbakespyling av melk i melkeorganet, som kan oppstå ved vakuumsvingninger i et konvensjonelt melkeanlegg (Norstebo et al., 2018). En annen fordel er at i AMS kan kyrne melkes oftere. Dette fører til at kjertelen tømmer seg oftere, reduserer melkespreng og melkelekkasje. Melkeroboten kan også overvåke konduktivitet og/eller celletall i melka (Reksen, 2022), og dermed oppdage subkliniske mastitter på et tidligere tidspunkt enn det bonden ville klart selv. En ulempe ved AMS er at en ikke kan melke kyr som er mulige smittebærere separat eller til slutt. Dette stiller store krav til vask av roboten mellom melkinger, og det er derfor mulig å be om ekstra vask av melkeorganet etter at ei ku med påvist mastittagens har blitt melket. Når all jur- og spenevask utføres av roboten, krever dette at roboten er riktig innstilt for å forhindre infeksjon av juret. Dessuten er det en forutsetning at produsenten følger anbefalt serviceintervall på roboten, og oppdager eventuelle alarmer/varsler om avvik raskt.



Utover de teoretiske fordelene og ulempene ved AMS, viser data fra husdyrkontrollen i 2022 at andelen behandlinger for klinisk mastitt er lavere i løsdriftsbesetninger med AMS (30,0 % av alle behandlinger), kontra løsdriftsbesetninger med manuell melking (37,8 % av alle behandlinger) (TINE, 2023c). Tines årsrapport fra 2022 viste en tilnærmet lineær korrelasjon mellom besetningsstørrelse og forøkt tankcelletall, se Figur 1 (TINE, 2023c). Om det derfor er høyere prevalens av subklinisk mastitt (SM) i større besetninger, er derimot usikkert.



Figur 1: SCT i tankmelk og besetningsstørrelse i norske melkekubesetninger. Data hentet fra statistikksamling fra Kukontrollen (TINE, 2023c).

## Hva er somatisk celletall?

Somatiske celler er celler i melkesekretet som stammer fra kua. Dette er i hovedsak leukocytter og løsnede epitelceller fra kjertelvevet og melkegangene. Celletallet i en frisk kjertel vil normalt bestå av 75 % leukocytter og 25 % epitelceller (Sharma et al., 2011). I en frisk kjertel vil SCT være under 100 000 c/ml (Tine Rådgiving, 2023). TINE oppgir at normalt celletall hos en frisk ku under norske forhold er mellom 10 000 og 50 000 c/ml

(TINE). Gjennomsnittlig celletall på levert tankmelk for hele landet var på 113 000 c/ml i 2022 (TINE, 2023c). SCT over 100 000 c/ml på individnivå vil indikere at det er en inflammasjonsrespons i jurvevet (Tine Rådgiving, 2023). En inflammasjonsrespons kan bli igangsatt som en respons på infeksiose agens (bakterier, virus, sopp), men kan også være en respons på skade av jurvevet – for eksempel ved traume eller fysisk irritasjon av jurvevet (Tine Rådgiving, 2023).

### **Cellenes rolle i forsvaret av juret**

Tradisjonelt sett har melken som produseres i en frisk ku sine melkekjertler blitt sett på et sterilt sekret, og en har tenkt at jurets forsvarsmekanismer opprettholder denne steriliteten. Nye studier sår tvil om denne dynamikken, da en har funnet at friske jur er kolonisert av en rekke forskjellige kommensale bakterier (Derakhshani et al., 2018). Likevel er jurets forsvarsmekanismer viktige for å hindre at opportunistiske eller patogene bakterier introduseres til melkekjertelen (Derakhshani et al., 2018). Jurets første forsvarsmekanisme er huden, som dekker jur og spener, og virker som en fysisk barriere mot miljøet. Sår og sprekker i spenehuden vil kunne gi grobunn for bakterier som potensielt kan infisere juret (Tine Rådgiving, 2023).

Spenen, inkludert speneåpningen og spenekanalen, er andre linje i jurets forsvar.

Speneåpningen er en del av jurets fysiske forsvar, og åpner seg ved melking og forblir normalt lukket mellom melkingene. Denne mekanismen styres av glatt muskulatur i spenesfinkterene. Speneåpningen spiller dermed en nøkkelrolle i å hindre bakterier adgang til juret mellom melking, og elastisiteten og integriteten til denne er viktig for god jurhelse (Sordillo et al., 1997). Uheldig belastning av spenen ved melking som feil vakuumentrykk på

melkemaskinen eller mye tomgangsmelking er faktorer som kan bidra til at huden på spenetuppen og spenesfinkteren ikke danner en tett barriere mot omgivelsene. Spenekanalen er også dekket av keratin som danner et nettverk av proteiner og antimikrobielle substanser som skal hindre bakterier videre inngang til melkekjertelen (Sordillo et al., 1997).

Cellulært forsvar er tredje linje i forsvaret av juret. Ved bakteriell infeksjon i jurkjertelen vil den naturlige kkommensalfloraen forstyrres, og bakteriefloraen vil domineres av en, eller et fåtall, patogene bakterierarter (Derakhshani et al., 2018). Vevsskade og bakterieprodukter vil lede til utskillelse av inflammasjonsmediatorer, som vil føre til inflammasjon i jurvevet (mastitt) (Sordillo et al., 1997). SCT vil kunne øke til over 1 000 000 c/ml i løpet av få timer (Sharma et al., 2011). Økningen skyldes i stor grad tilstrømmende nøytrofile granulocytter fra blodet. Disse vil kunne utgjøre ca. 90 % av SCT. Nøytrofile granulocytter vil forsøke å fagocyttere, og drepe patogenene (Sordillo et al., 1997). En slik inflammasjonsrespons kan bekjempe det infeksjøs agenset, og inflammasjonsresponsen vil da gå tilbake. Dersom denne inflammasjonsresponsen følges av makroskopiske tegn på inflammasjon klassifiseres mastitten som en klinisk mastitt (se beskrivelse i tabell 2). Dersom den ikke gjør det klassifiseres mastitten som subklinisk (se beskrivelse i tabell 2). Dersom bakterien overlever, vil inflammasjonsprosessen kunne fortsette, og utvikle seg til en kronisk mastitt (se beskrivelse i tabell 2). Melkekjertel-parenkymet kan følgelig skades, og permanent påvirke kjertelens evne til å produsere melk (Sharma et al., 2011).

*Tabell 2: Inndeling og definisjoner av mastitt-tilstander*

<b>Subklinisk mastitt</b>	Inflammasjon av jurkjertelen, som ikke er visuelt synlig. Diagnostiseres oftest ved hjelp
---------------------------	---

	<p>av celletallsmålinger.</p> <p>Subklinisk mastitt er den mest forekommende lidelsen hos melkekyr (IDF, 2011). Ingen synlige kliniske tegn på mastitt, men pH og celletallsmålinger kan være endret (Reksen, 2022). SCT &gt; 200.000 c/ml (TINE, 2023c).</p>						
<b>Klinisk mastitt</b>	<p>Inflammasjon av juret, som karakteriseres av synlige endringer i melka og/eller i juret. Alvorlighetsgraden av klinisk mastitt inndeles slik: mild, moderat og alvorlig klinisk mastitt (IDF, 2011).</p>						
	<table border="1"> <tr> <td><u>Mild klinisk mastitt</u></td> <td>Synlige forandringer i melkesekret, med svake eller ingen tegn til hevelse i jurkjertelen eller systemisk sykdom (IDF, 2011).</td> </tr> <tr> <td><u>Moderat klinisk mastitt</u></td> <td>Synlige forandringer i melkesekretet, med hevelse i den affiserte jurkjertelen, uten tegn til systemisk sykdom (IDF, 2011).</td> </tr> <tr> <td><u>Alvorlig klinisk mastitt</u></td> <td>Inflammasjon av juret, karakterisert av akutt inntreden, med alvorlige lokale og systemiske symptomer (IDF, 2011).</td> </tr> </table>	<u>Mild klinisk mastitt</u>	Synlige forandringer i melkesekret, med svake eller ingen tegn til hevelse i jurkjertelen eller systemisk sykdom (IDF, 2011).	<u>Moderat klinisk mastitt</u>	Synlige forandringer i melkesekretet, med hevelse i den affiserte jurkjertelen, uten tegn til systemisk sykdom (IDF, 2011).	<u>Alvorlig klinisk mastitt</u>	Inflammasjon av juret, karakterisert av akutt inntreden, med alvorlige lokale og systemiske symptomer (IDF, 2011).
	<u>Mild klinisk mastitt</u>	Synlige forandringer i melkesekret, med svake eller ingen tegn til hevelse i jurkjertelen eller systemisk sykdom (IDF, 2011).					
	<u>Moderat klinisk mastitt</u>	Synlige forandringer i melkesekretet, med hevelse i den affiserte jurkjertelen, uten tegn til systemisk sykdom (IDF, 2011).					
<u>Alvorlig klinisk mastitt</u>	Inflammasjon av juret, karakterisert av akutt inntreden, med alvorlige lokale og systemiske symptomer (IDF, 2011).						
<b>Kronisk mastitt</b>	<p>Persisterende inflammasjon av juret. Kronisk mastitt kan være</p>						

	klinisk eller subklinisk (IDF, 2011). Normal allmennstilstand.
--	--

### **Celltall, melkemengde og melkekvalitet**

Siden SCT er en indikator på inflammasjon i melkekjertelen, vil stigende SCT påvirke melkekvaliteten, ettersom inflammasjonsresponsen kan skade melkekjertelparenkymet, og forhindre biosyntese av fett, melkeprotein og laktose (Bobbo et al., 2016). Endringen i melkekvalitet skyldes også at membranpermeabiliteten i melkekjertelens cellemembraner endres, slik at melkesekretet blandes med betennelseseksudat fra blodet (Bobbo et al., 2016). Studier har vist at stigende celltall kan korrelere lineært negativt med melkemengde (Koldewey et al., 1999), samt at melk med høyt SCT har lavere innhold av laktose, men høyere innhold av mineraler (Bobbo et al., 2016). Den fagocytterende evnen til de nøytrofile granulocytene gjør at melkeproteinet ødelegges. Samtidig fører inflammasjonen til at innholdet av proteiner fra sirkulasjonen, som immunoglobuliner og albumin, stiger. Dermed synker ikke totalprotein i melka i like stor grad (Bobbo et al., 2016). Melk med høyt celltall har høyere pH enn melk med lavt celltall, noe som påvirker koaguleringsprosessen i melka negativt (Bobbo et al., 2016). Den samlede effekten av redusert melkekvalitet fører til at meieriene får nedsatt ystekvalitet og redusert utbytte av melka (Bobbo et al., 2016).

### ***Andre faktorer som påvirker celltallet***

Mastitt er den vanligste grunnen til økning i SCT (IDF, 2013). Siden SCT likevel kan variere uten at det trenger å være på grunn av mastitt, vil vi nå gi en kort oppsummering av andre faktorer som kan føre til fluktuasjoner i celltallet.

Nivået av SCT varierer avhengig av hvor kua befinner seg i laktasjonen. Generelt er SCT fysiologisk forhøyet i dagene etter kalving, i en periode på fem dager til to uker (I.R. Dohoo, 1982). SCT er lavest når kua er i topp- til midtlaktasjon, for så stige sakte fram mot avsining, (IDF, 2013). SCT stiger i takt med stigende laktasjonsnummer (Harmon, 1994), men denne stigningen er ikke signifikant hos kyr som ikke er infiserte. SCT varierer også gjennom årstidene, og er høyest om sommeren, og lavest i vintermånedene (Olde Riekerink et al., 2007). Andre faktorer som kan føre til økninger i SCT er tilstedeværelse av systemisk sykdom, genetik, fysisk traume og stress (IDF, 2013). SCT vil også variere i løpet av en utmelking, og melkeprøver tatt før og etter tømning av kjertelen vil ha høyere SCT enn en samleprøve fra individet. Dessuten kan SCT også variere fra melking til melking, uten at denne variasjonen kan forklares av infeksjon eller andre kjente faktorer (Nørstebø et al., 2019). Nørstebø et al. fant i 2019 at faktorer som alder, laktasjonsstadium, bakteriologi mm. Forklarer 15 % av variasjonen i celletall hos kyr med SM, men at dersom man tar hensyn til individet i disse beregningene, kan man forklare inntil 55 % av variasjonen i celletall (Nørstebø et al., 2019).

## **Bakteriene som forårsaker mastitt under norske forhold**

Kyr i fjøs med møkkete liggebåser og drivganger vil bli møkkete. Dyr med møkkete jur vil være eksponert for en større mengde bakterier i og rundt åpningen av spenekanalen, siden bakterier trives godt i møkk (Manyi-Loh et al., 2016). En kan derfor tenke seg at kyr med møkkete jur vil ha en større risiko for infeksjon med mastittbakterier, og derfor ha større risiko for å utvikle mastitt. Vi vil nå ta for oss de viktigste bakteriene som forårsaker mastitt under norske forhold.

De miljøbetingede mastittbakterieriene har sitt reservoar i miljøet, og forekommer spesielt ved uhygieniske miljøforhold. En rekke forskjellige bakterier kan forårsake miljøbetinget mastitt, og noen av de viktigste under norske forhold er koliforme bakterier, *Streptococcus uberis*, og *Trueperella pyogenes* (Reksen, 2022). Koliforme bakterier er bakterier som alltid finnes i store mengder i møkka, for eksempel *E. coli* og *Klebsiella spp.* I motsetning til disse bakteriene, har smittsomme mastittbakterier blant annet sitt reservoar i juret og på spenehuden (Radostits, 2007). De vanligste, patogene smittsomme mastittagensene under norske forhold i dag er *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae* og *Streptococcus agalactiae* (Reksen, 2022). Disse har sitt reservoar i jurkjertelen, og smitter fra ku til ku gjennom melkeapparat, spenevask eller ved hjelp av mekaniske vektorer, som fluer (Reksen, 2022).

TINEs Mastittlaboratorium i Molde utfører bakteriologisk analyse av speneprøver som tas av norske melkekyr. TINE anbefaler å ta speneprøver av alle melkekyr med celletall over 100 000 c/ml ved avsining, og av alle kliniske mastitter (Tine Rådgiving, 2023). Svaret på disse prøvene vil dermed gi en pekepinn på hvilke bakterier som forårsaker mastitt, klinisk og subklinisk. Svarene vil også gi innsikt i hvilke agens som forekommer i besetningene og på nasjonalt nivå. De vanligste bakteriefunnene på alle speneprøver tatt i 2020 kan sees i Tabell 3, vanligste bakteriefunn fra kjertler med kliniske symptomer kan sees i Tabell 4 (TINE, 2020).

Tabell 3: Bakteriologiske funn fra speneprøver analysert ved mastittlaboratoriene i Norge i 2020.

Bakterie	Prosent av positive funn på alle speneprøver tatt
<i>KNS</i>	34,2 %
<i>S. aureus</i>	24,5 %
<i>S. dysgalactiae</i>	13,0 %
<i>S. uberis</i>	8,4 %

Tabell 4: Bakteriologiske funn fra enkeltspenepøver hvor det er registrert kliniske symptomer fra kjertler, eller det er registrert behandling generelt; analysert ved alle mastittlaboratorier i Norge i 2020.

Bakterie	Prosent av positive funn fra kjertel med kliniske symptomer
<i>S. aureus</i>	27,5 %
Koliforme bakterier	19,6 %
<i>S. dysgalactiae</i>	10,1 %
<i>T. pyogenes</i>	8,4 %
<i>S. uberis</i>	7,0 %
KNS	5,4 %

Grunnet at denne oppgaven tar for seg hvordan prevalensen av møkkete jur (MJ) og møkkete bakbein (MB) er assosiert med prevalensen av subklinisk mastitt (SM), er fokuset i neste avsnitt på de miljøbetingede bakteriene.

Vi ser at KNS er den hyppigste bakterien å finne i spenepøver med positivt bakteriesvar. Vi ser likevel at spenepøver tatt i fra kjertler med kliniske tegn kun påviser denne bakterien i 5,4 % av prøvene. KNS er en gruppe stafylokokker som lever på hudoverflaten av mennesker og dyr, og er vanligvis lite patogene (Dalen et al., 2019). Bakteriene anses som opportunistiske patogener, og gir som regel subkliniske mastitter eller milde kliniske mastitter. Bakteriene er ikke regnet for å være spesielt smittsomme. Infeksjon med KNS er ofte selvhelbredende (Pyorala and Taponen, 2009).

*S. uberis* forekommer overalt i miljøet, i tarm, på slimhinner og hud hos kyr. Infeksjon er ofte knyttet til dårlige miljøforhold ved kalving, eller ved avsining (Blowey and Edmondson, 2010). Infeksjonen er ofte kortvarig, men kan gi kliniske symptomer. Infeksjoner kan også være subkliniske og selvhelbrede. Selv om bakterien regnes som miljøbetinget, kan den gi



kroniske infeksjoner, der bakterien vil persistere i jurvevet, og fungere som reservoar for bakterien, og dermed ha lignende egenskaper de smittsomme mastittbakteriene har (Blowey and Edmondson, 2010).

Koliforme bakterier er miljøbetingede mastittbakterier som smitter ved kontakt mellom spene og møkkete underlag. Disse oppstår oftest rundt kalving, siden immunsystemet til kua da vil være svekket. Infeksjon med disse bakteriene vil som regel være akutt og kortvarig. Kroniske og subkliniske infeksjoner er ikke typisk (Reksen, 2022).

Den mest typiske miljøbetingede bakterien som forårsaker SM, er *S. uberis*. Likevel er det viktig å huske på at inndelingen av mastittbakterier i miljøbetingede og smittsomme er en noe kunstig inndeling, og det kan ikke utelukkes at bakterier som regnes som smittsomme også vil kunne smitte via miljøet. For å kartlegge hvilken betydning møkkete omgivelser kan ha i utvikling av SM hos norske melkekyr, ønsker vi i denne oppgaven å undersøke assosiasjonen mellom møkkete bakbein (MB), møkkete jur (MJ) og subklinisk mastitt (SM).

### **Økonomiske konsekvenser av høyt celletall**

Siden melk produsert av kyr med subklinisk mastitt (SM) har høyt celletall, og dermed er av dårligere kvalitet, får også produsenten mindre betalt ved levering av denne melka. Vi vil derfor gi en innføring hvordan TINE beregner tap på grunn av mastitt (mastittøkonomi) og TINES nye betalingsregelverk (pr. 1. januar 2023).

### **Mastittøkonomi**

Tine beregner mastittøkonomi ut fra mastittkostnader (i øre per liter), tap av elitemelk, produksjonstap på grunn av høyt celletall, ikke-levert melk på grunn av mastittbehandlinger, antall mastitter og antall utrangerte dyr på grunn av høyt celletall. Av alle behandlinger registrert i Kukontrollen, er 1/3 av disse mastittbehandlinger (TINE, 2023c). I og med at mastittbehandlinger er en del av regnestykket for mastittøkonomi, vil en reduksjon i antall mastittbehandlinger føre til bedre økonomi for produsenten.

Tines årsrapport fra 2022 viser at av alle NRF-kyr som ble utrangert i Norge, var 8,4 % av disse grunnet høyt celletall, og 5 % grunnet «annet jurproblem». Fylkene i Norge med høyest prevalens av utrangerte dyr grunnet høyt celletall var Rogaland og Viken/Oslo. Andelen av alle individuelle melkeprøver registrert i Kukontrollen med SCT > 200 000 c/ml var i 2022 18,5 % (TINE, 2023c).

Gjennomsnittlig hadde norske melkekubesetninger et tap på 10,4 øre/L melk grunnet jurhelse i 2022 (TINE, 2023c). Dette tilsvarer et beregnet gjennomsnittlig økonomisk tap på var 17.008 kr per besetning, og 554 kr per årsku (TINE, 2023c).

### **Beregning av melkepris**

Melkeprisen som produsenten får utbetalt er avhengig av blant annet målpris (vedtas av Stortinget ifm. jordbruksforhandlingene) og basispris (målprisen minus diverse kostnader). Egenskaper/nivåer som blir vurdert i forbindelse med utregning av kvalitetstilskudd er blant annet celleantall, bakterieantall, sporer og nivå av frie fettsyrer. Høyt celletall vil dermed kunne føre til en reduksjon i det produsenten får betalt for melka.

### ***Tilleggsbetaling***

Tine opererte, fram til 1. januar 2023, med fire kvalitetsklasser for levert melk; elitemelk, første klasse, andre klasse og tredje klasse. Mellom de ulike klassene var det et «prishopp» på inntil 75 øre/L (Tine Råvare, 2021). Melkeleveranser med somatisk celletall  $\leq 100\ 000$  c/ml gir nå, per 2023, et tillegg på 6 øre/L (TINE, 2023a).

### ***Trekk i melkepris for avviksmelk***

Avviksmelk er melk som ikke er egnet til konsum eller foredling. Dette er en fellesbetegnelse på melk som ikke kan brukes på meieriet. Klassifiseringen kan skyldes høyt celletall, høyt bakterietall, mistanke og medisinrester i melka, avvik på smak og/eller lukt og påvisning av fremmedlegemer i melka (TINE, 2020).

Levering av melk med somatisk celletall  $\geq 350\ 000$ /ml gir et trekk på 94 øre/L melk, og levering av melk med somatisk celletall  $\geq 400\ 000$ /ml gir et trekk på 110 øre/L (TINE, 2023a). I 2019 hadde Tine 516 tilfeller av avviksmelk hos sine produsenter.

Leveranse av avviksmelk med påvisning av medisinrester fører til en bot på 10 000 kr. All annen avviksmelk som leveres ilegges en bot på 5000 kr. Dersom samme produsent leverer melk med medisinrester mer enn én gang i løpet av 12 måneder, vil hen ilegges en bot på 25 000 kr.

### ***Stopp i henting av melk***

Tine har to reaksjonsformer som trer i kraft som den ytterste konsekvensen av dårlig melke kvalitet. Begge disse angår stopp i henting av melk. **Hentekarantene** er et tidsavgrenset opphold i levering, med den hensikt å raskt kunne stoppe levering av melk med alvorlig kvalitetsavvik. Det tillates maksimalt én hentekarantene per produsent, per 12 måneders periode. **Hentestopp** iverksettes dersom produsenten ikke har rettet opp alvorlige kvalitetsavvik innen rimelig tid, eller dersom produsenten leverer avviksmelk ved to påfølgende leveranser (TINE, 2023b). Alvorlige kvalitetsavvik på melka kan altså ha svært store konsekvenser for produsenten, og derfor er melke kvalitet et sentralt fokusområde i norsk melkeproduksjon.

### **Relevant tidligere forskning**

I 1997 fant Valde et al. at norske melkebesetninger som scoret dårligere på en visuell besetningsvurdering av renhet basert på ett besøk hadde signifikant høyere geometrisk celletall på tankmelken i løpet av en 12 måneders periode. Denne studien sammenlignet helsevariabler mellom besetninger med båsfjøs og løsdrift, og besetningene hadde en gjennomsnittlig besetningsstørrelse på 18,1 kyr (Valde et al., 1997). En amerikansk studie fra 2003 brukte individbaserte målinger (5 målinger på 2 måneder) av renhet på bein og jur, basert på en skala med fire nivå, og sammenlignet dette mot individuelle SCT-målinger fra de forrige månedene. Det ble også foretatt bakteriologisk dyrkning av melk fra alle kyr. Utvalget bestod av melkekyr på 9 gårder; totalt 1250 melkekyr. Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom hygienescore på bein og jur. Det ble også funnet en signifikant sammenheng mellom dårligere jurhygiene-score og høyere SCT. Det ble også funnet en sammenheng mellom lavere beinhygiene-score og høyere SCT, men denne var svakere enn for jurhygiene. Det ble også funnet en signifikant sammenheng mellom lavere jurhygiene-

score og forekomst av både smittsomme og miljøbetingede bakterier i melk. Den amerikanske studien konkluderte med at det var sammenheng mellom renheten hos kyr og prevalensen av subklinisk mastitt (Schreiner and Ruegg, 2003).

En svensk studie fra 2002 sammenlignet kyr fra samme besetning, som ble melket i AMS og melkestall, og fant at valg av melkesystem ikke hadde signifikant effekt på SCT i tankmelken eller på bakteriefunn fra speneprøver (Berglund et al., 2002). Når det gjelder melkesystemets betydning for prevalensen av møkkete jur, konkluderte en finsk studie fra 2005 med at AMS bare klarte rengjøre 50 % av spener som var klassifisert som veldig møkkete (Hovinen et al., 2005). Om dette kan være med å bidra til at kyr i AMS har høyere prevalens av MJ enn kyr i melkestall, er uvisst.

Hvorvidt det er positiv assosiasjon mellom besetningsstørrelse og prevalens av SM er noe usikkert. En norsk artikkel fra 1997 konkluderte med at større besetninger hadde høyere celletall enn små besetninger, samt at besetninger med høyere celletall hadde lavere melkeproduksjon (Valde et al., 1997). Dette understøttes av resultatene fra en nederlandsk studie, som hadde som mål å identifisere besetningsfaktorer som var knyttet til lavt, høyt og middels tankmelk-celletall. Denne studien fant at besetninger med middels og høyt SCT i gjennomsnitt hadde flere kyr enn de med lavt SCT. Likevel var det andre faktorer som var av større betydning for utvikling av høyt tankmelk-celletall (Barkema et al., 1998). Disse studiene sier ikke noe direkte om prevalensen av subklinisk mastitt i besetningene. Tall fra statistikkamlingen fra husdyrkontrollen i 2022 viser at større besetninger har et høyere tankmelk-celletall (Figur 1), men også at større besetninger har lavere prevalens av klinisk mastitt (TINE, 2023c).

For å oppsummere, viser studien til Schreiner og Ruegg at det er en sammenheng mellom MJ og utvikling av SM i et utvalg av amerikanske melkekubesetninger, men ingen har gjort en tilsvarende studie under norske forhold. Studien til Valde et al. undersøker ikke prevalens av SM, og benytter en mer generell vurdering av renhet enn den vi bruker i vår oppgave. Når det gjelder betydningen melkesystemet har på renhet og utvikling av SM, er det gjort lite forskning i Norge. Vi ønsker derfor å undersøke hvilken betydning det eventuelt kan ha. Vi har ikke funnet forskning som tilsier at økende besetningsstørrelse gir høyere prevalens av SM, men flere kilder oppgir at tankmelk-celletallet stiger ved økende besetningsstørrelser. Vi ønsker derfor å se på om det er en positiv assosiasjon mellom besetningsstørrelse og prevalens av SM.

## Formål

For å øke kunnskapen rundt hvilke faktorer som kan ha betydning for prevalensen av SM under norske forhold, ønsker vi å undersøke assosiasjonen mellom møkkete kyr og prevalensen av SM i norske melkebesetninger. Vi ønsker samtidig se på betydningen av besetningsstørrelse og melkesystem som faktorer assosiert med prevalensen av SM. Spesifikt ønsker å finne svar på følgende spørsmål:

- Hvor stor er prevalensen av kyr med MJ og MB i norske melkebesetninger?
- Er det assosiasjon mellom prevalens av kyr med MB og prevalens av kyr med MJ hos kyr i norske melkebesetninger?
- Er det assosiasjon mellom prevalens av kyr med MJ og prevalens av SM i norske melkebesetninger?

- Er det forskjell på renhet og celletall hos AMS-besetninger kontra melkestall-besetninger i Norge?
- Er det assosiasjon mellom økende besetningsstørrelse og prevalens av SM i norske melkebesetninger?

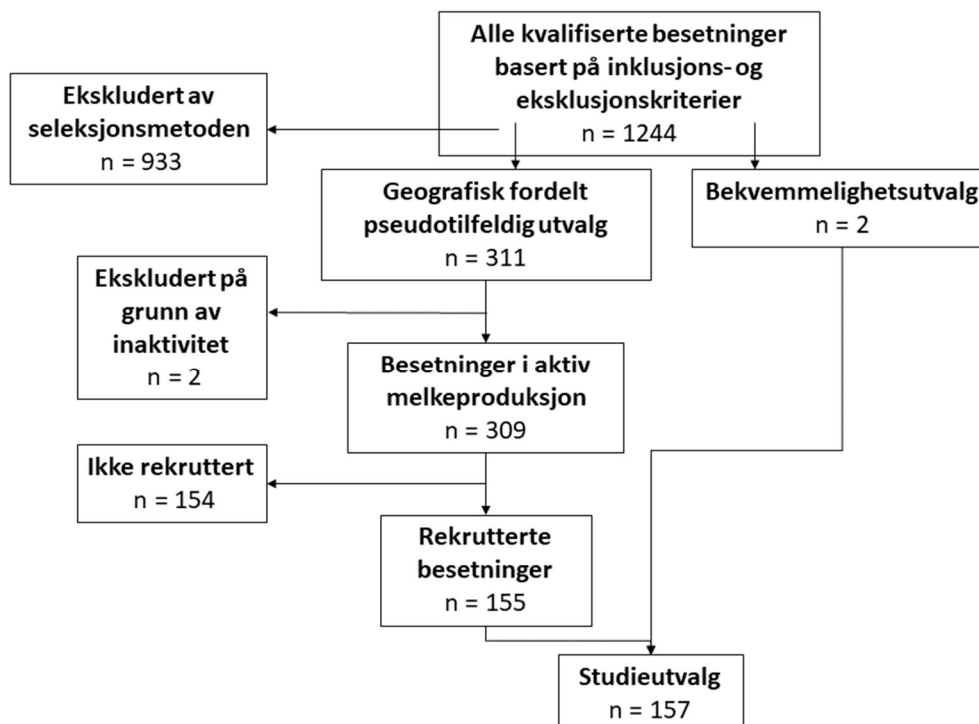
## Materialer og metoder

### Utvalg og rekruttering av besetninger

Alle besetningsdataene som er brukt i denne oppgaven er innhentet fra Kutrivsel-prosjektet, som skal kartlegge dyrevelferden i norske melkekubesetninger. Alle disse besetningene var ved utvalgstidspunktet medlem av Tine og Kukontrollen. Utvalget hadde som intensjon å gjenspeile fremtidens melkeproduksjon i Norge. Derfor inkluderte Kutrivsel-prosjektet kun besetninger med løsdrift, med en besetningsstørrelse på mellom 25 og 100 årskyr på utvalgstidspunktet. Utvalget ble gjort i desember 2020. På grunn av løsdriftskravet som trer i kraft i 2034 ble bås fjøs ekskludert fra studien. Alle utvalgsbesetningene er lokalisert sør for Nordland. Besetninger fra Nordland, Troms og Finnmark ble ekskludert på grunn av praktiske hensyn. Alle besetningene som ble besøkt, deltok frivillig.

En liste med besetninger som møtte inklusjonskriteriene i studien ble laget (n=1244), hvor besetningene ble listet etter produsentnummer. Deretter valgte vi ut hver fjerde besetning på lista. På grunn av at de fire første sifrene i produsentnummeret er knyttet til geografisk lokalisering, ga dette utvalget et utvalg som er geografisk representativt for melkebesetningene som møtte inklusjonskriteriene. Etter ekskludering av to besetninger som ikke lengre produserte melk, satt vi igjen med et utvalg av 309 besetninger. Alle disse produsentene ble kontaktet via e-post fra TINE, med informasjon om prosjektet og et

spørreskjema som skulle avdekke om produsenten var interessert i å delta i prosjektet. I områder med lav rekruttering gjennom spørreskjemaet, ble produsenter kontaktet og forsøkt rekruttert via telefonsamtale. Målet var å få 50 % av utvalget på 309 besetninger til å delta, og å beholde en representativ geografisk fordeling. Protokollen som ble brukt for å se på dyrevelferden i melkekubesetninger heter Welfare Quality® Protocol, som også inneholder noen kriterier. To viktige kriterier er at besetningsbesøkene ikke skal finne sted før minst 28 dager etter rutinemessig klauvskjæring, samt at alle lakterende kyr skal være inne i fjøset under hele besøket. Dette, i tillegg til andre praktiske hensyn, gjorde at prosjektet til slutt satt igjen med 155 deltagende besetninger (Figur 2). Ytterligere to besetninger som oppfylte utvalgskriteriene, men som ikke var inkludert i den opprinnelige listen over utvalgte besetninger, ble også valgt ved bekvemmelighetsutvalg. Det totale antallet besetninger ble dermed 157 (Figur 2).



Figur 2: Flytskjema som viser kvalifiserte besetninger, eksklusjoner, og endelig studieutvalg i Kutrivselprosjektet og i denne oppgaven.



## Observatøropplæring

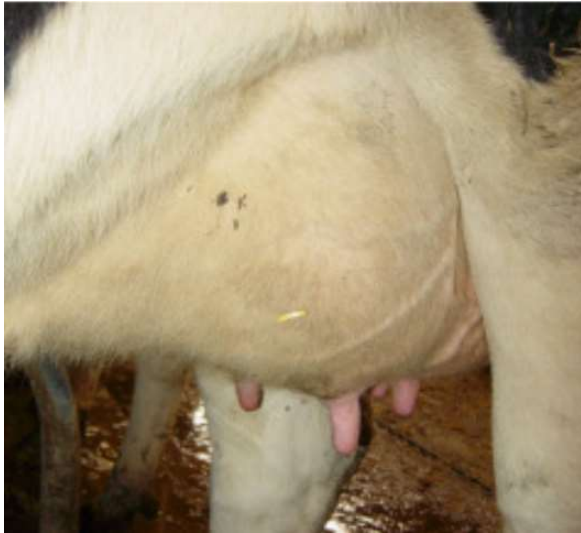
Besøkene ble utført av 6 ulike observatører, hvorav alle var sertifisert av Welfare Quality Network. Observatørene fikk tre dager med opplæring av en representant fra Welfare Quality Network i forkant av besøkene. Opplæringen ble avsluttet med en vurdering av samsvar mellom observatørene, ved hjelp av bilder, video og samsvarsanalyser. Hver observatør utførte ett besøk sammen med mer erfaren observatør, før vedkommende kunne utføre besøk på egenhånd.

## Datainnsamling

Welfare Quality®-besøkene hadde som mål å kartlegge dyrevelferden i hver enkelt besetning. Dermed ble mange aspekter av besetningen vurdert under besøkene. I denne fordypningsoppgaven brukes vurderingene fra besøkene som omhandler kyrnes renhet på distale bakbein og jur. Renheten ble vurdert hos hvert enkelt individ, ut ifra definisjoner i Welfare Quality® Assessment protocol for cattle (Welfare Quality Network, 2009):

- **Rent jur:** «No dirt or minor splashing other than on teats» (Figur 3).
- **Møkkete jur (MJ):** «Distinct plaques of dirt on udder or any dirt on or around the teats» (Figur 4).
- **Rene distale bakbein:** “No dirt or minor splashing” (Figur 5).
- **Møkkete distale bakbein (MB):** “Separate or continuous plaques of dirt above the coronary band» (Figur 6).

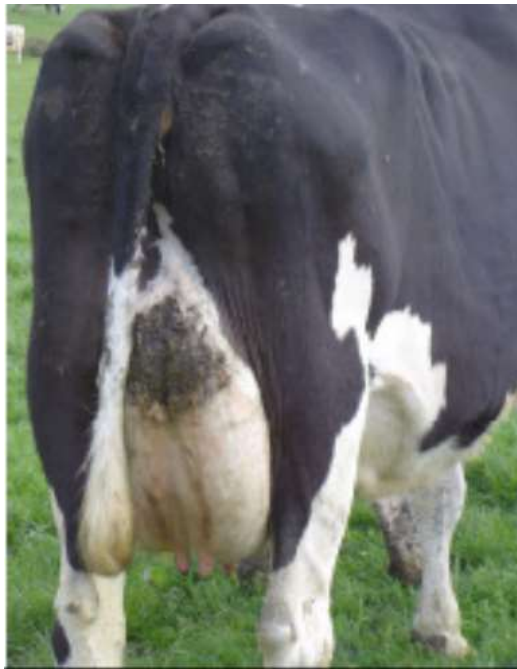
Deretter ble prevalensen av kyr med møkkete jur og møkkete bakbein i hver besetning regnet ut, til bruk i videre analyser.



*Figur 3: Eksempelbilde av rent jur (Welfare Quality Network, 2009)*



*Figur 5: Eksempelbilde av rene distale bakbein (Welfare Quality Network, 2009)*



*Figur 4: Eksempelbilde av møkkete jur (Welfare Quality Network, 2009)*



*Figur 6: Eksempelbilde av møkkete distale bakbein (Welfare Quality Network, 2009)*

Antall vurderte kyr i hver besetning ble bestemt på bakgrunn av antall kyr i besetningen

(Tabell 5) – denne tabellen er laget og validert av Welfare Quality®.

Tabell 5: Welfare Quality sin tabell om hvor mange dyr som må vurderes per besetning, basert på antall dyr i besetningen (Welfare Quality Network, 2009).

Besetningsstørrelse	Antall dyr som skal vurderes (forslag A)	Antall dyr som skal vurderes, dersom forslag A ikke er mulig
30	30	30
40	30	30
50	33	30
60	37	32
70	41	35
80	44	37
90	47	39
100	49	40
110	52	42
120	54	43
130	55	45
140	57	46
150	59	47
160	60	48
170	62	48
180	63	49
190	64	50
200	65	51
210	66	51
220	67	52
230	68	52
240	69	53
250	70	53
260	70	54

Besetningsbesøkene ble utført i tidsrommet april 2021 til januar 2022, i alle årets måneder unntatt februar, mars og juli. De fleste besøkene, 60,5 % (95/157), ble utført fra september til november, og alle besøk ble utført utenom beitesesongen. Besetningene var svært forskjellige i størrelse og utforming. Gjennomsnittsstørrelsen på besetningene var 51,9 kyr, mens medianen var på 50 kyr ved besøkstidspunktet. Den minste besetninga hadde 18 kyr, og den

største 117 kyr ved besøkstidspunktet. 17 av besetningene benyttet melkestall og 140 benyttet AMS.

I tillegg til tall om renhet, inkluderer denne oppgaven tall om prevalensen av kyr med celletall  $> 400\,000$  c/ml i minst én av de siste tre celletallsmålingene. Celletallsmålingene i datasettet er hentet fra Kukontrollen, og består av de siste husdyrkontrollprøvene for hvert individ som er sendt inn ved de tre siste prøvetakingstidspunktene i besetningen. Welfare Quality® har valgt dette som en robust indikasjon på andel av kyr i en besetning som har SM til enhver tid (Welfare Quality Network, 2009). Celletallsdataene ble regnet om til prevalens av kyr med minst én husdyrkontrollprøve på  $> 400\,000$  c/ml ved de tre siste prøvetakingstidspunktene. Denne prevalensen blir videre omtalt som prevalens av kyr med SM.

## **Bearbeiding og analyse av innsamlet data**

For hver av de 157 besetningene fikk vi utdelt informasjon om fylke, besøksdato, besetningsstørrelse (antall voksne kyr ved besøkstidspunkt), antall scorede dyr, melkesystem, prevalensen av kyr med MJ, prevalensen av kyr med MB, samt prevalensen av kyr med SM. All data ble deretter lagt inn i et samlet datasett i Microsoft Excel.

Først utførte vi beskrivende statistikk ved å lage histogrammer av følgende variabler: prevalens av kyr med MJ i besetningene i utvalget, prevalens av kyr med MB i besetningene i utvalget, og prevalens av SM i besetningene i utvalget. Dette ga oss informasjon hvordan variablene var fordelt blant besetningene. Vi brukte i tillegg Excel til å regne ut gjennomsnitt og median for variablene.

Deretter lagde vi to spredningsplot med variabelen «prevalens av SM» på y-aksen, der det ene hadde «prevalens av kyr med MB» på x-aksen, og det andre hadde «prevalens av kyr med MJ» på x-aksen. Vi la deretter til en trendlinje for assosiasjonen mellom MB/SM og MJ/SM. Vi så på ulike trendlinjer, og vi valgte den som ga oss høyest  $R^2$ -verdi. Trendlinjene vi benyttet var polynomer av 6. grad. For å få mest mulig informasjon i en figur, slo vi disse to figurene sammen til én figur, der punktene for de to ulike spredningsplotene hadde ulike farger. Denne figuren ga oss informasjon om hvorvidt prevalens av kyr med MB og MJ var assosiert med prevalens av SM i besetningene i utvalget.

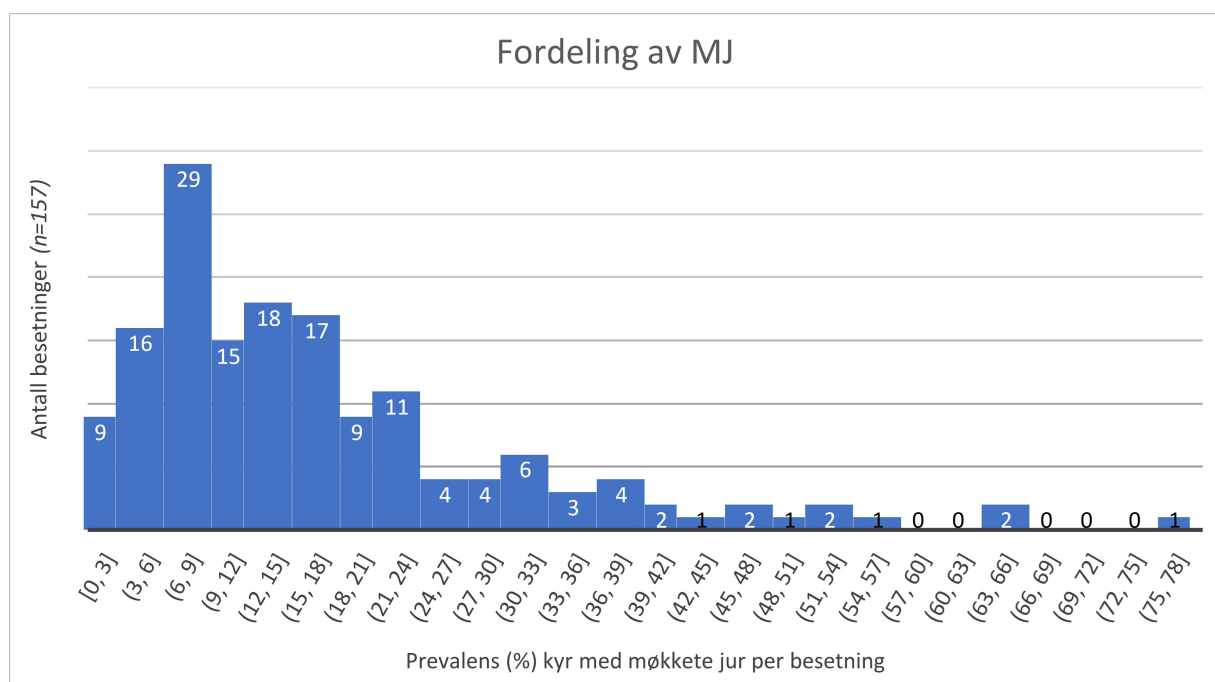
Videre lagde vi boksplokk for fordelingen av prevalens kyr med MB, MJ og SM i besetningene med AMS, og tilsvarende for besetningene med melkestall. Dette ga oss informasjon om hvorvidt fordelingen av disse variablene var forskjellige i besetninger med ulikt melkesystem.

Vi lagde også et histogram over besetningsstørrelse ved besøkstidspunkt, og et spredningsplot med besetningsstørrelse ved besøkstidspunkt på x-aksen, og prevalens av SM på y-aksen. Vi lagde deretter en trendlinje som viser assosiasjonen mellom variablene, denne var også 6. grads polynom. Dette spredningsplottet ga oss informasjon om hvorvidt besetningsstørrelsen var assosiert med prevalens av SM.

## Resultater

### Hva er prevalensen av kyr med møkkete jur og møkkete bakbein i norske melkebesetninger?

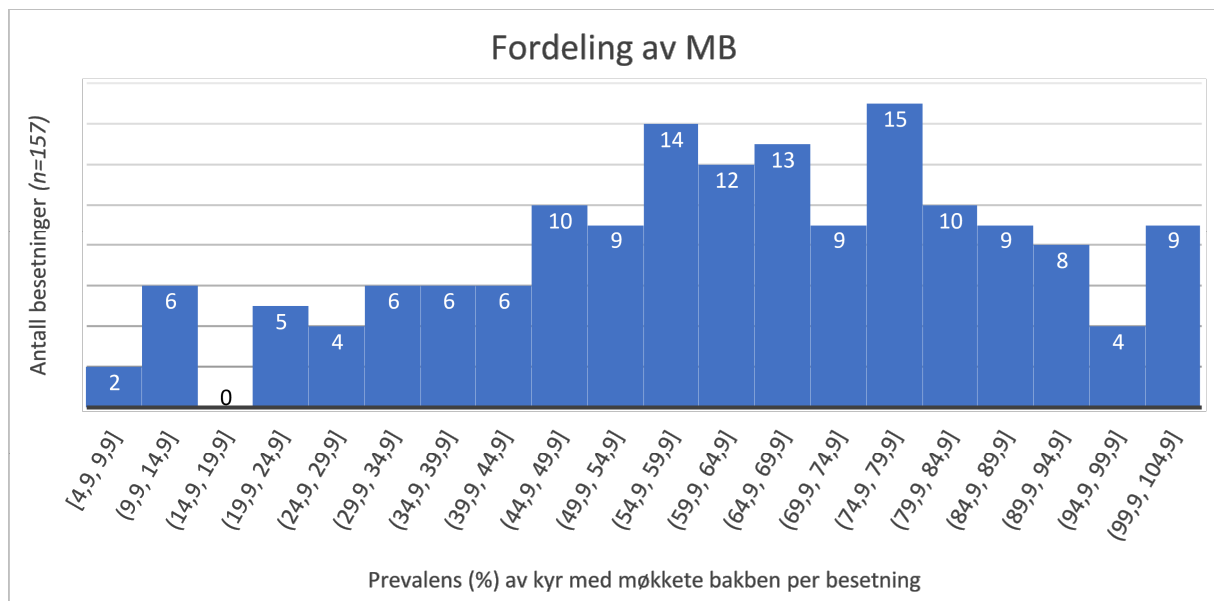
Gjennomsnittlig er prevalensen av kyr med MJ i besetningsutvalget 17,0 %, med en median på 13,3 %. I 6 (ca. 4 %) av besetningene var alle jurene rene. I besetningen med høyest prevalens av kyr med MJ, var 76,6 % av alle jur møkkete. I 124 av 157 besetninger (79,0 %) var prevalensen av MJ under 24 %. Figur 7 viser at det er stor variasjon i prevalensen av kyr med MJ i besetningene, men at i majoriteten av besetningene er de fleste kyrne rene på juret.



Figur 7: Histogrammet viser frekvensen av besetninger med prevalensen av kyr (%) med møkkete jur (MJ) per besetning.

Gjennomsnittlig er prevalensen av kyr med MB i utvalget 62,6 %. Medianen for prevalensen av kyr med MB i utvalget var 63,6 %. Ingen av besetningene i utvalget hadde bare kyr med

rene bakben. I besetningen med lavest prevalens, hadde 4,9 % av kyrne MB. I 9 av besetningene (ca. 6 %) hadde alle kyrne MB. 92 av de 157 besetningene (58,6 %) hadde mellom 44,9 % og 84,9 % kyr med MB. Fordelingen av prevalensen av kyr med MB i besetningene vises i Figur 8.

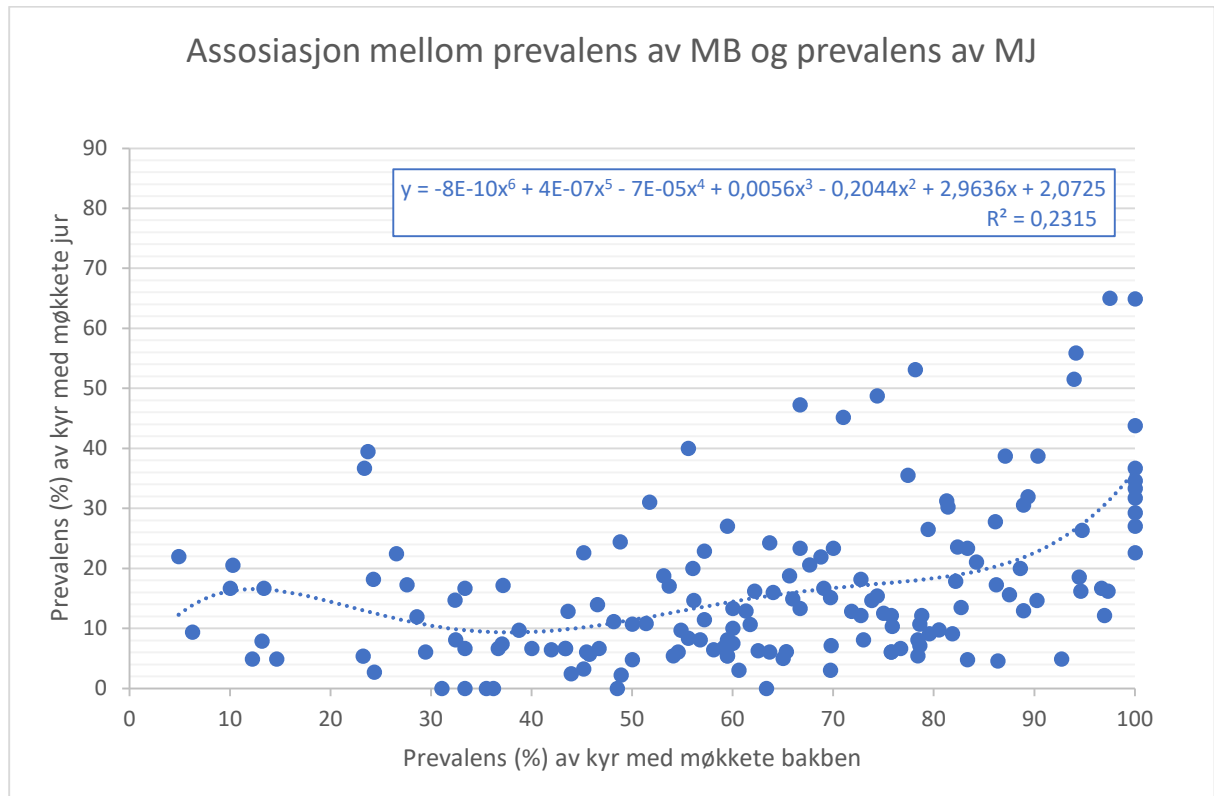


Figur 8: Histogrammet viser fordelingen av prevalensen (%) av kyr med møkkete bakben (MB) i besetningene.

## Er det assosiasjon mellom prevalensen av møkkete bakbein og møkkete jur hos kyr i norske melkebesetninger?

Assosiasjonen mellom prevalensen av MB og MJ kan sees i Figur 9. Vi ser at den tilpassede stiplede linja, som anslår assosiasjonen mellom de to variablene, er relativt lineær når en besetning har mellom 30-90 % MB (Figur 9). Innenfor samme område finner vi 75,8 % av besetningene. Når prevalensen av kyr med MB er under 30 %, ser det ikke ut som prevalensen av kyr med MB har noen positiv assosiasjon med prevalensen av kyr med MJ. Derimot ser man at assosiasjonen mellom de to variablene blir sterkere når prevalensen av kyr med MB

stiger over 90 %, og at kurven blir brattere.  $R^2$ -verdien på linjen er 0,2315 – som vil si at omtrent 23 % av variasjonen i dataene kan forklares av modellen.



Figur 9: Spredningsplottet viser assosiasjon mellom prevalensen av møkkete bakbein (%) og prevalensen av møkkete jur (%), med tilhørende tilpasset polynom regresjonskurve ( $n=157$ ).

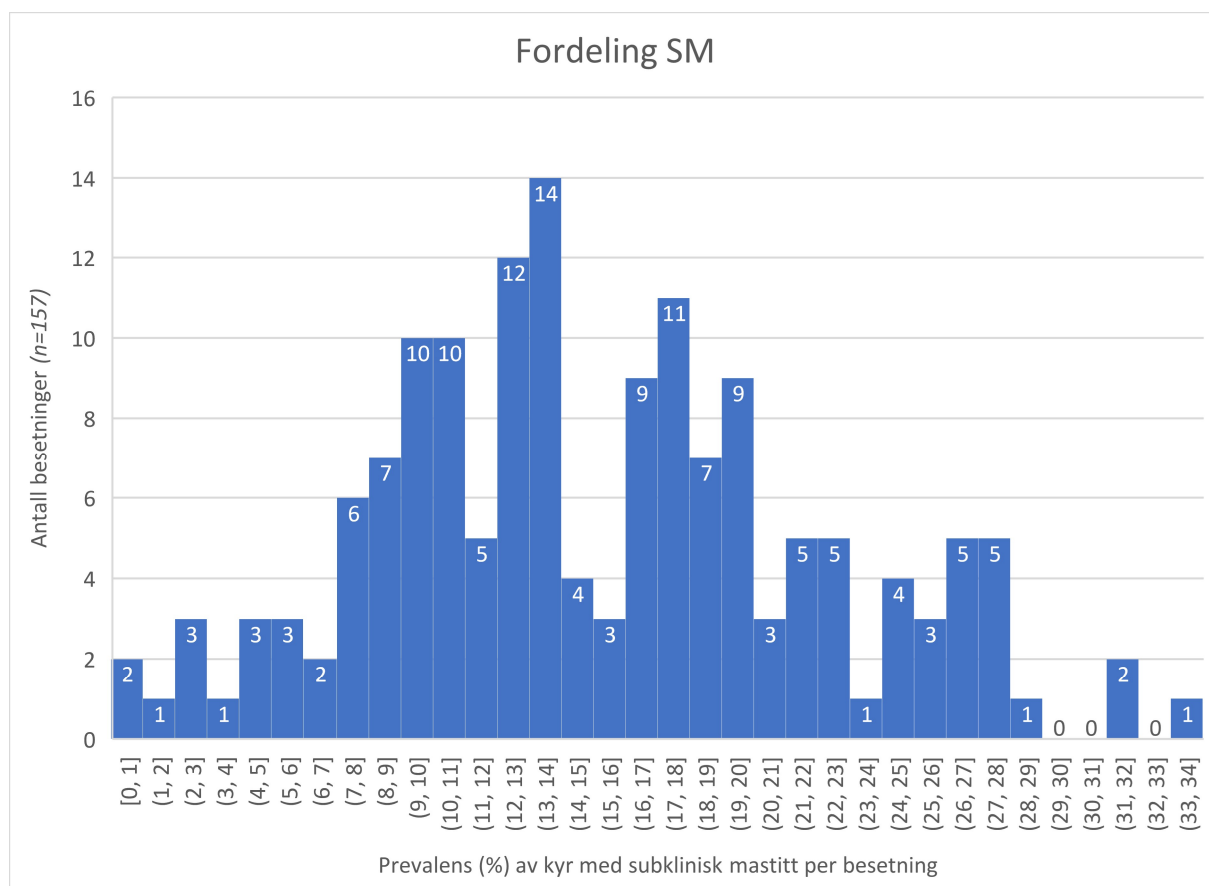
## Er det assosiasjon mellom prevalens av kyr med møkkete jur og prevalens av kyr med subklinisk mastitt i norske melkebesetninger?

Gjennomsnittlig er prevalensen av kyr med SM ved en av de tre siste målingene 15,2 % i utvalget. Besetningene i datasettet er relativt jevnt fordelt rundt gjennomsnittet, og det ser ut som at variabelen er normalfordelt. To besetninger (ca. 1,3 % av besetningene) i utvalget hadde ingen kyr med SM ved de tre siste prøvetakingstidspunktene. Disse besetningene hadde heller ingen kyr med MJ.



Besetningen med flest kyr med SM hadde 33,3 % kyr med SM ved de tre siste målingene.

Denne besetningen hadde en prevalens på 16,7 % kyr med MJ, og en prevalens på 33,3 % kyr med MB. Med andre ord ligger denne produsenten omtrent på snittet når det gjelder MJ og er blant de 15 % reneste besetningene når det gjelder bakbein. Fordelingen av prevalens av kyr med SM kan sees i Figur 10.

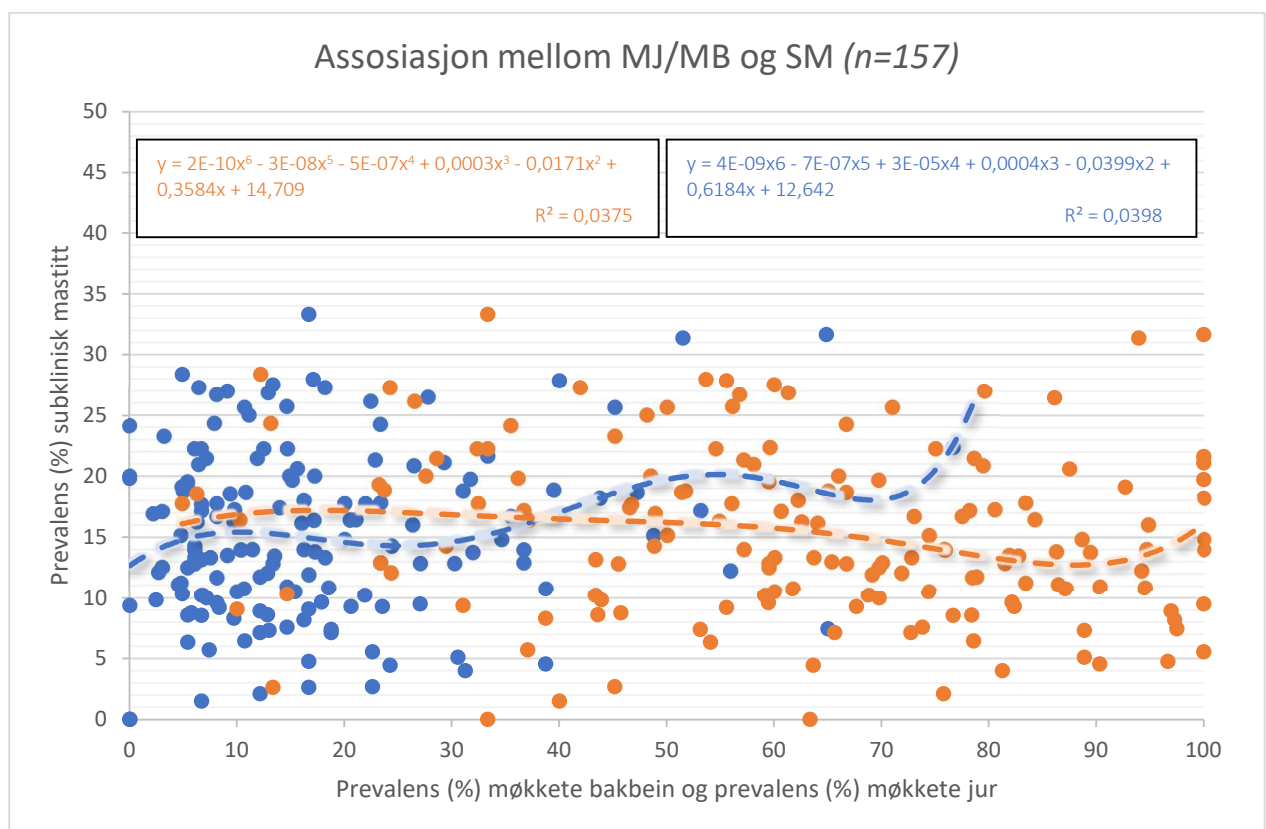


Figur 10: Histogrammet viser fordelingen av prevalens (%) av kyr med subklinisk mastitt (SM) i besetningene.

Som nevnt over, har 79 % av besetningene en prevalens av kyr med MJ under 24 % (Figur 7).

Vi ser at besetningene med 0-24 % prevalens av kyr med MJ er relativt jevnt fordelt med

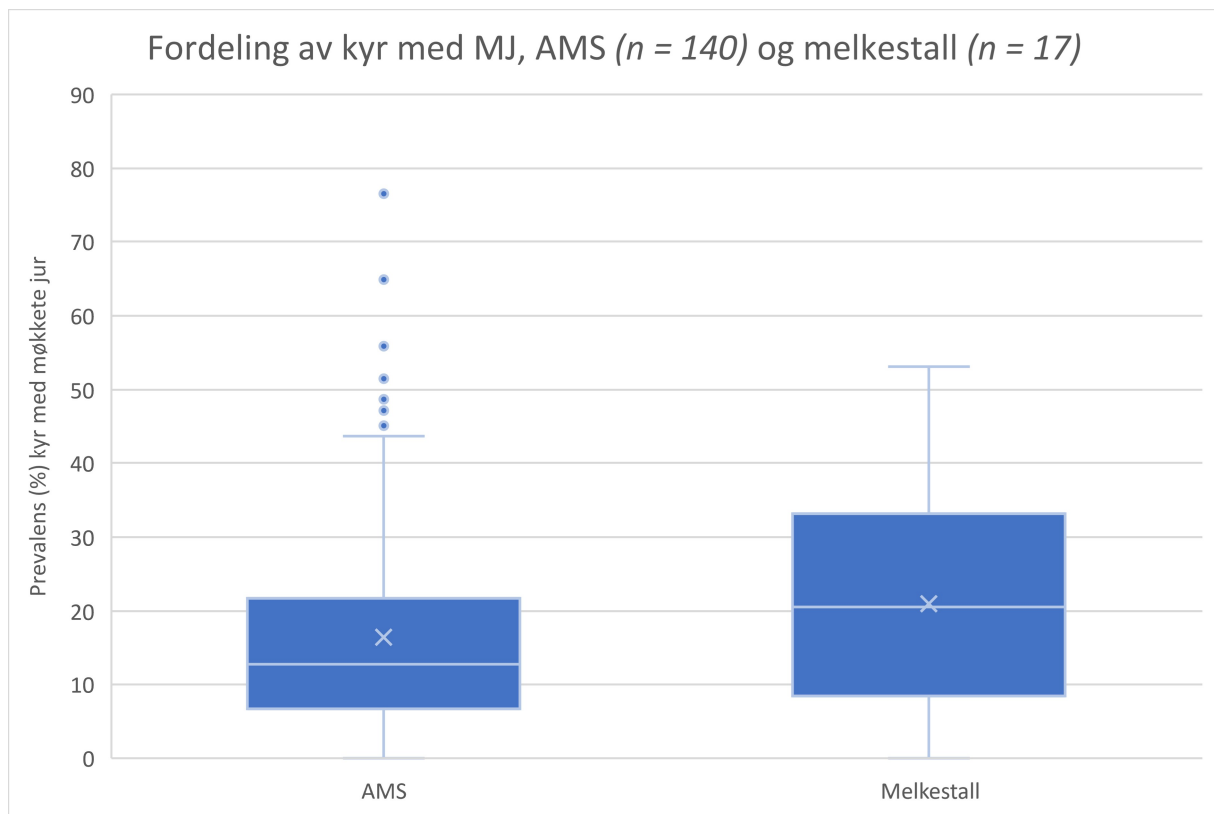
hensyn på prevalens av kyr med SM (Figur 11). I besetningene som har en høyere prevalens enn 24 % av kyr med MJ ser man en tendens til at disse også har en høyere prevalens av kyr med SM. Angående assosiasjonen mellom MB og SM, ser vi at en høy prevalens av kyr med MB ikke ser ut til å være assosiert med en høy prevalens av kyr med SM. Selv hos de 9 besetningene der alle kyr hadde MB, hadde 4 av disse besetningene lavere prevalens av kyr med SM enn gjennomsnittet (15,2 %) i utvalget. Assosiasjonen mellom MB og SM, samt assosiasjonen mellom MJ og SM kan sees i Figur 11.



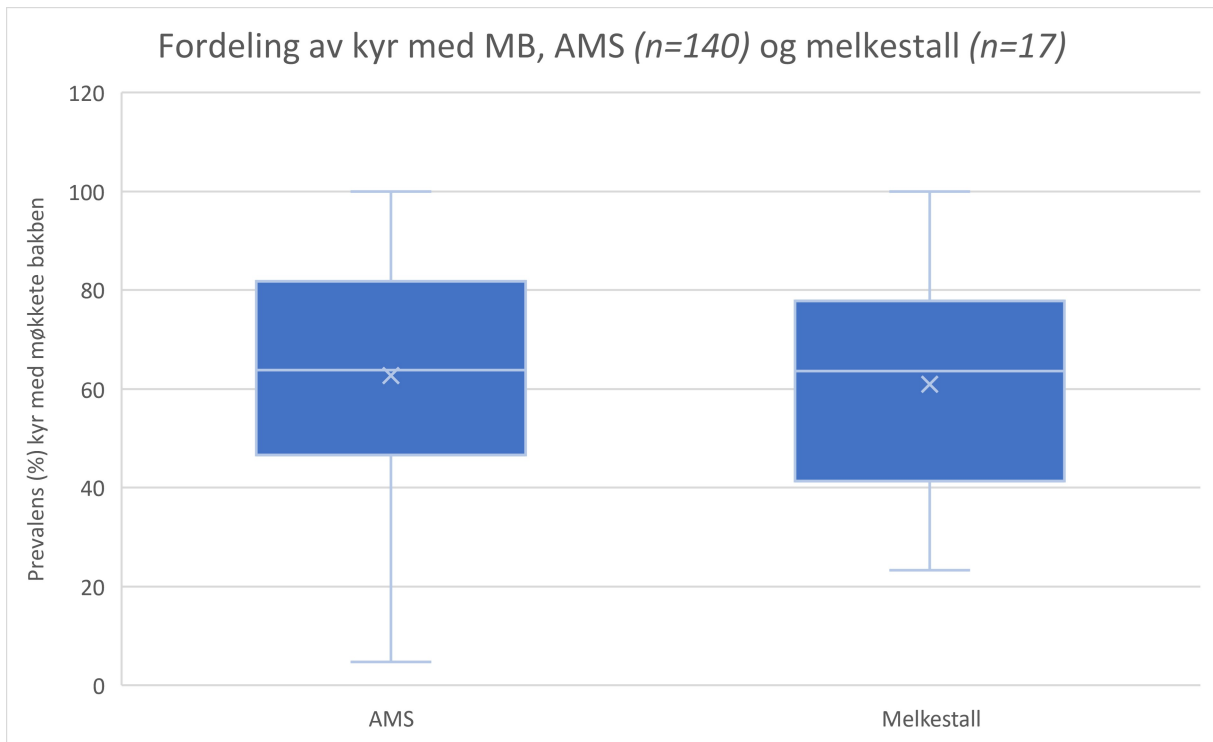
Figur 11: Spredningsplottet viser assosiasjonen mellom prevalens av møkkete bakbein (%) og prevalens av subklinisk mastitt (%) (oransje prikker), og assosiasjon mellom prevalens av møkkete jur (%) og prevalens av subklinisk mastitt (%) (blå prikker). En polynom regresjonsgraf viser assosiasjonen mellom møkkete bakben og subklinisk mastitt (oransje), og en polynom regresjonslinje som viser assosiasjonen mellom møkkete jur og subklinisk mastitt (blå).

## **Er det forskjell på renhet og celletall hos AMS-besetninger kontra melkestall-besetninger i Norge?**

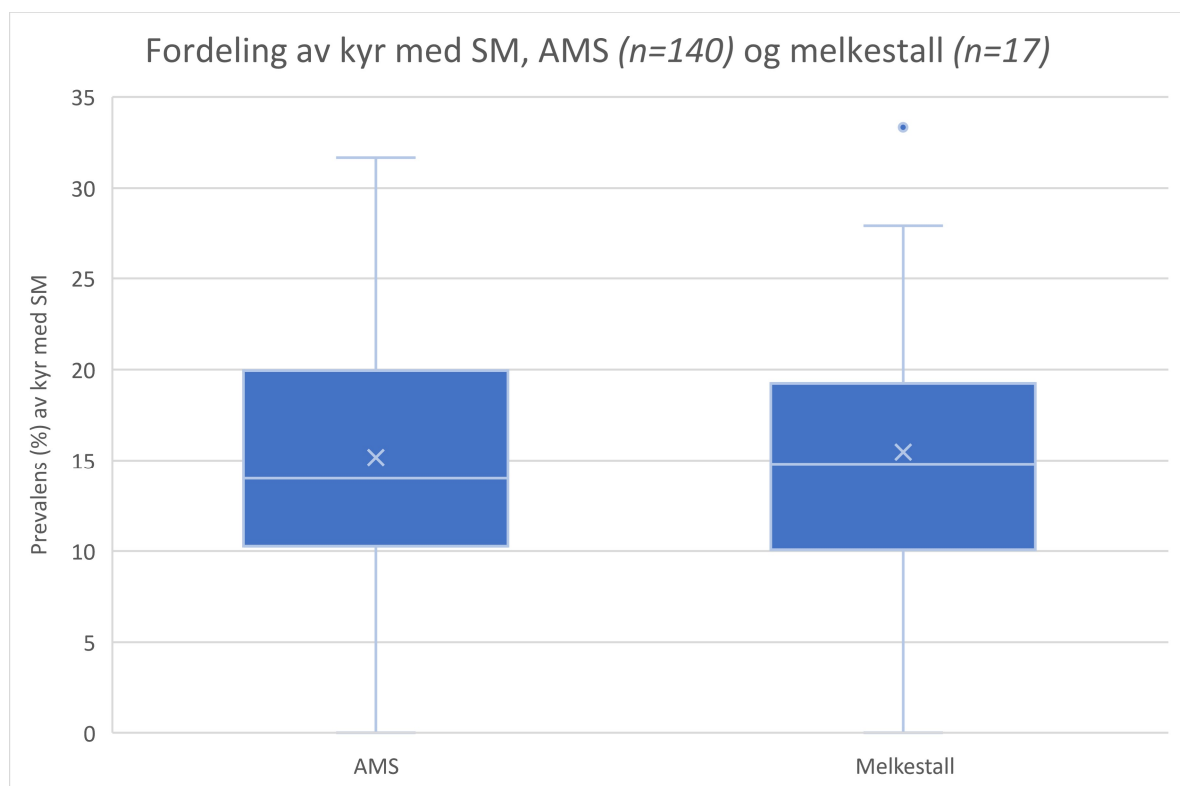
Besetningene med melkestall hadde i gjennomsnitt 21,0 % kyr med MJ, mens besetningene med AMS i gjennomsnitt hadde 16,5 % kyr med MJ. Medianen for prevalensen av kyr med MJ var 20,6 % i melkestallbesetningene, mot 12,9 % i AMS-besetningene. Første kvartil er tilnærmet like rene i begge melkesystemer, mens andre, tredje og fjerde kvartil har en høyere prevalens av kyr med MJ hos kyrne i melkestall-besetningene, sammenlignet med AMS-besetningene. Fordelingene av prevalens av kyr med MB og prevalens av kyr med SM ser tilnærmet like ut i besetninger med de ulike melkesystemene. Fordelingen av prevalensen av kyr med MB, MJ og SM i AMS- og melkestallbesetninger kan sees i Figur 12, 13 og 14.



Figur 12 Bokplottet viser fordelingen av prevalens av kyr med møkkete jur (%) i besetninger med automatiske melkesystemer ( $n=140$ ) og melkestall ( $n=17$ ).



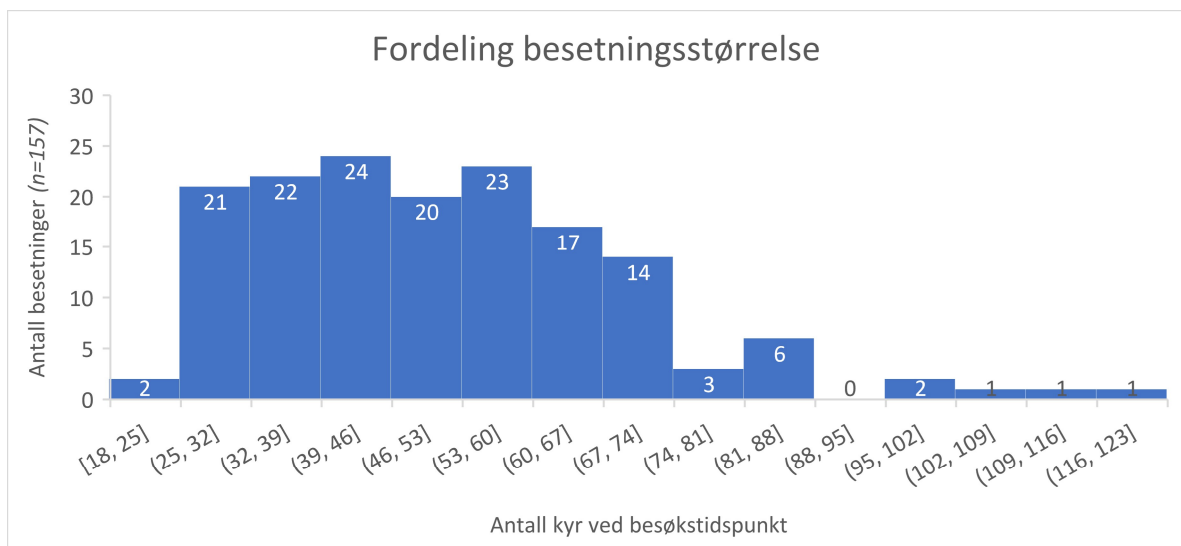
Figur 13 Bokplottet viser fordelingen av prevalens av kyr med møkkete bakken (%) i besetninger med automatiske melkesystemer ( $n=140$ ) og melkestall ( $n=17$ ).



Figur 14 Bokplottet viser fordelingen av prevalens av kyr med subklinisk mastitt (%) i besetninger med automatiske melkesystemer ( $n=140$ ) og melkestall ( $n=17$ ).

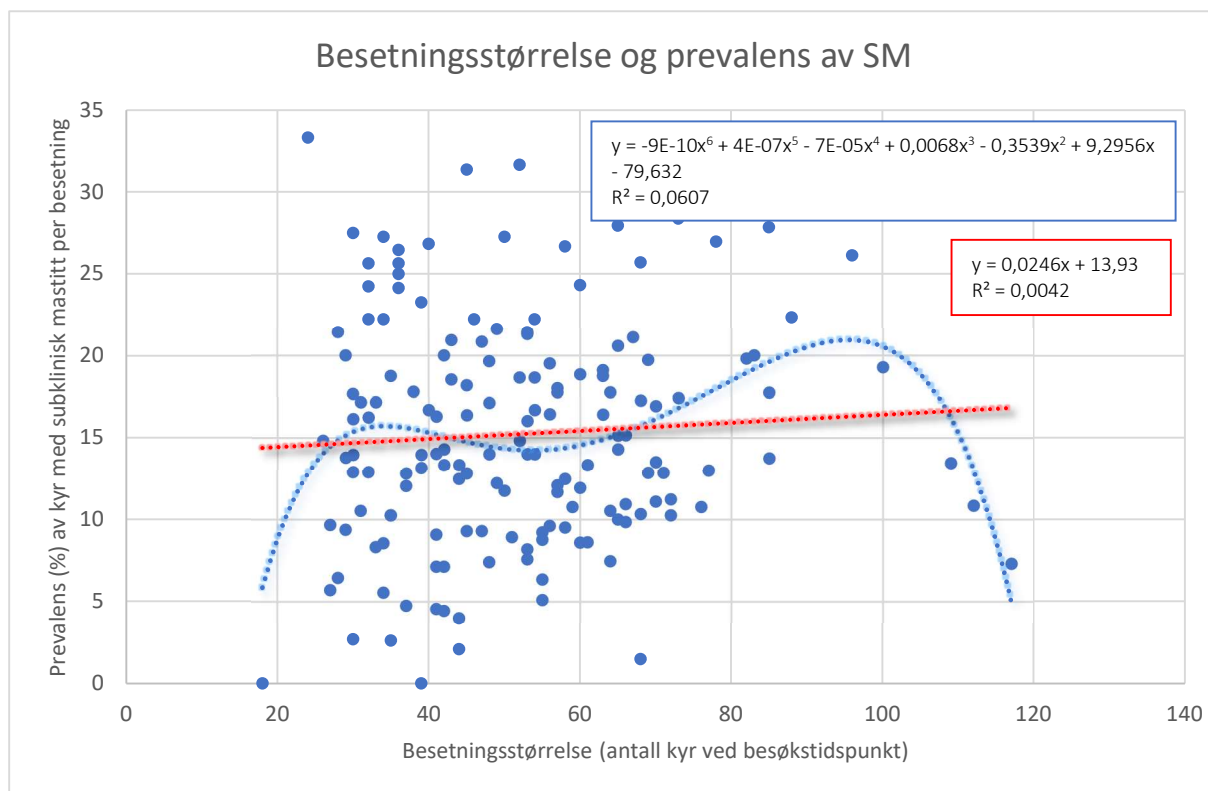
## Er det assosiasjon mellom prevalens av subklinisk mastitt og besetningsstørrelse?

Besetningen med flest kyr på besøkstidspunktet hadde 117 kyr, og den minste hadde 18 kyr. 90 % av besetningene i utvalget hadde mellom 25 og 74 kyr. Innenfor dette intervallet er besetningene relativt jevnt fordelt i besetningsstørrelse. Fordelingen av besetningene basert på besetningsstørrelse ved besøkstidspunkt kan sees i Figur 15.



Figur 15: Histogrammet viser fordelingen av besetningsstørrelsene (antall kyr ved besøkstidspunkt) i datasettet

I besetningene som har mellom 25 og 74 kyr ved besøkstidspunktet sees stor variasjon i besetningenes prevalens av SM. Ut ifra den polynome regresjonsgrafene (Figur 16) ser det ut til at besetningsstørrelsen har lite å si for prevalens av SM når besetninga har mellom 25 og 60 kyr, men at prevalensen av SM stiger når man kommer over omtrent 60 kyr i besetningen. Formelen for den polynome regresjonsgrafene viser  $R^2 = 0,06$ , som betyr at modellen forklarer 6 % av variasjonen i utvalget. Ved lineær regresjon er assosiasjonen enda lavere; ca. 0,4 %. Vi er det allikevel en svak stigning på y-aksen ved økt besetningsstørrelse.



Figur 16: Spredningsplottet viser assosiasjonen mellom besetningsstørrelse og prevalens (%) av subklinisk mastitt, med tilhørende polynom og lineær regresjonslinje.

## Diskusjon

### Renhet hos norske melkekyr

Resultatene i oppgaven indikerer at det er stor variasjon i prevalensen av kyr med MJ og MB i norske melkebesetninger. Fordelingen av MJ (Figur 7) og MB (Figur 8), viser at de fleste besetningene har en overvekt av kyr med møkkete bein og rene jur. Vi ser at det er forskjell i fordelingene av prevalens av kyr med MJ og MB, der fordelingen av MJ (Figur 7) er høyrevridd, og majoriteten av besetningene har en overvekt av kyr med rene jur. I fordelingen av MB (Figur 8), ser vi at prevalensen er mer jevnt fordelt. Vi ser likevel at de fleste besetningene hadde mellom 45-80 % kyr med MB. Dette kan tyde på at det er mange

besetninger som klarer å holde kyrne rene på jurene, men at det derimot er vanskeligere å holde dem rene på bakbeina.

Når vi ser på assosiasjonen mellom prevalensen av MB og MJ, ser vi at det er en svak positiv assosiasjon mellom de to variablene. Når prevalensen av kyr med MB overstiger 90 %, er assosiasjonen mellom variablene sterkere. Dette kan komme av at noen besetninger hvor alle kyr har MB er besetninger med veldig mye møkk i fjøsmiljøet, som igjen kan føre til en høyere prevalens av kyr med MJ enn det som er proporsjonalt i forhold til regresjonsgrafene.

Når vi ser på betydningen av resultatene av renhet-scoringen under ett, ser vi at norske melkebesetninger er mer møkkete på bakbein enn på jur, men at når prevalensen av kyr med MB overstiger 30 %, så stiger også prevalensen av kyr med MJ.

### **Er det en assosiasjon mellom prevalensen av møkkete jur og prevalensen av subklinisk mastitt?**

Generelt sett fant vi ingen assosiasjon mellom prevalens av kyr med MJ og prevalens av SM. Det var en antydning til at høy prevalens av kyr med MJ var assosiert med en stigende prevalens av SM. Grunnet at så få besetninger hadde en høyere prevalens kyr med MJ er det vanskelig å si om denne sammenhengen var et tilfeldig funn eller ikke. Det kan hende at vi ville sett en tydeligere sammenheng mellom MJ og SM dersom grensen for SM hadde blitt satt ved en melkeprøve over 200 000 c/ml i de siste 3 månedene, i stedet for 400 000 c/ml. Da kunne vi sannsynligvis ha plukket opp flere av de faktiske subkliniske mastittene hos kyrne i utvalget.



Når vi ser på assosiasjonen mellom MB og SM ser vi at regresjonslinjen er synkende, altså at høyere prevalens av kyr med MB gir lavere prevalens av kyr med SM. Dette er et overraskende funn, siden vi fant at prevalensen av MB er assosiert med prevalensen av MJ (Figur 9), og vi vet at tidligere studier har funnet at prevalens av SM er assosiert med både MB og MJ (Schreiner and Ruegg, 2003). I denne studien fant de likevel at det var en svakere sammenheng mellom MB og SM enn MJ og SM (Schreiner and Ruegg, 2003), som kan tyde på at MB har mindre å si for prevalensen av SM.

### **Sammenligningen av melkesystemer**

Boksplottene som sammenligner AMS og melkestall (Figur 12, 13, 14) hadde tilnærmet lik fordeling av prevalens av kyr med SM og MB. Dette støttes av resultatet fra den svenske studien som sammenlignet AMS og melkestall, og fant at valg av melkesystem ikke påvirket SCT i tankmelk, eller bakteriefunn på speneprøver (Berglund et al., 2002).

Vi fant at melkestallbesetningene hadde høyere prevalens av kyr med MJ enn AMS-besetningene. Vår hypotese var at besetninger med manuell jurvask hadde renere jur. Dette var blant annet basert på en studie fra Finland, som konkluderte med at bare ca. 50 % av svært møkkete spener ble tilfredsstillende rengjort av AMS (Hovinen et al., 2005). På bakgrunn av dette kan man se for seg at manuell spenevask gjennomgående vil resultere i renere spener. Våre resultater er ikke i samsvar med denne hypotesen. En mulig årsak til dette kan være at fjøs med AMS er bygd senere, og at det da kan være bedre løsninger for å kunne holde fjøset rent, eksempelvis ved bruk av skraprobot. Dessuten er renhetsscoren i vårt datasett basert på renhet av hele juret, mens artikkelen fra Finland kun har fokusert på renhet av spener. Forskjellen kan også være en tilfeldighet, i og med at vi har få besetninger med melkestall i

forhold til besetninger med AMS i utvalget. Konfidensintervallene i boksploottene (Figur 12, 13 og 14) antyder ingen statistisk sikre forskjeller mellom melkesystemene.

### **Assosiasjon mellom besetningsstørrelse og prevalens av subklinisk mastitt**

Vi fant ingen tydelig assosiasjon mellom stigende besetningsstørrelse og prevalens av SM i besetningene (Figur 16). Dette støtter oppom funnene til Barkema et al., som kom fram til at besetningsstørrelse ikke var blant de viktigste faktorene for å forklare høyt tankmelkcelletall (Barkema et al., 1998).

Etter forfatternes kunnskap er det ikke gjort studier som viser en direkte assosiasjon mellom besetningsstørrelse og prevalens av SM, noe som kan tyde på at dette ikke er et kjent problem, og at andre faktorer er viktigere for å forklare prevalens av SM. TINE har beskrevet en assosiasjon mellom SCT på tankmelk og besetningsstørrelse (Figur 1) (TINE, 2023c). Tatt i betraktning at melk fra kyr med veldig høyt SCT, av økonomiske og næringsmiddelhygieniske grunner, ikke settes på tanken, gir deres modell oss lite informasjon om SCT på individnivå.

### **Begrensninger ved studien**

#### **Er prevalensen av subklinisk mastitt riktig?**

Siden SCT er en kontinuerlig, biologisk variabel som vil variere naturlig, vil det alltid bli kunstig å sette en verdi som «cut-off» for subklinisk mastitt. Likevel står i de fleste kilder, blant annet i retningslinjene til The International Dairy Federation (IDF, 2013), at den optimale «cut-off»-verdien for å skille mellom ikke-infiserte, og infiserte jur i en samleprøve

fra alle spener er 200 000 c/ml. Denne grensen brukes også i Kukontrollen, som parameteren «Infeksjonsnivå» - som betyr prevalens av husdyrkontroller med SCT over 200 000 c/ml. For alle leverte husdyrkontrollprøver i 2022 var dette tallet 18,6 % (TINE, 2023c), som er høyere enn den gjennomsnittlige prevalensen av SM i denne oppgaven (15,2 %). Basert på dette er det derfor sannsynlig at den målte prevalensen av SM i oppgaven er lavere enn den faktiske prevalensen av SM i studieutvalget, og at det fins kyr som har hatt SM (inflammasjon av jurkjertelen, som ikke er visuelt synlig), som ikke har blitt klassifisert som det. Forekomsten av behandling mot klinisk mastitt per årsku var for hele landet 15,5 % i 2022 (TINE, 2023c). Det kan derfor argumenteres for at den målte prevalensen av SM kan være nærmere en indirekte måling av mastittprevalensen, subklinisk og klinisk, enn SM. Siden vi likevel ikke vet noe om eventuelle kliniske tegn kyrne kan ha hatt, har vi valgt å forholde oss til definisjonen i WQ, som definerer SM som en husdyrkontrollprøve over 400 000 c/ml levert ved de siste tre prøvetakingstidspunkt. Ved nøye gjennomgang av WQ-protokollen ser vi at den er tvetydig når det kommer til hvorvidt denne parameteren definerer prevalens av SM eller bare prevalens av mastitt i en besetning (Welfare Quality Network, 2009).

Det er verdt å merke seg at celletallmålingene som er brukt til denne oppgaven, ble utført i forkant av besetningsbesøkene. Vi kan derfor ikke vite at fordelingen av rene og møkkete dyr var lik ved celletallmåling som ved renhetsvurdering. Dersom man går ut ifra at besetninger med en overvekt av rene dyr generelt sett er rene, og tilsvarende for besetninger med en overvekt av møkkete dyr, kan man allikevel forestille seg at prevalensen av SM ville vært tilnærmet lik dersom celletallmålingene ble gjort samtidig med besetningsbesøkene.

Samtidig vil SCT, som tidligere nevnt, kunne variere mye ut ifra DIM, laktasjonsnummer og sesong (Sebastino et al., 2020), (Olde Riekerink et al., 2007). Vi har ikke kjennskap til når på året celletallsdataene som har blitt brukt i denne oppgaven ble tatt. Besetninger med en overvekt av kontrollprøver tatt i sommerhalvåret vil trolig ha en gjennomsnittlig høyere prevalens av kyr med SM enn besetninger hvor de fleste kontrollprøvene er tatt i vinterhalvåret. Ei heller har vi informasjon om gjennomsnittlig alder på kuene i besetningene. Man kan se for seg at en besetning med en overvekt av eldre dyr vil ha et gjennomsnittlig høyere SCT enn besetninger med en overvekt av førstelaktasjonskyr (Sebastino et al., 2020). Hvor stort utslag slike ulikheter i utvalget ville ha er vanskelig å anslå, men det er allikevel viktig å ta høyde for i fremtidige studier.

### **Er studietilvalget representativt for studiepopulasjonen?**

Et av inklusjonskriteriene for besetningene som ble inkludert i Kutrivsel-prosjektet var at produsenten deltok frivillig. Man kan derfor se for seg at besetninger med objektivt sett høy prevalens av møkkete kyr, og generelt sett dårlig dyrevelferd, ikke ville delta. Derfor må det tas høyde for deltakelsesbias; det vil si at det må tas høyde for at besetningene til produsentene som frivillig godtar å være med i studien kan skille seg fra besetningene til de produsentene som ikke ønsket å delta.

En rekke faktorer kan gjøre at potensielle deltakere i en studie avstår. Blant annet, kan en av årsakene i dette tilfellet være at det kan føles skamfullt og sårbart å godta besøk fra utenforstående, når man selv er klar over at driften og dyras velferd ikke er god. Det er ikke utenkelig at deltakerne i studien har en oppfatning av at deres besetning har god dyrevelferd, og/eller at de har interesse for dyrevelferd. På bakgrunn av dette kunne man tenkt seg at

resultatene som omhandler renhet ville vært jevnt gode – at hovedtyngden av besetninger hadde kyr med rene jur og bakbein. Allikevel ser vi en spredning i resultatene, noe som kan antyde at datainnsamlingen viser et representativt utvalg av norske melkeprodusenter. Særlig ser vi at prevalensen av MB er tilnærmet jevnt fordelt.

### **Bruk av individopplysninger på besetningsnivå**

I denne oppgaven har vi brukt opplysninger om individer, regnet om til besetningsvariabler, for å sammenligne besetningene i utvalget. Fordelen med denne framgangsmåten er at besetningene er uavhengige studieenheter, og kan derfor lettere sammenlignes. Ulempen med denne framgangsmåten er at vi ikke kan beskrive kausalitet mellom MJ og SM, siden vi ikke vet om det er de samme kyrne i en besetning som har SM, som også har MJ. Det blir derfor vanskeligere å måle den direkte effekten MJ har på utvikling av SM. Ved å analysere individdata direkte hadde man også fått flere studieenheter, noe som ville gjort det lettere å påvise statistiske signifikante sammenhenger. I en slik studie ville det være hensiktsmessig å samle data fra AMS-besetninger med OCC-målere (online cell count-måler; målinger for hver melking).

## **Konklusjon**

Vi kan konkludere med at det er stor variasjon på hvor møkkete norske melkebesetninger er på bakbein og jur, men at majoriteten av besetningene har overvekt av kyr med rene jur og møkkete bakbein. Videre fant vi en positiv assosiasjon mellom prevalensen av kyr med møkkete bakbein og prevalensen av kyr med møkkete jur. Resultatene fra vår oppgave tyder på at det kan være en assosiasjon mellom prevalens av kyr med møkkete jur og prevalens av kyr med subklinisk mastitt, men mer forskning trengs for å bekrefte denne assosiasjonen. Vi

fant ingen tydelige funn som antydte at besetningsstørrelse og valg av melkesystem er assosiert med subklinisk mastitt.

Siden melke kvaliteten blir dårligere i melk med høyt SCT, og at det kan være en assosiasjon mellom prevalens av MJ og SM, vil en lavere prevalens av møkkete jur kunne føre til bedre melkekvalitet, og dermed bedre økonomi for produsenten. Videre viser oppgaven at det er mulig å holde kyrne rene på juret, da de fleste besetningene i utvalget hadde overvekt av kyr med rene jur. Funnene fra denne oppgaven vil kunne brukes som en motivasjon til bedre økonomi og dyrevelferd i norsk melkeproduksjon, og danne grunnlag for å oppfordre produsenter til å ha god renhet i besetningen.

## Takk til bidragsyttere

Vi ønsker å rette en stor takk til våre veiledere Camilla Kielland og Conor Barry ved Institutt for Produksjonsdyrmedisin (Veterinærhøgskolen, NMBU) for god hjelp underveis med oppgaveskrivingen, samt for deres engasjement og konstruktive tilbakemeldinger.

Videre ønsker vi å takke Håvard Nørstebø, spesialrådgiver i TINE, for hjelp til å inngå datautleveringsavtale fra Kukontrollen, via TINE Rådgiving.

Til slutt retter vi en stor takk til alle produsentene som deltok i Kutrivsel-prosjektet, og dermed indirekte gjorde vårt arbeid med fordypningsoppgaven mulig.

## Summary

*Title:* A study of selected factors that may be associated with subclinical mastitis in Norwegian dairy herds

*Authors:* Håkon H. Avdem, Ingvild F. Sørensen

*Supervisor:* Camilla Kielland, Conor Barry; Faculty of Veterinary Medicine, Department of Production Animal Clinical Sciences

This research project investigates the prevalence of dirty hindlegs and udders in Norwegian loose-housing dairy herds, and whether this is associated with the prevalence of subclinical mastitis. We have examined whether there are differences in cleanliness and somatic cell count between herds using different milking systems and of different herd sizes. The study sample consisted of 157 Norwegian dairy herds with 25+ cows each, including 17 with milking parlors and 140 with automatic milking systems. The data were collected during farm visits, as part of the Norwegian study WelCow, which conducted welfare assessments in Norwegian dairy cow herds, based on the Welfare Quality® protocol. We identified considerable variation in the prevalence of dirty hindlegs and udders among the cows, although most herds had a higher prevalence of dirty hindlegs than dirty udders. Furthermore, we found a positive association between the prevalence of dirty hindlegs and dirty udders, and a weak association between the prevalence of dirty udders and subclinical mastitis. Herds with milking parlors tended to have a higher prevalence of dirty udders than those with AMS. Milking system and increasing herd size were not associated with the prevalence of subclinical mastitis. Further research is needed to confirm whether there is an association between dirty udders and subclinical mastitis.

## Referanser

- BARKEMA, H. W., SCHUKKEN, Y. H., LAM, T. J., BEIBOER, M. L., BENEDICTUS, G. & BRAND, A. 1998. Management practices associated with low, medium, and high somatic cell counts in bulk milk. *J Dairy Sci*, 81, 1917-27.
- 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.
- BLOWEY, R. W. & EDMONDSON, P. 2010. *Mastitis Control in Dairy Herds*.
- BOBBO, T., CIPOLAT-GOTET, C., BITTANTE, G. & CECCHINATO, A. 2016. The nonlinear effect of somatic cell count on milk composition, coagulation properties, curd firmness modeling, cheese yield, and curd nutrient recovery. *Journal of Dairy Science*, 99, 5104-5119.

- DALEN, G., RACHAH, A., NORSTEBO, H., SCHUKKEN, Y. H. & REKSEN, O. 2019. The detection of intramammary infections using online somatic cell counts. *J Dairy Sci*, 102, 5419-5429.
- DERAKHSHANI, H., FEHR, K. B., SEPEHRI, S., FRANCOZ, D., DE BUCK, J., BARKEMA, H. W., PLAIZIER, J. C. & KHAFIPOUR, E. 2018. Invited review: Microbiota of the bovine udder: Contributing factors and potential implications for udder health and mastitis susceptibility. *Journal of Dairy Science*, 101, 10605-10625.
- HARMON, R. J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J Dairy Sci*, 77, 2103-12.
- HOVINEN, M., AISLA, A. M. & PYÖRÄLÄ, S. 2005. Visual Detection of Technical Success and Effectiveness of Teat Cleaning in Two Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science*, 88, 3354-3362.
- I.R. DOHOO, A. H. M. 1982. Somatic Cell Counts in Bovine Milk.
- IDF 2011. Suggested interpretation of mastitis terminology. *International Dairy Federation*, 448/2011.
- IDF 2013. Guidelines for the use and interpretation of bovine milk somatic cell counts (SCC) in the dairy industry. *International Dairy Federation*.
- KOLDEWEIJ, E., EMANUELSON, U. & JANSON, L. 1999. Relation of milk production loss to milk somatic cell count. *Acta Vet Scand*, 40, 47-56.
- MALACCO, V. 2022. Promises and potential of automated milking systems. Available: <https://www.canr.msu.edu/news/promises-and-potential-of-automated-milking-systems>.
- MANYI-LOH, C. E., MAMPHWELI, S. N., MEYER, E. L., MAKAKA, G., SIMON, M. & OKOH, A. I. 2016. An Overview of the Control of Bacterial Pathogens in Cattle Manure. *Int J Environ Res Public Health*, 13.
- NORSTEBO, H., RACHAH, A., DALEN, G., RONNINGEN, O., WHIST, A. C. & REKSEN, O. 2018. Milk-flow data collected routinely in an automatic milking system: an alternative to milking-time testing in the management of teat-end condition? *Acta Vet Scand*, 60, 2.
- 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.
- OLDE RIEKERINK, R. G. M., BARKEMA, H. W. & STRYHN, H. 2007. The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*, 90, 1704-1715.
- PYORALA, S. & TAPONEN, S. 2009. Coagulase-negative staphylococci—Emerging mastitis pathogens. *Veterinary Microbiology*, 134, 3-8.



- RADOSTITS, O., GAY, M., HINCHCLIFF, C.C. AND CONSTABLE, P.D 2007. *Radosits, O., C. C. Gay, K. W. Hichcliff and P. D. Constable (2007). Veterinary Medicine - A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats.*, London, UK, Saunders.
- REKSEN, O. 2022. Jurhelse hos drøvtyggere.
- SCHREINER, D. A. & RUEGG, P. L. 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *J Dairy Sci*, 86, 3460-5.
- SEBASTINO, K. B., URIBE, H. & GONZÁLEZ, H. H. 2020. Effect of test year, parity number and days in milk on somatic cell count in dairy cows of Los Ríos region in Chile. *Austral journal of veterinary sciences*, 52, 1-7.
- SENTRALBYRÅ, S. 2023. *Landbruksteljing* [Online].  
<https://www.ssb.no/statbank/list/landt/>: Statistisk Sentralbyrå. [Accessed 02.05.2023 2023].
- SHARMA, N., SINGH, N. K. & BHADWAL, M. S. 2011. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. *Asian-Australas J Anim Sci*, 24, 429-438.
- SORDILLO, L. M., SHAFER-WEAVER, K. & DEROSA, D. 1997. Immunobiology of the mammary gland. *J Dairy Sci*, 80, 1851-65.
- TINE. Celler. 2023.
- TINE. 2020. Hva er unormal melk og hvordan unngå det? , 2023. Available: <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/hva-er-unormal-melk-og-hvordan-unng%C3%A5-det>.
- TINE. 2023a. Analysemetoder, avregningsverdier og tillegg og trekk i literpris.
- TINE 2023b. TINEs betalingsregelverk for rå melk.
- TINE, H. 2023c. Statistikkksamling fra Ku- og Geitekontrollen 2022. *In: MIKALSEN, V., NØRSTEBØ, H., ROALKVAM, T. (ed.). Tine medlem.*
- TINE RÅDGIVING 2023. Jurhelse. *In: TINE (ed.).*
- TINE RÅVARE 2021. Tine Råvare Årsrapport 2020.
- VALDE, J. P., HIRD, D. W., THURMOND, M. C. & ØSTERÅS, O. 1997. Comparison of Ketosis, Clinical Mastitis, Somatic Cell Count, and Reproductive Performance between Free Stall and Tie Stall Barns in Norwegian Dairy Herds with Automatic Feeding. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 38, 181-192.
- WELFARE QUALITY NETWORK 2009. Welfare Quality®  
Assessment protocol for cattle.



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

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