



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Bacheloroppgave 15 stp.
BIOVIT

Skader på hasene hos Norsk rødt fe (NRF) i norske løsdriftsbesetninger

Injuries on the hocks of Norwegian Red cattle
(NRF) in Norwegian Free Stall Housing.

Oline Hjeltar
Husdyrvitenskap

Forord

Bachelor i husdyrvitenskap har gitt innblikk i flere fagfelt innenfor husdyrproduksjonen, som husdyravl og etologi. Det var en rask interesse fra tidligere alder å utforske mer angående avl på Norsk rødt fe og hvordan man kunne gi dyrene et bedre liv. Høsten 2023 var jeg så heldig å få en oppgave tildelt fra Tine basert på begge fagfeltene. Med god hjelp fra veilederne mine Bjørg Heringstad, Camilla Kielland, Randi Garmo og Connor Barry, har det blitt en forskningsbasert bachelor med hovedvekt på haseskader hos NRF. I tillegg må jeg rette en takk til hjelpelærerne fra R-Klubben på NMBU, som har gitt hjelp i bruk av programvaren RStudio, og gode venninner, som var med å korrekturlese teksten når jeg selv ikke lenger klarte å se egne skrivefeil. Med det sagt takker jeg for muligheten til å prøve meg som forsker i et halvt år og håper resultatet faller i smak.

Oline Hjeltar

2024

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	4
Abstract	5
1. Innledning.....	6
2. Material og metode.....	9
2.1 Datainnsamling	9
2.2 Data-analyse	10
2.2.1 Datahåndtering.....	10
2.2.2 Hasevurdering.....	12
2.2.3 Fordeling av dataene fra prosjektet.....	13
2.3 Statistisk analyse	17
2.3.1 Ikke-genetiske faktorer	17
2.3.2 Fenotypiske eksteriørbedømmelse.....	18
2.3.3 Logistisk regresjon av avlsverdier for eksteriøregenskaper.	18
3. Resultat.....	19
3.1 Ikke genetiske faktorer.....	19
3.2 Sammenhenger mellom hasescore og ikke genetiske faktorer	22
3.3 Fenotypiske eksteriøregenskaper - Deskriptiv statistikk.....	22
3.4 Sammenhenger mellom avlsverdier for eksteriøregenskaper og hasescoren.....	25
3.4.1 Deskriptiv statistikk - avlsverdiene.....	25
3.4.2 Logistisk regresjon for å undersøke sammenheng mellom avlsverdier for hasevurdering.	25
4. Diskusjon	27
4.1 Sammenhenger med avlsverdiene og fenotypiske eksteriøregenskaper	27
4.2 Sikkerheten i fenotypisk eksteriørvurdering og innsamling av data til avlsverdier	28
4.3 Andre resultater	29
4.4 Videre arbeid	31
4.4.1 Datainnsamlingen	31
4.4.2 Modellen.....	32
4.4.3 Haseskade som en egen egenskap.....	33

5.	Konklusjon	34
-----------	-------------------------	-----------

Sammendrag

Skader på hasene er en kjent utfordring innenfor melkeproduksjonen, og er koblet til flere risikofaktorer. Formålet med oppgaven var å undersøke om det var sammenhenger mellom skader på hasene og relevante eksteriøregenskaper på bein og kropp, for å utforske mulig reduksjon av forekomsten gjennom avlsarbeidet.

Dataene for forsøket er gitt av prosjektet Kutrivsel, eksteriørvurderinger av Tine, og avlsverdier fra Geno. Utvalget i studien består av Norsk rødt fe (NRF) innenfor én laktasjon, med hasevurdering i kategori 0, 1 og 2. En logistisk regresjonsanalyse ble anvendt for å undersøke sammenhengen med avlsverdiene, mens deskriptiv statistikk ble benyttet for å identifisere tendenser i de fenotypiske eksteriøregenskapene. For å undersøke innvirkningen fra ikke-genetiske faktorer (gard, laktasjonsstadiet, laktasjonsnummer, bedømmer, besøkssesong) på haseskader ble kji-kvadrat-tester utført for å bestemme om de kunne brukes som faste effekter i modellen.

Resultatene viste ingen tydelige sammenhenger mellom eksteriøregenskapene og skader på hasene, med unntak av en svak sammenheng med avlsverdien kryssretning. Flere ikke genetiske faktorer (gard, laktasjonsnummer og laktasjonsstadiet) hadde signifikant innvirkning på skader på hasene, og ble inkludert som faste effekter i den logistiske regresjonsmodellen. Basert på funnene antyder studien at seleksjon av relevante eksteriøregenskaper på kropp og ben ikke gir signifikant reduksjon i forekomsten av haseskader. Fremtidig forskning kan utforske arveligheten til haseskader i seg selv for å undersøke videre avlsarbeidets potensial for å redusere forekomsten. Samtidig kan undersøkelse av ikke genetiske faktorer være gunstig for å vurdere mulige tiltak for reduksjon av skadene uavhengig av genetikken.

Nøkkelord: Haseskader, NRF, eksteriøregenskaper, melkeproduksjon.

Abstract

Damage to the hocks is a well-known challenge within the dairy-production and is associated with several risk factors. The aim of the study was to investigate the association between hock-damage and pertinent feet and body conformation traits to explore a potential reduction of the occurrence through breeding.

The data encompassed farm assessments conducted under the WelCow project, exterior assessments by Tine advisors, and breeding values from Geno. The study sample consist of Norwegian red cows (NRF) within a lactation, and with hock assessment in category 0, 1 and 2. A logistic regression analysis was employed to investigate the association with the breeding values, while descriptive statistics were used to identify tendencies in the phenotypic exterior traits. To examine the impact of non-genetic factors (farm, lactation stage, lactation number, assessor, visiting season) on hock injuries, chi-square tests were performed to determine whether they could be used as fixed effects in the models.

The results showed no clear associations between the exterior traits and hock damage, except for a weak correlation with the breeding value, cross direction. Several non-genetic factors (farm, lactation number and lactation stage) had a significant impact on hock damage, prompting their inclusion as fixed effects in the logistic regression model. Based on the findings, it suggests that selection of relevant exterior traits do not provide significant reduction in the incidence of hock injuries. Future research should explore the heritability of hock damage itself to further investigate the potential of breeding efforts to reduce the incidence. Concurrently, investigations of non-genetic factors are beneficial for identifying possible measures to reduce the hock damage in dairy production.

Key-words: Hock damage, Norwegian Red Cows, exterior-traits, dairy production.

1. Innledning

Matproduksjonen vår ønsker de fleste forbrukere innsyn i (Berg, 2003), og gjør at de blir et søkelys på dyrevelferden i matproduksjonssystemene våre. En nylig europeisk studie støtter undersøkelsen til Berg (2003), og viser at dyrevelferd er av stor betydning for europeiske borgere, hvor mange ønsker større innblikk i produksjonsprosessene (EuropeanCommission et al., 2023). Flertallet uttrykker samtidig et ønske om forbedret beskyttelse av husdyr, sammenlignet med dagens standard, som indikerer en utbredt oppfatning om at dyrevelferden på gårdsnivå er utilstrekkelig (EuropeanCommission et al., 2023). Potensielt kan økt interesse for dyrevelferd påvirke salget av meieriprodukter og økonomien i sektoren, ved at en økende andel forbrukere er villige til å betale en høyere pris for produkter som er markert som dyrevennlige (EuropeanCommission et al., 2023). Framtidig oppfattelse av dyrevelferd er svært viktig for næringen, slik at forbrukeren oppfatter at dyrene har det godt.

Norge er ofte omtalt som et land i verdenstoppen på dyrehelse og dyrevelferd (NorgesBondelag). Landet har en egen «Lov om dyrevelferd» (Dyrevelferdsloven, 2009), samtidig som helsen på dyrene rapporteres årlig (Hofshagen et al., 2024). Basert på data fra 2023 har Norge en god helse i storfeproduksjonen (Krosness et al., 2024), som indikerer generelt friske dyr. Likevel viste rapporten fra Mattilsynet størst andel regelbrudd hos storfeprodusenter i 2021 sammenlignet med andre husdyrhold (Mattilsynet, 2022), som henviser til et forbedringspotensial i landbruket. Dyrevelferdsprogram for storfe ble opprettet i 2022 for å sikre god velferd hos dyrene (Krosness et al., 2024). Foreløpig har det manglet en status på norsk dyrevelferd hos melkekuer, som er ønskelig for å undersøke hvordan velferden kan forbedres og identifisere mulige problemer i produksjonen (Barry et al., 2023). Samtidig kan en slik status støtte oppunder antagelsen om at Norge er et av landene best i verden på dyrevelferd.

Kutrivsel er et prosjekt som startet for å kartlegge velferden i norsk melkeproduksjon, og gi en status på dyrevelferden i Norge. For å registrere velferden ble det tatt utgangspunkt i Welfare Quality protokollen (Barry et al., 2023). Protokollen er et Europeisk initiativ som vurderer dyrevelferden på en skala med fire kategorier basert på dyr- og miljøbaserte faktorer. Haseskader går under god helse og frihet for skader i protokollen, og brukes som en parameter for dyrevelferd (WelfareQuality, 2009). Skader på hasene er en kjent utfordring innenfor melkeproduksjonen, og varierer fra hårløse områder, til sår og hevelser i ulike grader

(Kester et al., 2014; Laven & Livesey, 2011). Hasene er utsatt for skader fordi området har veldig lite fettvev og muskler som kan fungere som beskyttelse mot utvendige skader og slag (Kester et al., 2014).

Mangel på standardisert internasjonalt vurderingssystem gjør det vanskelig å sammenligne ulike forsøk, men de fleste anslår at forløpet til haseskader er en gradvis forverrende prosess fra hårtap, til sår og til slutt hevelse. En kan ikke med sikkerhet fastslå at antagelsen er riktig (Kester et al., 2014; Laven & Livesey, 2011). Potterton, Green, Harris, et al. (2011) viste at hevelse ikke påvirkes av de samme risikofaktorene som hårtap, med unntak av strøtype, som kan være en forklaring på at utviklingen av skaden ikke alltid foregår i en kronologisk rekkefølge, som tidligere antatt.

Forekomsten av skader på hasene er relativt høy (Freigang et al., 2023; Heyerhoff et al., 2014; Jewell et al., 2019; Potterton, Green, Millar, et al., 2011). Et forsøk basert på norske løsdriftsfjøs fra 2006 til 2007 viste en forekomst på 60.5% med ulike alvorlighetsgrader (Kielland et al., 2009). Haager et al. (2017) undersøkte om det var en sammenheng mellom inflammasjonsreaksjon og alvorlighetsgrad av haseskaden. Studien ble gjort for å vurdere om man kan bruke skader på hasene som en velferdsindikator. Resultatet viste at selv ved mindre alvorlige skader på hasene har dyret en inflammasjonsreaksjon (Haager et al., 2017), som betyr at selv små skader kan gi plager på dyret. Mildere former blir sjelden anerkjent, og haseskader blir ikke behandlet i noen særlig stor grad (Potterton, Green, Millar, et al., 2011).

Basert på studien til Kester et al. (2014) er første steg i å løse problemet å erkjenne ulike risikofaktorer som fører til skader på hasene. Studier har vist at flere faktorer knyttet til dyret selv, og miljøet de lever i, har en sammenheng. Faktorene knyttet til dyret som tidligere har vist signifikante sammenhenger, er halthet (Freigang et al., 2023; Heyerhoff et al., 2014; Kielland et al., 2009), laktasjonsstadiet (Heyerhoff et al., 2014; Kielland et al., 2009), laktasjonsnummer (Freigang et al., 2023; Kielland et al., 2009), og holdet på dyret (Freigang et al., 2023; Jewell et al., 2019; Kielland et al., 2009). Miljøbaserte faktorer, som kan kobles til besetningen dyrene lever i, knyttes til liggearealet til dyrene. Her viser studier at liggeunderlag (Heyerhoff et al., 2014; Jewell et al., 2019; Weary & Taszkun, 2000), mengde strø (Freigang et al., 2023; Jewell et al., 2019), strøtype og tørrheten på liggeplassen (Jewell et al., 2019), samt lengden på båsen (Heyerhoff et al., 2014; Jewell et al., 2019; Kielland et al., 2009), har sammenheng med skader på hasene. I tillegg har bruk av beite hatt effekt (Armbrecht et al., 2019; Burow et al., 2013), hvor studier i Norge viste at tid på året hadde

signifikant sammenheng (Kielland et al., 2009). Assosiasjon mellom tidspunkt for vurdering kan indikere at bruk av beite på sommeren har en innvirkning på haseskadene. Norge har kort beitesesong, hvor dyrene er oppstallet inne store deler av året sammenlignet med andre land (Barry et al., 2023). Ut ifra alle risikofaktorene nevnt over, kan man anta at skader på hasene er et komplekst problem, som påvirkes av mange ulike elementer.

Gjentagende høye forekomster i land der dyr oppstalles inne i fjøs store deler av året (Freigang et al., 2023; Jewell et al., 2019; Kielland et al., 2009) bekrefter at det ikke finnes en enkel løsning for å redusere haseskadene. I tillegg kan det være risikofaktorer som tidligere ikke er undersøkt i noen særlig grad, eksempelvis innenfor genetikken. Tidligere studier, som har undersøkt beneksteriøregenskaper mot klauv- og benhelse, har generelt vist svake korrelasjoner. Noen unntak ble funnet (Laursen et al., 2009; Ødegård et al., 2014), som tyder på at eksisterende egenskaper inkludert i avlsarbeidet har innvirkning på fot- og klauvhelsen.

Basert på tidligere studier kan det tenkes at eksteriør har betydning for hvor utsatt kuen er for haseskader. For å undersøke antagelsen kan en undersøke om skader på huden rundt hasene har sammenheng med fenotypiske eksteriørbedømming eller tilsvarende avlsverdier for eksteriøregenskaper. En avlsverdi er en teoretisk verdi av det genetiske materialet til dyret basert på informasjon fra slektninger og dyret selv (Vangen, 2021). Eksteriørbedømming er en direkte vurderinger av kyrne, hvor optimalverdiene varierer avhengig av egenskapen (Geno, 2019). Gjeldende eksteriøregenskaper for bein og kropp finnes i «Manual for eksteriørbedømming» (Geno, 2019, 2020a). Eksteriørvurderingene gjennomføres i dag av 18 kvalifiserte Tine rådgivere, som har felles opplæring i bruk av «Manual for eksteriørbedømming» to ganger i løpet av året (S. E. Skartveit, personlig kommunikasjon 07.06.2024). Forebygging av haseskader gjennom avlsarbeidet kan bidra til at vi kommer nærmere en reduksjon av den høye forekomsten i Norge.

Formålet med oppgaven er å undersøke om hårløse partier og sår på hasene har en sammenheng med eksteriøregenskaper på bein og klauv, fenotypisk og genetisk, for å vurdere om avlsarbeidet på norsk rødt fe (NRF) kan bidra til å redusere skader på hasene.

2. Material og metode

2.1 Datainnsamling

Dataene ble samlet inn fra 143 forskjellige løsdriftsfjøs fra år 2021 til 2022 gjennom prosjektet Kutrivsel. Utvalget av gårdene var geografisk stratifisert, basert på fylke, med en pseudorandom utvelgelse. Utvelgelsen ble basert på besetningslisten i Ku-kontrollen sortert etter produsentnummeret. Totalt var det 1244 besetninger på listen, hvor hver fjerde gård ble valgt. Utvelgelsen var pseudorandom basert på at noen fylker har en større andel melkebesetninger enn andre, som øker forekomsten og gjør at besetningsutvalget ikke er fullstendig tilfeldig. Grunnen er at fylkesnummeret har innvirkning på sorteringen av listen, ettersom det er inkludert i produsentnummeret. Totalt ble 311 besetninger kontaktet, hvor de selv valgte om de ønsket å bli med på prosjektet (Barry et al., 2023). For mer detaljer angående utvalg av besetninger i prosjektet se beskrivelse i Barry et al. (2023).

Individregistreringene ble samlet inn fra melkekyr i utvalgte besetninger og registreringene ble gjort av seks Welfare Quality kvalifiserte bedømmere. To av gårdene ble brukt som opplæringsbesetninger, og inkluderes i datagrunnlaget (Barry et al., 2023).

Individregistreringene som ble innsamlet er basert på Welfare Quality protokollen (WelfareQuality, 2009), som videre i teksten blir kalt WQ-protokollen. Systematisk tilfeldig utvalg av dyr i fjøset ble gjort, hvor annet hvert dyr som ble valgt ut, og huden rundt hasen ble vurdert på enten høyre eller venstre side (Barry et al., 2023). Forandringer i huden ble kategorisert til en av fire kategorier, 0-3, basert på det fenotypiske utseende til hasen (WelfareQuality, 2009), se tabell 1 for beskrivelse. Oppgaven fokuserer på kategori 1 og 2, basert på at kategori 3 trolig har en annen årsakssammenheng (Potterton, Green, Harris, et al., 2011). Kategorien som ble registrert per ku er den som gav det alvorligste fenotypiske utseende på utvalgt hase (Barry et al., 2023). Ettersom en ku-hase kan inneholde flere kategorier, blir kategori 1 og 2 slått sammen under fellesbetegnelsen «skader på hasene» videre i analysen. Kravet for at forandringene i huden skulle bli notert som skader på hasene var at diameteren på den bredeste kanten av det hårløse partiet eller lesjonen måtte være større eller lik to centimeter (WelfareQuality, 2009).

Tabell 1 Beskrivelse av de ulike kategoriene for hasevurderingene (WelfareQuality, 2009).

Kategori 0	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
Normal hase, hvor diameteren på mulig hårløst område ikke overstiger to centimeter.	Hase som har et hårløst område, hvor huden ikke er skadet.	Skadet hase enten med sår dannelse eller skorpe, som refereres til en lesjon.	Hase som har hevelse.

Figur 1 er hentet fra WQ-protokollen, og illustrerer de ulike gradene av skader på hasene, som Kutrivsel baserer sin vurdering på, samt lokasjonen. Figuren inneholder tre bilder, som hver representerer en gitt kategori fra tabell 1. Kategori 3 illustreres ikke i protokollen.



Figur 1 Illustrerer de ulike kategoriene i vurderingen av hasene. Figur 1A er et kontrollbilde som viser en ku med normal hase, tilsvarende kategori 0. Figur 1B gir et bilde på kategori 1 for et hårløst område, mens C viser hvordan en haselesjon ser ut (kategori 2) (WelfareQuality, 2009).

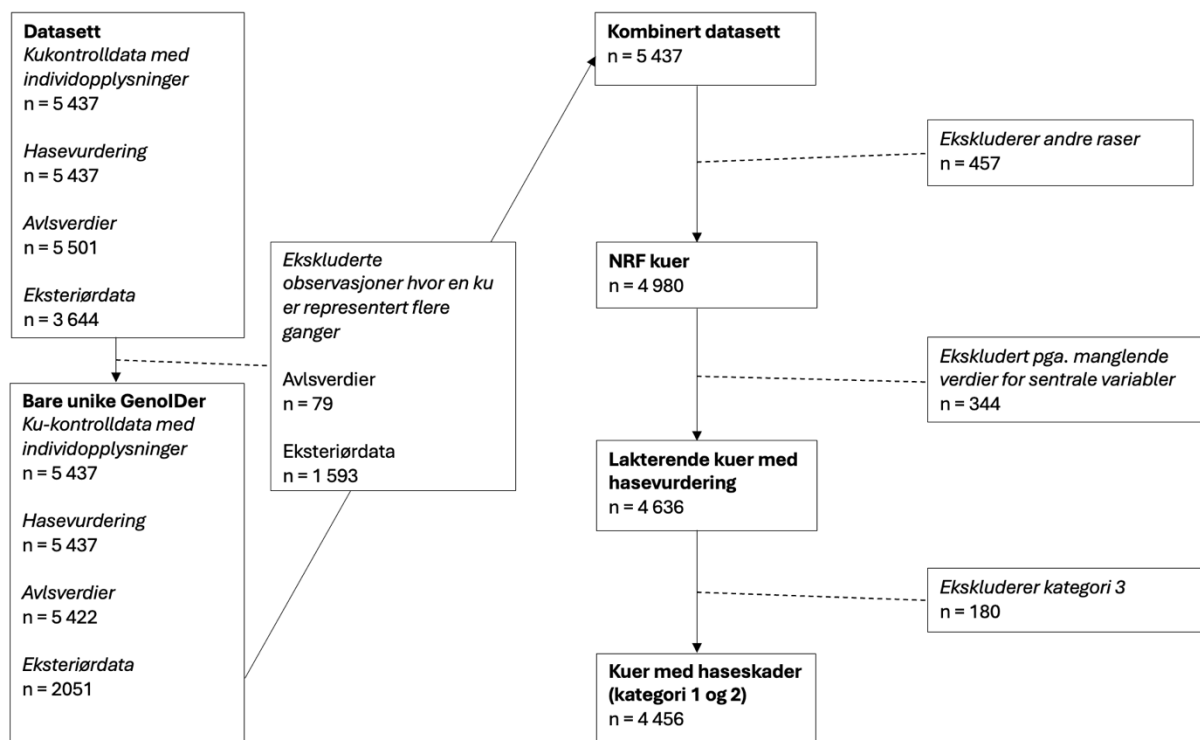
2.2 Data-analyse

Dataene innsamlet gjennom Kutrivsel prosjektet ble slått sammen med avlsverdier for relevante eksteriøregenskaper på bein og kropp utlevert av Geno, samt tilsvarende fenotypiske eksteriørvurderinger, gjennomført av Tine rådgivere. Fenotypisk eksteriørvurdering var bare tilgjengelig for en mindre andel av dyrene vurdert i prosjektet. Veileder anonymiserte filene før deling, slik at bare ID-nummeret på kuen var kjent.

2.2.1 Datahåndtering

Første steg var å koble sammen filene. Gjentakende observasjoner ble fjernet for at hver ku hadde en unik observasjon hver. Unik betyr at kuene bare er representert en gang, for å lettere

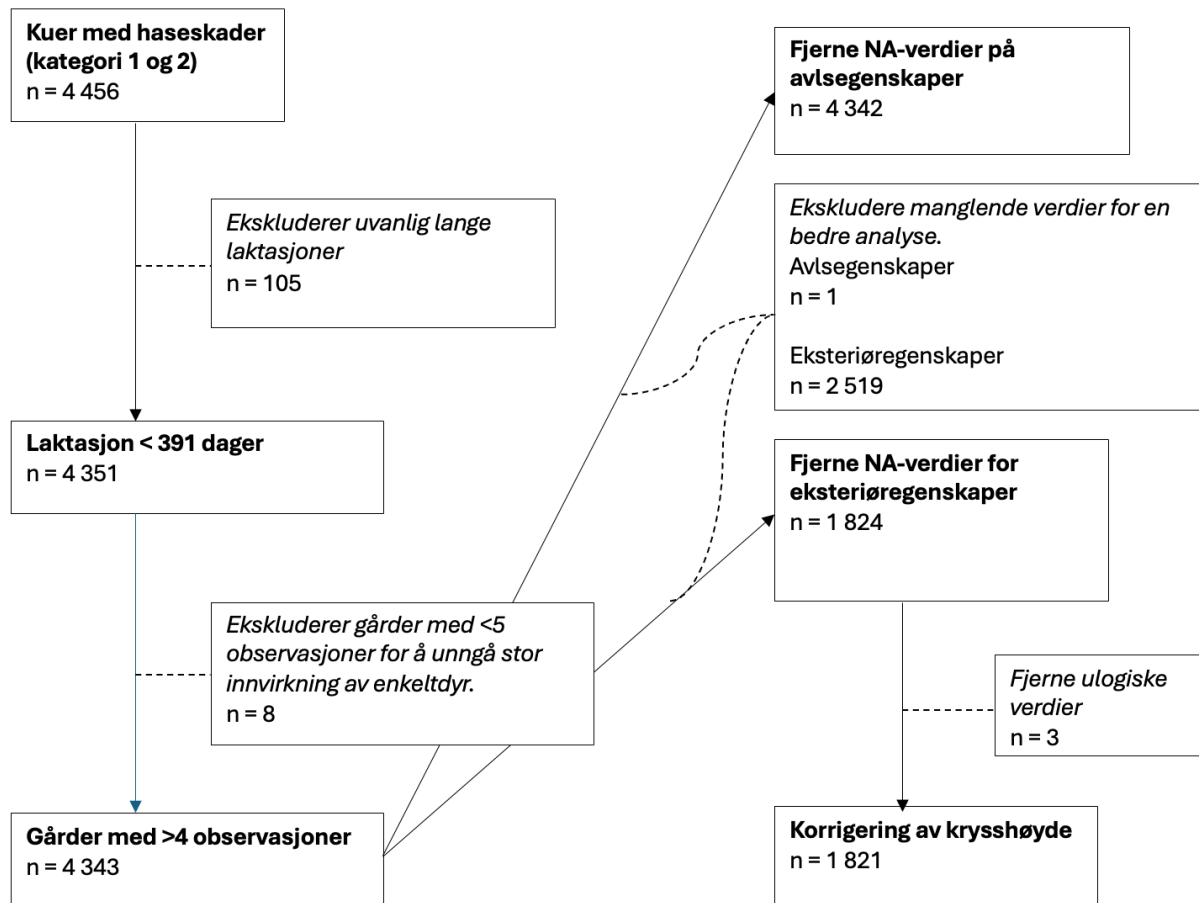
kombinere de ulike filene. Videre ble andre raser enn NRF ekskludert. Det ble satt krav til at kalvingsdatoen måtte være kjent og at dyrene hadde vurdering av hasene. Grunnen var at kuer med hasevurdering skulle være inne i en laktasjon. Samtidig ekskluderes kategori 3 fra datagrunnlaget. Antall observasjoner etter kontroll og sammenslåingen av datasettet var 4 456. En detaljert beskrivelse over første del av datahåndteringen illustreres av figur 2, med oversikt over antall observasjoner igjen etter hvert steg.



Figur 2 Flytskjema over datahåndteringen. Her inkluderes totalt antall observasjoner fra hvert datasett, ved kombinering, samt antall observasjoner for videre steg til det er igjen lakterende kuer med hasevurdering for kategori 0, 1 og 2.

Dataene ble sjekket, og gjentakende observasjoner og observasjoner med manglende verdier ble fjernet. Figur 3 viser en detaljert oversikt over framgangsmåten til andre del av datahåndteringen, som videre utvikler figur 2. Det ble satt krav til gård og laktasjonsstadiet. På gårdsnivå ble gårder med under fem observerte kuer fjernet, hvor det totalt ble igjen 141 gårder. For laktasjonsstadiet ble det satt en begrensning på 390 dager ut i laktasjon, som ekskluderte 115 kuer med uvanlig lange laktasjoner. Til slutt deles det inn i to datasett, ett med avlsverdier og ett med fenotypiske eksteriøregenskaper. Det er relativt likt antall observasjoner for avlsverdiene, hvor bare en ku mangler data. Eksteriøregenskaper, som nevnt tidligere, har færre observasjoner totalt. Etter full kvalitetskontroll blir det igjen 1 907

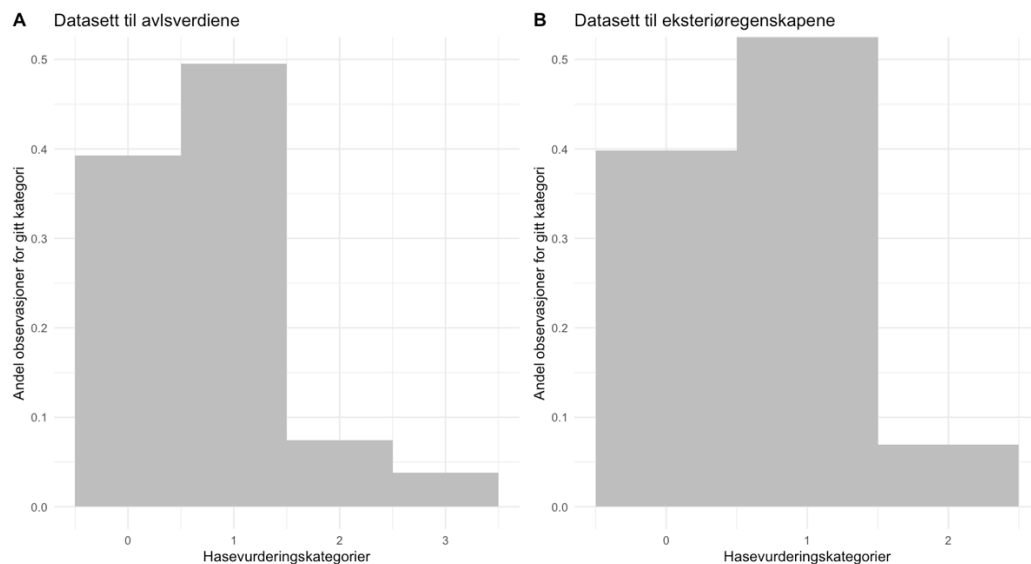
observasjoner. For eksteriøregenskapen krysshøyde ble tre ulogiske verdier ekskludert. Egenskapen måles i centimeter, og to kuer var målt til å være 0 cm høye og én var målt til 178 cm.



Figur 3 Flyttdiagram over videre datahåndtering, som viser antall observasjoner i ulike steg.

2.2.2 Hasevurdering

Figur 4 viser en relativt lik fordeling av hasevurderingskategoriene inkludert for videre arbeid på datasettene. Majoriteten av observasjonene befinner seg i kategori 1, og kategori 2 har minst observasjoner. Forekomsten av haseskader for datasettet til avlsverdiene og eksteriøregenskapene var respektivt på 59.2% og 60.2%, med små forskjeller på kategori 1 og 2. Kategori 0 var omtrent på 40% i begge datasettene.



Figur 4 Oversikt over fordelingen av dataene. 4A tilsvare datasettet for avlsverdi, mens 4b illustrerer tilsvarende for eksteriøregenskapene.

2.2.3 Fordeling av dataene fra prosjektet

Demografisk oversikt over dataene gitt av prosjektet Kutrivsel er vist i tabell 2, som tar utgangspunkt i datasettet før det deles i to. Her er det informasjon angående størrelse på besetning, antall kuer vurdert per besetning, laktasjonsstadiet og holdvurderinger fra de 141 gårdene. Holdvurderingene har noen flere manglende verdier, som gjør at antall observasjoner er noe lavere enn de foregående variablene.

Tabell 2 Beskrivende statistikk over kuene i datasettet, hentet fra prosjektet Kutrivsel. Her inkluderes antall observasjoner (n), gjennomsnitt og standardverdi (SD), median, første ($1Q$)- og tredje ($3Q$) kvartil, samt minimumsverdien (min) og maksimumsverdien (max). Første kvartil tilsvare 25% av observasjonene, mens tredje kvartil tilsvare 75% av observasjonene.

Variabel	Kuer, n	Gjennomsnitt (SD)	Median	$1Q / 3Q$	Min/max
Besetningsstørrelse (ant. kuer)	4 343	54 (19)	53	39 / 65	18 / 117
Antall kuer med hasescore per besetning	4 343	37 (6)	37	30 / 41	18 / 54

% av antall kuer	4 343	72 (13)	69	69 / 80	46 / 100
med hasevurdering					
per besetning					
Laktasjonsstadiet	4 343	171 (102)	169	78 / 258	1 / 390
Holdvurdering	4 333	3.2 (0.5)	3	3 / 3.5	1 / 5

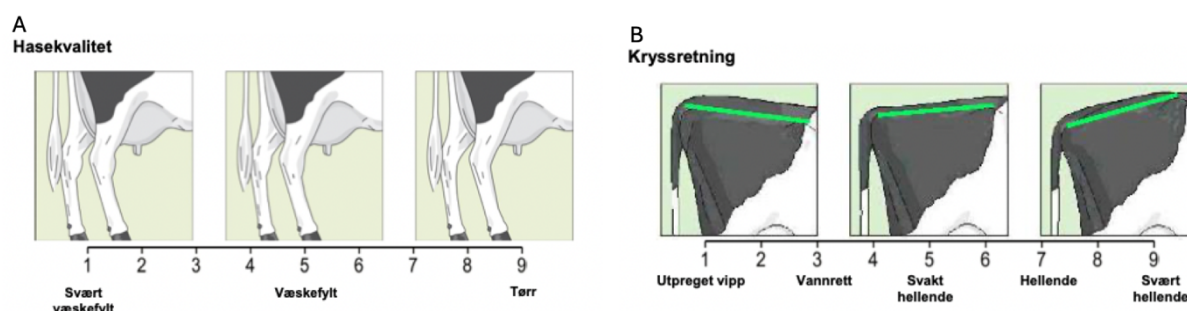
2.2.4 Eksteriørvurdering

Tabell 3 gir en oversikt over relevante eksteriøregenskaper for kropp og bein med optimumsverdiene på NRF, ifølge Geno sine beregninger (Geno, 2016). Forklaringen på hva man legger i optimumsverdiene er inkludert i tabell 3, og mer detaljert beskrivelse finnes i «Manual for eksteriørbedømming» (Geno, 2019). Flesteparten av verdiene vurderes på en skala fra en til ni. Unntaket er krysshøyde som måles i centimeter (Geno, 2019).

Tabell 3 Relevante eksteriøregenskaper for kropp og bein med oversikt over optimumsverdier (Geno, 2016), samt en beskrivelse på hva verdiene betyr (Geno, 2019).

Egenskap	Optimal verdi	Forklaring
<i>Beinstilling bak</i>	8	<i>Parallele linjer mellom hasespissene ned mot klauvspalten</i>
<i>Kodeledd</i>	5	<i>45 graders vinkel på kodeleddet</i>
<i>Hasevinkel</i>	5	<i>Vinkel på 150-155 grader</i>
<i>Hasekvalitet</i>	9	<i>Tørre haser, uten tegn til væske</i>
<i>Beinbygning</i>	7.5	<i>Fin beinbygning. Noe tynnere bein.</i>
<i>Korketrekkerklauv</i>	9	<i>Ingen vridning på klauven</i>
<i>Krysshøyde</i>	135-145cm	
<i>Melketype</i>	5.5	<i>Ribbeina sin retning fra siden skal være «åpen og lang»</i>
<i>Overlinje</i>	6.5-7	<i>Helt rett rygg</i>
<i>Kroppsdybde</i>	6	<i>Magebredden skal være noe større enn avstanden fra gulvet opp til magen.</i>
<i>Brystbredde</i>	5.5	<i>Middels avstand mellom framføttene i skulderhøyde</i>
<i>Kryssretning</i>	5	<i>Svakt hellende kryss.</i>
<i>Kryssbredde</i>	5	<i>Avstand mellom setebensknokkene er omtrent 18cm</i>

Figur 5 illustrerer skalaen for to eksteriøregenskaper, hentet fra «Manual for eksteriørbedømming» (Geno, 2019).



Figur 5 Eksempler på vurderingsskalaen til eksteriøregenskapene hasekvalitet (A) og kryssretning (B) (Geno, 2019).

Tabell 4 viser en oversikt over eksteriøregenskapene til de 1824 kuene, som har blitt eksteriør bedømt.

Tabell 4 Beskrivende statistikk for relevante eksteriøregenskaper på bein og kropp, inndelt i hvilken kroppsdel de tilhører. Tabellen inneholder antall observasjoner (n), gjennomsnitt og standardverdi (SD), median, første- (1Q) og tredje (3Q) kvartil, i tillegg til minimumsverdien (min) og maksimumsverdien (max). 25% av observasjonene vises i første kvartil, mens tredje kvartil tilsvarer 75% av observasjonene. Data er hentet fra Geno.

Kroppsdel	Egenskap	Kuer, n	Snitt (SD)	Median	1Q / 3Q	Min / Max
Bein	<i>Beinstilling bak</i>	1 824	5.46 (1.29)	6	5 / 6	1 / 9
	<i>Kodeledd</i>	1 824	5.06 (1.08)	5	4 / 6	1 / 8
	<i>Hasevinkel</i>	1 824	5.34 (1.18)	5	5 / 6	2 / 9
	<i>Hasekvalitet</i>	1 824	5.62 (1.24)	6	5 / 6	1 / 9
	<i>Beinbygning</i>	1 824	5.66 (1.06)	6	5 / 6	2 / 9
Klauv	<i>Korketrekkerklauv</i>	1 824	7.57 (1.87)	8	7 / 9	1 / 9
Kropp	<i>Krysshøyde (cm)</i>	1 821	138 (3.54)	138	136 / 140	126 / 155
	<i>Melketype</i>	1 824	4.36 (0.96)	4	4 / 5	2 / 7
	<i>Overlinje</i>	1 824	6.08 (1.14)	6	5 / 7	1 / 9
	<i>Kroppsdybde</i>	1 824	5.00 (1.11)	5	4 / 6	2 / 8
	<i>Brystbredde</i>	1 824	4.70 (1.01)	5	4 / 5	1 / 8

<i>Kryssretning</i>	1 824	5.05 (1.24)	5	4 / 6	1 / 9
<i>Kryssbredde</i>	1 824	4.95 (0.97)	5	4 / 6	2 / 9

2.2.5 Avlsverdier

Oversikt over relevante avlsverdier for eksteriøregenskaper vises i tabell 5, som inkluderer totalt 17 avlsverdier fordelt på bein, kropp, klauv og kroppsvekt. Alle indeksene er standardisert med 100 som gjennomsnitt. Framgangsmåten på utregningen av relevante avlsverdier kan finnes på «Description of national genetic evaluation systems» (Geno, 2023b), og beskrivelse av de ulike eksteriøregenskapene avlsverdiene er basert på finnes i «Manual for eksteriørvurderinger» (Geno, 2019) og på Geno sine nettsider (Geno, 2020a).

Avlsverdiene for klauvhelse er basert på informasjon innlagt av klauvskjærere (Ødegård, 2017). Totalt var det 4 342 kuer som hadde informasjon om både haseskader og avlsverdier.

Tabell 5 Relevante avlsverdier som brukes videre i analysen, hvor dataene er hentet fra Geno. Tabellen inneholder antall observasjoner (n), gjennomsnitt og standardverdi (SD), median, første- (1Q) og tredje (3Q) kvartil, i tillegg til minimumsverdien (min) og maksimumsverdien (max). 25% av observasjonene vises i første kvartil, mens tredje kvartil tilsvarer 75% av observasjonene.

Kropps- del	Avlsverdi	Snitt (SD)	Median	1Q / 3Q	Min / Max
Bein	<i>Beinstilling bak</i>	99.9 (8.3)	100.1	95 / 105	65 / 129
	<i>Kodeledd</i>	100.3 (10.3)	100.6	94 / 107	56 / 140
	<i>Hasevinkel</i>	99.9 (9.2)	100.1	94 / 106	58 / 136
	<i>Hasekvalitet</i>	100.3 (11.0)	100.2	93 / 107	58 / 142
	<i>Beinbygning</i>	100.3 (11.4)	100.7	93 / 108	57 / 143
Klauv	<i>Klauvkvalitet</i>	99.9 (9.2)	100.4	94 / 106	62 / 135
	<i>Korketrekkerklauv</i>	99.9 (9.5)	100.6	94 / 106	62 / 131
	<i>Forfangenhets- relaterte klauvlidelser</i>	100.2 (9.2)	100.3	94 / 106	66 / 131
	<i>Infeksiøs klauvlidelse</i>	99.9 (8.3)	100.5	95 / 106	61 / 126

Kropp	<i>Krysshøyde</i>	99.7 (10.6)	99.0	93 / 106	60 / 150
	<i>Melketype</i>	99.9 (12.2)	98.9	93 / 107	43 / 166
	<i>Overlinje</i>	100.0 (9.4)	100.2	94 / 106	59 / 134
	<i>Kroppsdybde</i>	100.4 (9.7)	100.5	94 / 106	62 / 134
	<i>Brystbredde</i>	99.9 (10.0)	100.0	94 / 106	64 / 137
	<i>Kryssretning</i>	100.2 (9.2)	100.2	94 / 106	64 / 145
	<i>Kryssbredde</i>	99.8 (11.3)	99.6	93 / 107	60 / 154
Vekt	<i>Slaktevekt</i>	99.8 (9.8)	99.8	93 / 107	61 / 133

2.3 Statistisk analyse

Før statistisk analyse ble hasescore en og to sammenslått til en ny binær variabel. Her tilsvarer en og to skader på hasene ($n_{avl} = 2632$, $n_{eksteriør} = 1098$), mens kategori null tilsvarer ingen skader på hasene ($n_{avl} = 1994$, $n_{eksteriør} = 726$). Det endelige datasettet hadde 4342 observasjoner for avlsverdiene og 1824 observasjoner for eksteriørbedømmingen.

Analysen ble delt i to; 1. Undersøkelse av ikke genetiske faktorer og fenotypiske trender, og 2. Logistisk regresjon for å undersøke mulig sammenheng mellom hasescoren og avlsverdien for relevante eksteriøregenskaper. Analysene ble gjennomført i programmeringsverktøyet RStudio, hvor pakkene «tidyverse», «ggplot2», «dplyr», «tibble», «psych», «rcompanion», «ggpubr» og «kableExtra» ble brukt (PositTeam, 2024). Det ble bestemt på forhånd et signifikansnivå på 0.05 for å bestemme om det var en signifikant forskjell fra null. Chat GPT ble brukt som et hjelpemiddel ved utforming og feilsøking av noen koder, som er brukt for å analysere datasettet (OpenAI, 2024). Videre justering og kvalitetssikring av utformede koder ble gjort i RStudio (PositTeam, 2024).

2.3.1 Ikke-genetiske faktorer

Ikke-genetiske faktorer ble undersøkt basert på mulig innvirkning av hasescore-verdien hver enkelt ku har fått. En Pearson-kji-kvadrat-test ble utført, for å undersøke om det var en signifikant sammenheng mellom hasescoren og den respektive variabelen (Pearson, 1900). Om p-verdien var under bestemt signifikansnivå på 0.05, ble sammenhengen satt som signifikant og inkludert i modellen i steg 2.

Fem ulike faktorer ble undersøkt: gård, laktasjonsstadiet, kalvingsnummer, besøks sesong og bedømmer. Faktorene ble faktorisert og gruppert, avhengig av hvilken variabel det var. Laktasjonsstadiet ble inndelt i intervall på 30 dager etter kalving opptil 390 dager ut i laktasjon. Laktasjonsnummer ble delt inn i ulike grupper, hvor de eldre kuene, med mellom 4 og 11 kalver, ble kombinert til en gruppe. Førstegangs-, andregangs- og tredje gangskalvende hadde egne individuelle grupper. Besøks sesong for bedømming av hasene tilsvarer besøks månedene inndelt i tre perioder som inneholder tre måneder hver. Periode 1 inneholder høstmånedene september, oktober og november, periode 2 vinter månedene desember, januar og april, mens tredje periode består av mai, juni og juli, og tilsvarer sommer/vår-sesongen. Bedømmer forblir uendret, med seks individuelle grupper for hver enkelt bedømmer. Halthet og hold ble ikke inkludert basert på ukjent årsakssammenhengen mellom halthet og haseskader (Jewell et al., 2019; Sadiq et al., 2017), og sammenhengen mellom hold og laktasjonsstadiet (Geno, 2020b).

2.3.2 Fenotypiske eksteriørbedømmelse

Mulig sammenheng mellom hasescore og eksteriøregenskapene ble undersøkt ved å plote fordeling av hasescore per kategori (1-9) for eksteriøregenskapene. Figurene med visuelle trender presenteres i resultatdelen.

2.3.3 Logistisk regresjon av avlsverdier for eksteriøregenskaper.

En logistisk regresjonsanalyse ble gjennomført for å undersøke om relevante avlsverdier hadde sammenheng med hasescoren. Avlsverdiene blir inkludert i modellen en om gangen. Formelen under illustrerer modellen, hvor β_0 er estimatet, hasescore er binær-responsen (y), og avlsverdi er inkludert som en fast effekt, $\beta_1 x_1$. Modellen korrigerer for de faste effektene, som ble funnet signifikante i steg 1 av analysen. Effektene representeres på samme måte som avlsverdiene, bare som $\beta_2 x_2$ og så videre. En odds ratio av $\beta_1 x_1$ kjøres for signifikante avlsverdier, for å finne ut hvor mye oddsen for haseskader øker ved en enhetsøkning av $\beta_1 x_1$. Et konfidensintervall for odds ratio inkluderes for å bekrefte den signifikante sammenhengen. Intervallet må være over en for at det skal regnes som en signifikant sammenheng (Mendenhall & Sineich, 2014).

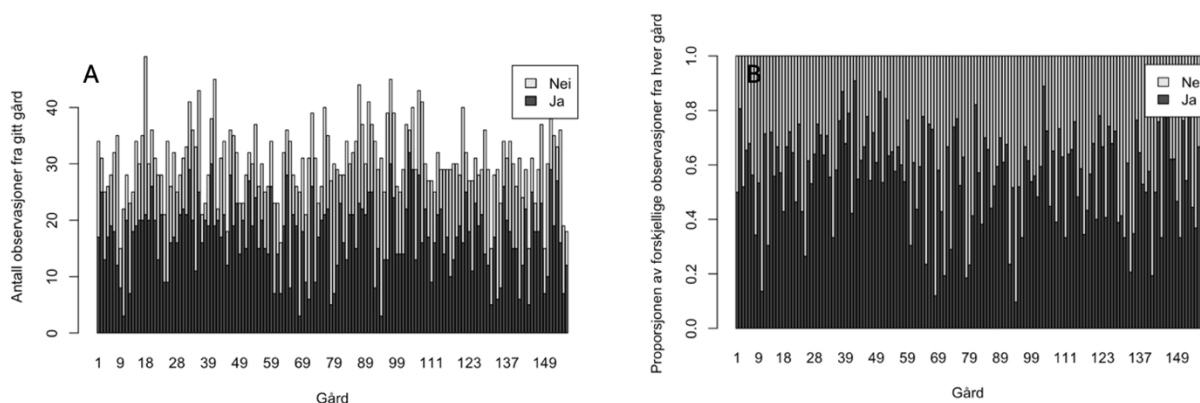
$$P(y = 1) = \frac{\exp(\beta_0 + \dots + \beta_k X_k)}{1 + \exp(\beta_0 + \dots + \beta_k X_k)}$$

3. Resultat

3.1 Ikke genetiske faktorer

Gård

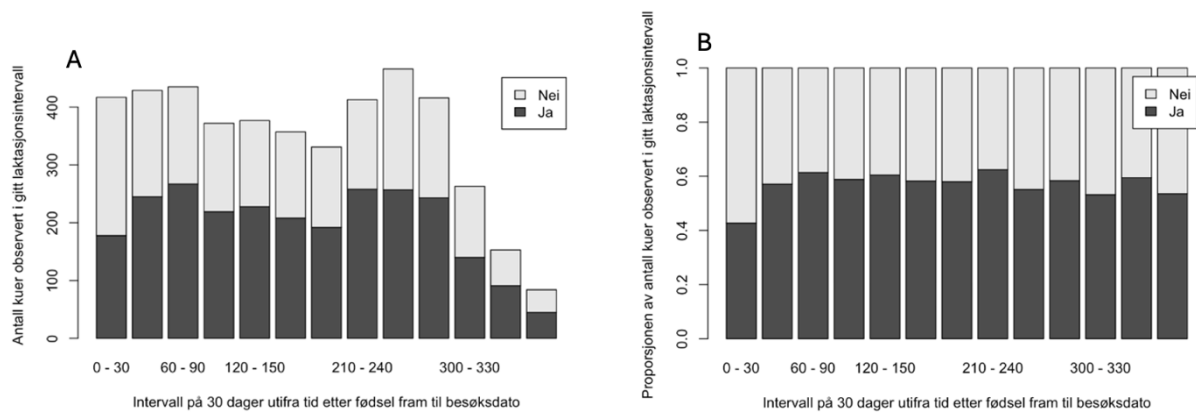
Figur 6 illustrerer variasjonen i hasevurderingene mellom besetninger. Figur 6A viser stor variasjon i antall observasjoner med og uten skader for de ulike gårdene inkludert i prosjektet. For å gi et sammenlignbart bilde mellom besetningen viser figur 6B andel haseskader for hver gård. Her ser man en tydelig forskjell i forekomsten av haseskader hos de ulike besetningene.



Figur 6 6A viser andelen kyr med hasevurdering for hver besetning, hvor det samme vises proporsjonert i 6B for å kunne sammenligne hver gård basert på ulikt antall dyr i besetningen. Kategoriene vises som nei eller ja, hvor ja tilsvarer skader på hasene, mens nei er normal hase uten skader.

Laktasjonsstadiet

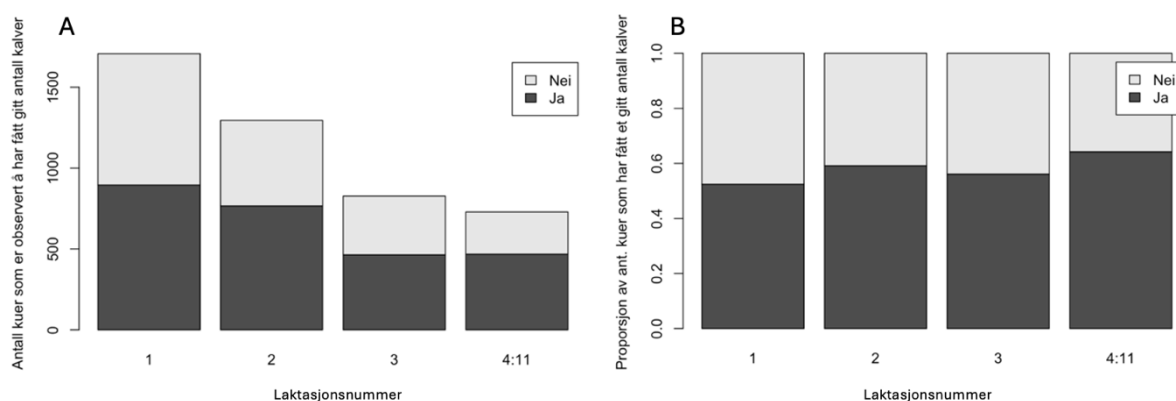
Variasjon mellom ulike perioder i laktasjonen vises i figur 7. Her er det vist på samme måte som for besetninger, hvor det er inndelt i antall observasjoner og proporsjoner med og uten skader på hasene. 7A illustrerer forskjellen i antall kuer fra hvert intervall, hvor det er færre etter 300 dager ut i laktasjonen. Figur 7B gir et sammenlignbart grunnlag, hvor man ser noe variasjon mellom intervallene etter hvor lenge kuen har vært i laktasjon. Første intervallet viser den laveste forekomsten av skader på hasene. Deretter øker det betraktelig i andre og tredje, med en svak reduksjon i antall haseskader videre ut i laktasjonen.



Figur 7 Andel kyr med skader på hasene for ulike laktasjonsintervall (30 dagers intervall), vist i 7A. 7B viser 7A proporsjonert, for å sammenligne intervallene. Kategoriene vises som nei eller ja, hvor ja tilsvare skader på hasene, mens nei er normal hase uten skader.

Laktasjonsnummer

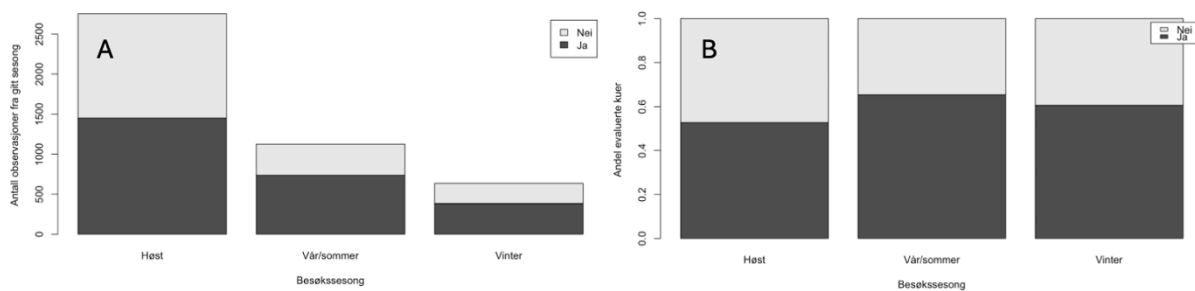
Tid i produksjon er angitt som laktasjonsnummer, hvor figur 8 viser variasjon i haseskader avhengig av antall laktasjoner kuen har. Figur 8A viser antall observasjoner totalt for hver gruppe. Her ser man at det er mest observasjoner for førstegangskalvere, hvor det deretter reduseres betraktelig ettersom kuene blir eldre. Figur 8B viser proporsjoner med skader på hasen for å gjøre det sammenlignbart. Her ser man en svak tendens til at lengre tid i produksjon gir en litt høyere risiko for haseskader.



Figur 8 Andelen kyr med hasevurdering for ulike laktasjonsnummer, i 8A. 8B er proporsjonert. Kategoriene vises som nei eller ja, hvor ja tilsvare skader på hasene, mens nei er normal hase uten skader.

Besøkstidspunkt

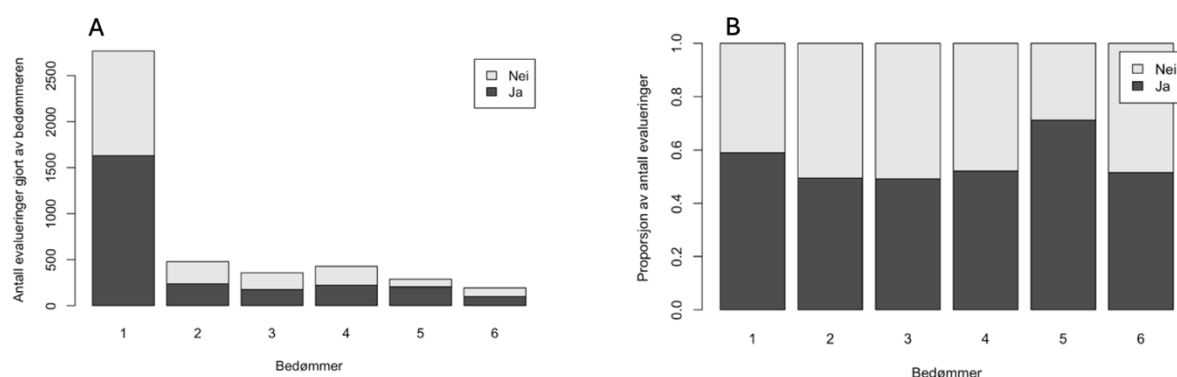
Figur 9A viser antall observasjoner fra hver besøks sesong, hvor det er mest i høstperioden, september, oktober og november. Figur 9B gir grunnlag for å sammenligne periodene, hvor man kan undersøke om sesong har en effekt på hasevurderingen. Man ser en forskjell mellom de tre ulike periodene. Her er det minst andel haseskader i høstsesongen, og mest i beitesesongen, vår/sommer.



Figur 9 Antall kuer observert for hasevurderinger i gitt sesong, vist i 9A. 9B gir et sammenlignbart bilde, hvor det er forskjell ut ifra hvilken måned dyrene er vurdert i. Kategoriene vises som nei eller ja, hvor ja tilsvare skader på hasene, mens nei er normal hase uten skader.

Bedømmer

Bedømmerne som har utført innsamlingen av dataene for Kutrivsel prosjektet er illustrert i figur 10 ut ifra antall observasjoner, og hasescore vurderingen på et sammenlignbart grunnlag. Figur 10A viser at bedømmer 1 har gjort majoriteten av bedømmelsen, og de fem andre har utført en mindre andel. Figur 10B viser hvordan andelen observasjoner er i forhold til skader på hasene, hvor man ser en tydelig variasjon mellom noen bedømmere. Spesielt bedømmer 5 har mye større andel vurderte haseskader enn de seks andre bedømmerne. Likevel ligger de fleste relativt likt, med unntak av bedømmer 1 og bedømmer 5, med tanke på andel observerte skader på hasene.



Figur 10 Antall observasjoner hver av de seks bedømmerne har gjort vises i 10A. 10B viser proporsjon kyr med hasevurdering. Kategoriene vises som nei eller ja, hvor ja tilsvarer skader på hasene, mens nei er normal hase uten skader.

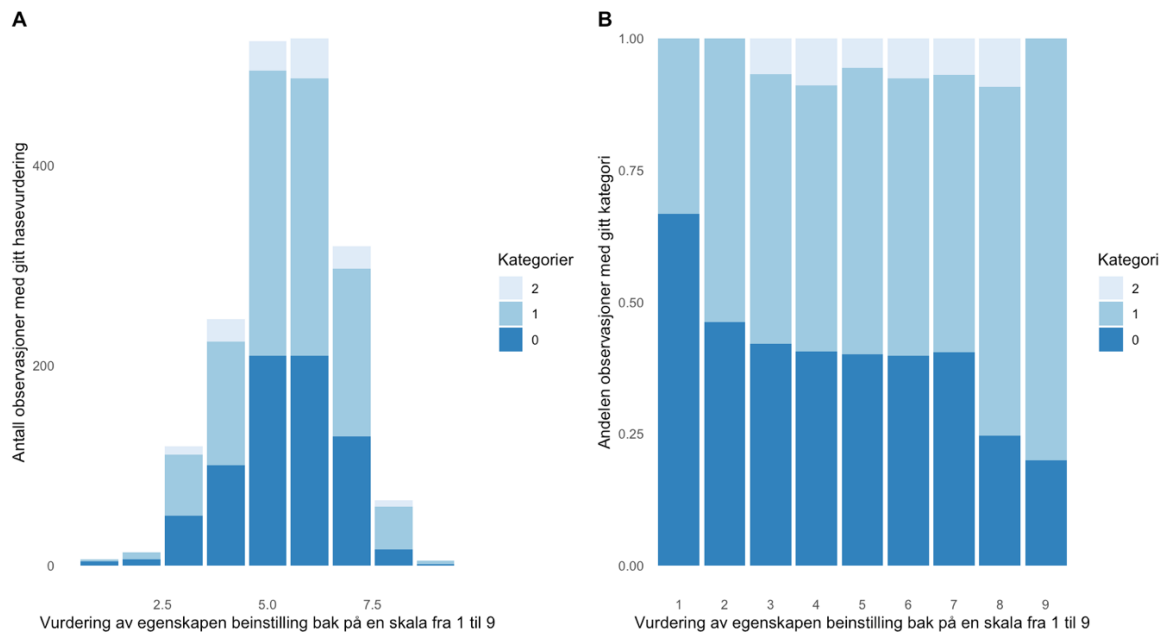
3.2 Sammenhenger mellom hasescore og ikke genetiske faktorer

Alle de ikke genetiske faktorene (besetning, laktasjonsnummer, laktasjonsstadiet, besøkssesong og bedømmer) viste signifikante sammenhenger med den binære hasescoren, hvor p-verdien var lavere enn 0.01. Basert på bestemt signifikansnivået, bekrefter faktorene at de kan inkluderes videre i analysen som faste effekter. Unntaket er bedømmer og besøkssesong ettersom variablene ikke kan skilles fra besetningen. Grunnen er at hver gård er bedømt en gang, av en gitt bedømmer.

3.3 Fenotypiske eksteriøregenskaper - Deskriptiv statistikk

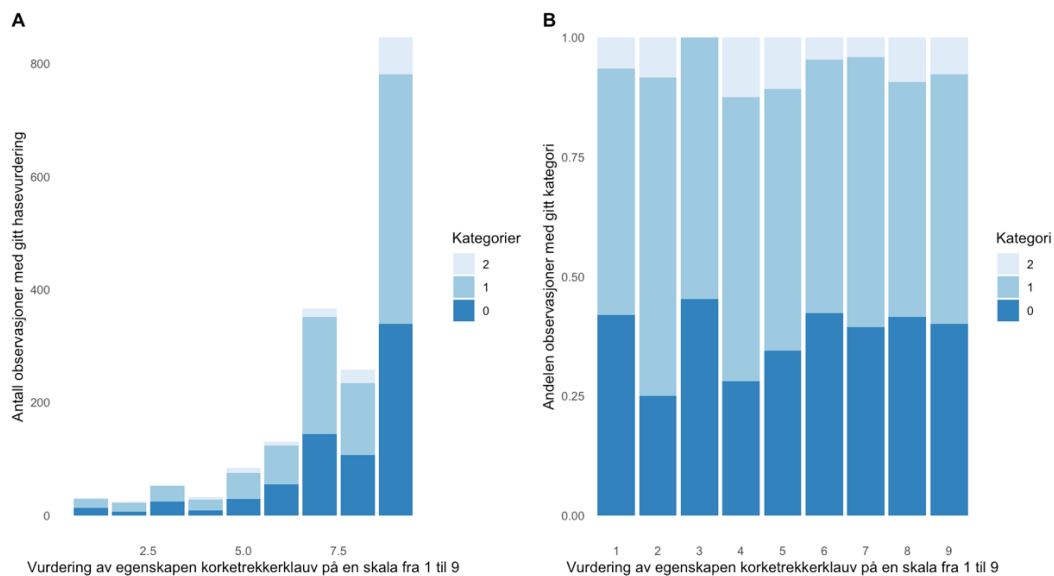
Basert på barplottene var ingen tydelig sammenheng mellom fenotypiske eksteriøregenskaper og hasescore (figur 11, 12 og 13), men en kunne se svake tendenser. Optimalverdiene ga ingen tydelige utslag sammenlignet med de andre verdiene på skalaen ved vurdering av hasescoren.

Flere barplott viste en svak økning i andel skader på hasene ved økende nummer på skalaen. Gjeldende egenskaper er beinstilling bak, hasekvalitet, kodeledd og melketype. Nevnte egenskaper viste en lignende fordeling som presenteres i figur 11B av beinstilling bak. Alle hadde en tilnærma normalfordeling, som presentert i figur 11A, med få observasjoner på ytterpunktene i skalaen.

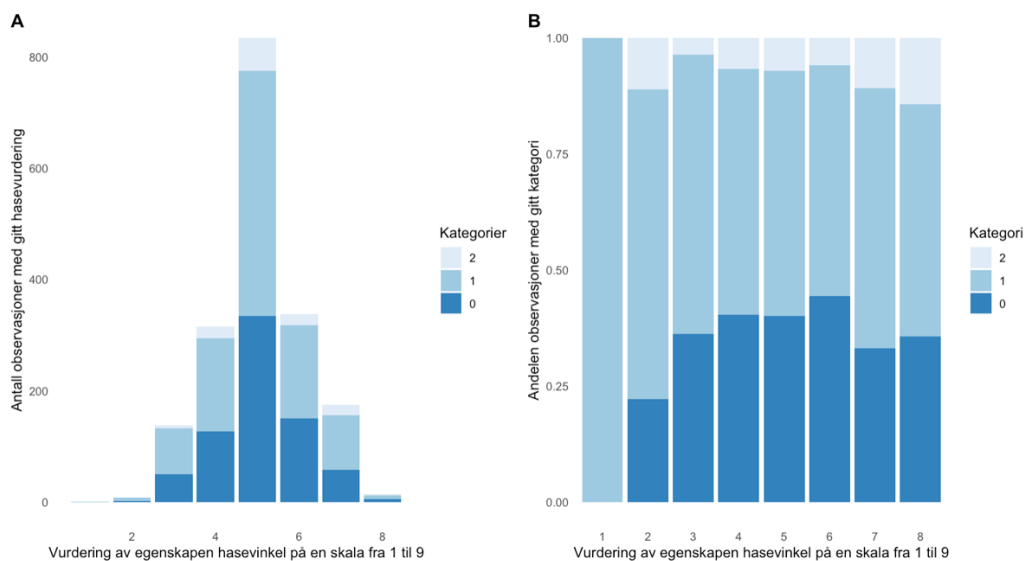


Figur 11 Fordeling av hasescore for ulike kategorier av eksteriøregenskapen beinstilling bak (11A). Figur 11B viser proporsjoner og en svak økning i mengde skader på hasene desto høyere verdi på beinstilling bak.

Egenskaper hvor antall skader på hasene ble redusert ved økende nummer på skalaen var korktrekkerklauv, hasevinkel og overlinje. Nevnte egenskaper illustreres av korktrekkerklauv i figur 12 og hasevinkel i figur 13. Alle er relativt normalfordelt, hvor ekstremverdiene en og ni hadde få observasjoner, presentert i figur 13A. Unntaket er korktrekkerklauv, som var skjevfordelt mot høyre (12A), hvor majoriteten av dyrene ikke hadde vridning på klauven.



Figur 12 Fordeling av hasescore for eksteriørvurdering av egenskapen korktrekkerklauv, hvor fordelingen per kategori vises i 12B. 12A gir en skjevfordelt fordeling av dataene, med vekt på høyresiden mot score 9 for ingen vridning på klauven.



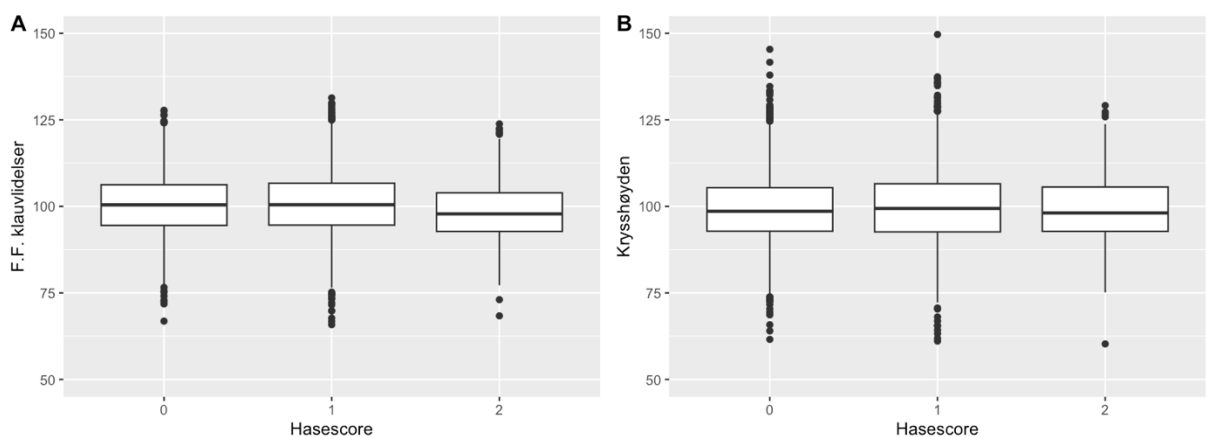
Figur 13 Fordeling av hasescore for eksteriørvurdering av egenskapen hasevinkel, på en skala fra en til ni. 13A viser tilnærma normalfordelt data, hvor 13B viser en trend i retning reduksjon i antall skader på hasene for høye verdier av kodeledd.

Egenskapene beinbygning, brystbredde, kroppsdybde, krysshøyde, kryssbredde og kryssretning hadde ingen tydelig trend, og blir derfor ikke presentert med figurer.

3.4 Sammenhenger mellom avlsverdier for eksteriøregenskaper og hasescoren

3.4.1 Deskriptiv statistikk - avlsverdiene

For å undersøke hvordan de 17 avlsverdiene fordeler seg for kyrne med hasescore i de tre kategoriene 0, 1 og 2 ble det lagd boxplott. Alle kategoriene holdt seg relativt likt med tanke på median rundt 100 ut ifra plottene, og viste ingen tydelig trend mellom gitte avlsverdier mot hasevurderingene. Unntakene er kategori 2 hos forfangenhetsrelaterte klauvlidelser (14A) og krysshøyden (14B), hvor median er noe lavere enn de andre kategoriene, vist i figur 14. Her ser man en svak tendens til at flere kuer har en lavere avlsverdi for egenskapene i gitt kategori.



Figur 14 Bokplott som viser fordelingen av avlsverdiene for kyr med hasescore 0, 1 og 2 for egenskapene forfangenhetsrelaterte klauvlidelser (A), og krysshøyden (B). F.F. klauvlidelser står for forfangenhetsrelaterte klauvlidelser.

3.4.2 Logistisk regresjon for å undersøke sammenheng mellom avlsverdier for hasevurdering.

Resultat fra regresjonsanalysen av avlsverdiene vises i tabell 6, hvor det gis informasjon angående p-verdi, estimat og standardfeilen for modellene. Analysen ga ingen signifikante sammenhenger, basert på det bestemte signifikansnivået, med unntak av avlsverdi for kryssretning. Avlsverdien for kryssretning har en signifikant p-verdi, markert i grønt. Et positivt estimat betyr at høyere avlsverdi gir større risiko for skader på hasene. En høyere avlsverdi på kryssretning tilsvarer et mer hellende kryss. Alle egenskapene har lite spredning som henviser til god sikkerhet i resultatene. For en lettere tolkning av estimatet i tabell 6 vises odds ratio for den signifikante sammenhengen under.

Tabell 6 Resultat fra de logistiske modellene, hvor man undersøker om det er en sammenheng mellom den binære hasevurderingen og de ulike avlsindeksene.

Kroppsdel	Avlsindeks	Estimat	SD	p-verdi
Ben	<i>Beinstilling bak</i>	0.001	0.004	0.881
	<i>Kodeledd</i>	-0.003	0.003	0.453
	<i>Hasevinkel</i>	0.003	0.004	0.493
	<i>Hasekvalitet</i>	-0.002	0.003	0.569
	<i>Beinbygning</i>	0.001	0.003	0.781
Klauv	<i>Klauvkvalitet</i>	-0.002	0.004	0.581
	<i>Korketrekkerklauv</i>	-0.002	0.004	0.640
	<i>Forfangenhetsrelaterte klauv lidelser</i>	-0.005	0.004	0.154
	<i>Infeksiøse klauv lidelser</i>	0.003	0.004	0.461
Kropp	<i>Krysshøyde (cm)</i>	0.004	0.003	0.273
	<i>Melketype</i>	0.003	0.003	0.303
	<i>Overlinje</i>	-0.004	0.004	0.319
	<i>Kroppsdybde</i>	-0.002	0.004	0.591
	<i>Brystbredde</i>	-0.000	0.003	0.892
	<i>Kryssretning</i>	0.008	0.004	0.035
	<i>Kryssbredde</i>	0.004	0.003	0.160
Vekt	<i>Slaktevekt</i>	0.005	0.003	0.197

Odds ratio viser hvor mye risikoen for haseskader øker, hvis avlsverdien økes med en enhet. Avlsverdien kryssretning har en odds ratio på 1.008. Det vil si at en økning i ett avlsverdipoeng gir en økt risiko for haseskader på 0.8%, som tilsvarer en svak sammenheng hvor forklaringsvariabelen forklarer lite av responsen. Odds ratio konfidensintervallet bekrefter signifikansnivået i tabell 5, hvor nedre og øvre grensen tilsvarer 1.00 og 1.01.

4. Diskusjon

Formålet med oppgaven var å undersøke om det eksisterer en sammenheng mellom avlsverdier for ben, klauv og kropp, samt tilsvarende eksteriøregenskaper, med forekomsten av skader på hasene. Målet ved oppgaven var å vurdere potensialet for å påvirke den høye forekomsten av haseskader gjennom avlsarbeidet på NRF. Diskusjonsdelen diskuterer resultatene i studien og mulig videre arbeid for å komme nærmere full forståelse av haseskader i norske melkebesetninger.

4.1 Sammenhenger med avlsverdiene og fenotypiske eksteriøregenskaper

Foreløpig er det lite informasjon angående sammenhengen mellom skader på hasene og gjeldende eksteriøregenskaper brukt i avlsarbeidet og under eksteriørbedømming.

Litteratursøket ga ingen tilsvarende forsøk gjort på storfe ved bruk av eksteriøregenskaper og skader på hasene. Likevel er lignende forsøk utført på klauv- og beinhelse på danske melkekuer, undersøkt mot beineksteriøregenskapene (Laursen et al., 2009). Resultatet viste en signifikant genetisk korrelasjon mellom fot-helsen hos dyrene og egenskapene beinbygning (0.26) og hasekvalitet (0.42). Fot-helsen ble definert som fravær av skader på føttene, og inkluderer haseinfeksjoner, hevelse på hasene og videre skader (Laursen et al., 2009).

Undersøkelsen er ikke direkte sammenlignbart med vår basert på at det ikke inkluderer skader på hasene isolert, samtidig som en annen statistisk modell blir brukt. Ødegård et al. (2014) utførte en lignende studie på NRF, basert på klauvhelse og tilsvarende beineksteriøregenskaper. Studien samsvarte med (Laursen et al., 2009) hvor det bare var funnet svake genetiske korrelasjoner (Laursen et al., 2009; Ødegård et al., 2014), som indikerer at det er vanskelig å redusere forekomsten av klauv- og beinlidelser ved bruk av eksteriøregenskapene. Unntaket i studien til Ødegård et al. (2014) var eksteriøregenskapen hasekvalitet mot korketrekkerklauv (-0.86).

Resultatene fra analysen av avlsverdiene viser at relevante eksteriøregenskaper brukt i dagens avlsarbeid på NRF, ikke har betydelig effekt på reduksjon av haseskader. Analysen viste ingen signifikante sammenhenger med haseskader, med unntak av avlsverdien kryssretning.

Kryssretning viste en svak sammenheng, hvor et mer hellende kryss gir en større risiko for skader på hasene (Geno, 2024). Likevel viser den svake assosiasjonen at avlsverdien har liten effekt på responsvariabelen, hasescore.

I midlertidig illustrerer sju av de fenotypiske eksteriøregenskapene svake trender med skader på hasene, som kan indikere at det er en mulig sammenheng. Korketrekkerklauv, hasevinkel og overlinje viser en økning i haseskader desto høyere verdi på skalaen kuen har fått, mens beinstilling bak, hasekvalitet, kodeledd og melketype illustrerer det motsatte. Antall observasjoner kan i noen tilfeller påvirke resultatet ved at enkeltdyr har større innvirkning på noen av søylene. Spesielt gjelder dette korketrekkerklauv på høyre siden, og verdiene 1 og 9 på skalaen for de andre egenskapene. Grunnen er at dette kan ha innvirkning på styrken på den visuelle trenden. Antagelsen støttes ut ifra analysen av avlsverdiene for tilsvarende egenskaper, hvor ingen ga utslag for signifikante sammenhenger. Likevel er avlsverdiene et estimat basert på innsamlet informasjon (Vangen, 2021), mens eksteriørvurderingene er direkte målinger av dyrene (Geno, 2020a). Videre statistiske analyser bør gjennomføres for å bekrefte mulig sammenhengen, og vurdere eventuell effekt mellom egenskapene og skader på hasene.

4.2 Sikkerheten i fenotypisk eksteriørvurdering og innsamling av data til avlsverdier

Basert på nylig statistikk over eksteriørvurderingene til Tine-rådgiverne, kan sikkerheten i tallene på eksteriøregenskapene diskuteres. Flere av kroppsegenskapene (brystbredde, overlinje, kryssretning, kryssbredde og melketype) og to av benegenskapene (hasevinkel og beinbygning) gir avvik mellom bedømmerne. Spesielt egenskapen melketype viser størst avvik, som henviser til et forbedringspotensial (S. E. Skartveit, personlig kommunikasjon, 07.06.2024). Nevnte kropps- og benegenskaper virker til å være utfordrende å bedømme likt, som kan påvirke resultatet. Samtidig indikerer standardavviket lite bruk av skalaen av gitte bedømmere (S. E. Skartveit, personlig kommunikasjon, 07.06.2024), som videre kan tolkes som lite variasjon på bestemte dyregrupper for gitte egenskaper. Snittet for majoriteten av de resterende relevante egenskapene vurdert av de forskjellige bedømmerne var nærme eller innenfor optimalt nivå (S. E. Skartveit, personlig kommunikasjon, 07.06.2024). Resterende egenskaper gir derfor relativt sikre tall på eksteriørbedømmelsen. Bedømmerne har to årlige møter for å vurderes opp mot hverandre, slik at de kan utføre eksteriørvurderingen så likt som mulig (S. E. Skartveit, personlig kommunikasjon, 07.06.2024).

Vurdering av benegenskapen hasekvalitet tar ikke hensyn til grovheten på dyret (Geno, 2019), som kan øke risikoen for å feilbedømme dyr med grovere beinbygning. Optimal vurdering av hasene burde foretas når hasene er tørre, uten tegn til væske, hevelse eller leddfylling (R.

Garmo, personlig kommunikasjon, 04.06.2024). Slike haser er ønskelige og gir optimalscore på skalaen (Geno, 2019). Likevel henviser statistikken til lite variasjon mellom bedømmerne, som indikerer at det er relativt lik vurdering av egenskapen (S. E. Skartveit, personlig kommunikasjon, 07.06.2024). Foreløpig ligger snittet på egenskapen godt under optimalt nivå (5.6), basert på datagrunnlaget tildelt fra Tine, hvor statistikken henviser til dårlig bruk av skalaen hos noen av bedømmerne (S. E. Skartveit, personlig kommunikasjon, 07.06.2024).

Optimalverdiene for fenotypisk eksteriørvurdering var utfordrende å finne. Tallene funnet fra 2016 (Geno, 2016) kan være utdatert basert på et dynamisk avlsmål, som endres kontinuerlig (Geno, 2023a). Samtidig ga «Manual for eksteriørbedomning» (Geno, 2019) ofte diffuse svar på hva som regnes som optimumsverdier på flere egenskaper.

4.3 Andre resultater

Forekomsten av haseskader kan knyttes til gården dyrene kommer fra, basert på den signifikante sammenhengen med besetning. Miljø- og management faktorer knyttet til driftssystemet kan ha en assosiasjon med resultatet, basert på at dyr i samme besetning påvirkes av det samme levmiljøet. Besetningsutvalget viser stor variasjon, som indikerer at gårdene har mulighet til å redusere forekomsten (Jewell et al., 2019). Tidligere er det vist at mykere underlag (Jewell et al., 2019; Kielland et al., 2009; Norring et al., 2008), dypstrø av sand eller jord (Freigang et al., 2023; Heyerhoff et al., 2014; Jewell et al., 2019; Weary & Taszkun, 2000), samt mer tilgang til beiteareal (Burow et al., 2013), har redusert forekomsten av haseskader. Kielland et al. (2009) viste at madrasser var et bedre alternativ, i motsetning til gumnimatter, for å redusere forekomsten. Liggearealutformingen har vist noe motstridende resultater. Lengden på båsen er diskutert, hvor flere studier viser at lengre båser reduserer risikoen for skader (Heyerhoff et al., 2014; Jewell et al., 2019), mens andre sier det motsatte (Kielland et al., 2009). Felles er at risikofaktorene nevnt over kan knyttes til besetningen basert på management, utformingen av husdyrrommet og ressurstilgangen på gården. Mangel på informasjon gjør at risikofaktorene nevnt over ikke kan bekreftes eller avkreftes.

Utvelgelsen av besetninger kan ikke garantere at man unngår et deltakelsesbias, basert på at gårdbrukerne selv bestemmer om de ønsker å delta i studien (Barry et al., 2023). Besetninger med en interesse for dyrevelferd og ønske om å forbedre seg kan trolig være gårdene som i all hovedsak ville være med på prosjektet. Resultatet kan derfor påvirkes ved at det ikke blir et representativt utvalg for norsk melkeproduksjon (Barry et al., 2023). Likevel viser dataene en

god spredning, som indikerer at det trolig ikke er tilfellet når det gjelder skader på hasene. Grunnen kan være at bønder selv ikke er bevist på hvordan gården ligger an i forhold til dyrevelferdsparameteren. Potterton, Green, Millar, et al. (2011) observerte at bønder som var bevisst på skader på hasene til dyrene hadde en lavere forekomst enn andre. Forklaringen kan være at vedkommende setter inn flere tiltak for å redusere skadeandelen (Potterton, Green, Millar, et al., 2011).

Laktasjonsstadiet viser en rask økning i skader på hasene etter det første intervallet, og deretter en svak reduksjon etter 90 dager ut i laktasjonen. Resultatene samsvarer til dels med Kielland et al. (2009), hvor dyr i et tidligere laktasjonsstadium har større andel skader på hasene. Grunnen kan skyldes at holdet endres basert på laktasjonsstadiet, hvor første delen av laktasjonen ofte bidrar til en reduksjon i fettlageret til dyret (Geno, 2020b). Spesielt fete dyr og dyr med høy ytelse har ofte et større tap (Geno, 2020b). Noen individ kan av den grunn lettere bli utsatt for haseskader, basert på at mindre fettvev gir dårligere beskyttelse rundt haseledet. Tidligere studier understøtter antagelsen ved at dyr i bedre hold har mindre risiko for haseskader (Freigang et al., 2023; Jewell et al., 2019; Kielland et al., 2009). Samtidig indikerer svak nedgang i haseskader at majoriteten vedvarer gjennom laktasjonen, hvor forekomsten kan skyldes gjentagende slag og skader i starten av laktasjonen (Jewell et al., 2019). Jewell et al. (2019) viste lignende trend når dyrene hadde liggematter og madrasser.

Laktasjonsnummer har en signifikant sammenheng med haseskader, hvor den deskriptive statistikken viser en svak gradvis økning i forekomsten desto flere laktasjoner dyrene har hatt. Assosiasjonen bekreftes av andre studier, hvor forekomsten økte desto eldre kuen var (Freigang et al., 2023; Kielland et al., 2009). Grunnen kan være at dyrene er utsatt for produksjonssystemet over lengre tid, som tidligere nevnt har flere risikofaktorer. Jewell et al. (2019) motsier funnet, hvor resultatene viste økt forekomst av haseskader hos førstegangskalvere sammenlignet med eldre kyr. Studien mente at kvige-oppstallingen hadde innvirkning, ved at majoriteten hadde halmsenger før første laktasjon. Yngre kyr var ikke vant til å ligge i båser, som trolig hadde innvirkning på forekomsten (Jewell et al., 2019).

Tidspunkt for besøket hadde sammenheng med skader på hasene, hvor vår/sommer månedene hadde noe høyere forekomst sammenlignet med vintermånedene, basert på den deskriptive statistikken. Armbrrecht et al. (2019) viser lignende resultat. Noen av gruppene i studien ble observert med noe større andel hudforandringer av alvorligere grad på sommeren sammenlignet med vintermånedene (Armbrrecht et al., 2019). I tillegg undersøkte Kielland et

al. (2009) dyr i løsdriftsfjøs i Norge, hvor besøkstidspunktet hadde effekt på forekomsten av haseskader, som samsvarer med resultatene. Grunnen kan være at skader på hasene påvirkes av oppstallingen i fjøset i løpet av vinteren, som vises gjennom sommermånedene. Mindre forekomst i høstperioden kan skyldes økt beitebruk med mykere liggeunderlag under sommersesongen, som kan bidra til å redusere forekomsten til ny inne periode. Burow et al. (2013) fant en lavere forekomst av haseskader av alle kategoriene ved økt beitebruk, som henviser til at beite har effekt. Likevel er det verdt å merke seg at hver gård bedømmes én gang i én gitt sesong, samtidig som det er stor variasjon i antall gårder besøkt for de ulike sesongene. Begge faktorene kan påvirke sikkerheten i resultatene, basert på variasjonene i besetningsutvalget.

Dataene viste en mulig bedømmelseeffekt, hvor det er en signifikant sammenheng mellom hvilken bedømmer som vurderte hasene. Selv om alle bedømmere ble kurset og validert opp mot hverandre (Barry et al., 2023), kan hasene ha fått en strengere eller mildere evaluering avhengig av hvilken person som vurderte dem. Likevel kan effekten skyldes at bedømmerne var uheldige med utvalgte besetninger, hvor det var en høyere forekomst av haseskader. Antagelsen er basert på at gårdene bare bedømmes én gang av én bestemt bedømmer. Ettersom alle i prosjektet hadde felles opplæring av hasevurderingen kan dette være en mulig forklaring (Barry et al., 2023). Alternativet var å fjerne fem av bedømmerne, men for å bevare mest mulig data ble alle inkludert. Samtidig er majoriteten av dataene innsamlet av bedømmer 1, som reduserer størrelsen på den mulige effekten.

4.4 Videre arbeid

4.4.1 Datainnsamlingen

Prosjektet hadde ikke som hensikt å undersøke årsaken til hvorfor haseskader forekommer (Barry et al., 2023). Flere variabler kunne blitt inkludert for å undersøke årsaken basert på studier med tidligere funn av risikofaktorer knyttet til dyrevelferdsparameteren. Faktorer knyttet til gården kunne vært gunstig å ha mer kunnskap om, blant annet tidspunkt og lengde på beitetiden (Burow et al., 2013), liggearealet til dyrene (Jewell et al., 2019; Kielland et al., 2009), strøtype (Jewell et al., 2019) og mengde strø (Jewell et al., 2019), samt hvilket liggeunderlag dyrene har (Jewell et al., 2019; Norring et al., 2008; Weary & Taszkun, 2000). I tillegg var hasevurderingen på dyret begrenset til en side, hvor den andre forblir ukjent. Flere undersøkelser har sett en trend til økt forekomst av skader på hasene på venstre side

(Heyerhoff et al., 2014; Kielland et al., 2009). Likevel er det optimalt å samle inn data på begge sidene, ettersom trenden på den respektive siden ikke var høy nok til at man utelukker den andre (Heyerhoff et al., 2014). Skader på en side kan samtidig gi større sannsynlighet for skade på den andre siden (Potterton, Green, Millar, et al., 2011). Økt forekomst av skader på hasen på venstre side kan gi et misvisende bilde på andelen basert på at rundt 50% av observasjonene av den respektive siden forblir ukjent. Grunnen er at omtrent halvparten av dyrene var vurdert på høyre siden, mens resterende ble vurdert på venstre. Videre undersøkelse av ikke-genetiske faktorer kan gi innsikt i mulige tiltak for å redusere haseskader ved å forbedre stellerutiner, management og husdyrrommets utforming.

Under innsamlingen av dataene ble kun den alvorligste kategorien på kuen notert (Barry et al., 2023). En ku har derfor muligheten til å få flere anmerkninger på hasen, som indikerer at kategoriseringen ikke er helt uavhengig av hverandre. Resultatene mine inkluderer sår (kategori 2) og hårløse partier (kategori 1), som en samlet variabel for å ta hensyn til den mulige avhengigheten mellom dem. Ulempen er at man mister sjansen til å vurdere hver enkelt kategori ved kombinerings (Sadiq et al., 2017), likevel viste kategori 1 og 2 lignende risikofaktorer (Potterton, Green, Harris, et al., 2011).

Kategori 3 ble ekskludert fra studien basert på antagelsen om at scoren er påvirket av andre risikofaktorer enn kategori 1, med unntak av strøtype (Potterton, Green, Harris, et al., 2011). Potterton, Green, Harris, et al. (2011) henviser til et behov for mer forskning for å undersøke risikofaktorene på hver enkelt kategori, og motsier antagelsen om at anmerking på hasene går i en kronologisk rekkefølge fra kategori 0 til 3 (Kester et al., 2014; Laven & Livesey, 2011). Ved videre arbeid kan en egen analyse gjennomføres for å undersøke om kategori 3 har en signifikant effekt med gitte eksteriøregenskaper. Likevel er det verdt å merke seg at utvalget av dyr som er vurdert til kategori 3 er lite (figur 2, $n = 180$).

4.4.2 Modellen

Lignende modell ble brukt av en studie som undersøkte sammenhengen mellom halthet og klauvsykdom (Bicalho et al., 2009, 2011). Flere variabler i steg 1 av analysen hadde signifikante effekt på hasevurderingene, men ble ikke inkludert videre i modellen. Grunnen er at variablene besøkssesong og bedømmer ikke kan skilles fra besetningseffekten, basert på at modellen bare inkluderer faste effekter. En annen modell, hvor besetning kan legges inn som tilfeldig effekt, kunne vært gunstig for å vise tydeligere sammenhenger mellom

forklaringsvariablene og responsen. Penev et al. (2019) brukte en mulig modell for videre arbeid, hvor gård ble inkludert som en tilfeldig effekt, med laktasjonsnummer og laktasjonsstadiet som faste effekter. Modellen henviser til en «mixed effect model», som består av både tilfeldige- og faste effekter (Aarnes, 2006). En modell som tar hensyn til flere faktorer kan potensielt gi andre resultater. Likevel understøtter den deskriptive statistikken antagelsen om at skader på hasene og avlsverdiene, med tilsvarende fenotypiske egenskaper, har svake eller ingen tydelige sammenhenger.

4.4.3 Haseskade som en egen egenskap

Forskning på norsk landssvin viser at skuldersår er en arvelig egenskap som kan inkluderes i avlsarbeidet (Lundgren et al., 2012). Skuldersår kan sees i sammenheng med haseskader basert på at begge knyttes opp mot hudskader på bakgrunn av hardt liggeunderlag og friksjon (Herskin et al., 2011; Kester et al., 2014; Weary & Taszkun, 2000). Laursen et al. (2009) sin lignende studie gir videre indikasjon på at skader på hasene trolig kan påvirkes gjennom avl. For å redusere forekomsten gjennom avlen kan videre arbeid være å undersøke om haseskader er en arvelig egenskap som kan inkluderes i avlsarbeidet. En forutsetning er at det blir gjort flere observasjoner, som gir tilstrekkelig datagrunnlag, for å beregne en arvegrad på egenskapen. Utfordringen videre er å skape rutinemessige undersøkelser i besetningene over tid, som registrerer skader på hasene direkte.

5. Konklusjon

Ut ifra resultatene kan det konkluderes med at sår og hårløse partier på hasene ikke har noen tydelig sammenheng med gitte eksteriøregenskaper som bedømmes i dag. Bruk av eksteriøregenskapene for å selektere dyr vil derfor ikke være hensiktsmessig for å redusere haseskader. Mulig bruk av avlsarbeidet kan likevel være mulig, ved å undersøke om haseskader kan inkluderes i avlen som en egen egenskap. Samtidig kan videre analyse være gunstig for å bekrefte om fenotypiske eksteriøregenskaper har en signifikant sammenheng med haseskader.

Referanseliste

- Armbrecht, L., Lambert, C., Albers, D. & Gauly, M. (2019). Assessment of welfare indicators in dairy farms offering pasture at differing levels. *Animal*, 13(10), 2336-2347. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000570>
- Barry, C., Ellingsen-Dalskau, K., Garmo, R. T., Grønmo Kischel, S., Winckler, C. & Kielland, C. (2023). Obtaining an animal welfare status in Norwegian dairy herds—A mountain to climb. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1125860. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1125860>
- Berg, L. (2003). Dyr er ikke bare mat. 10-2002. https://oda.oslomet.no/oda-xmllui/bitstream/handle/20.500.12199/5394/file48496_oppdragsrapport_2002-10.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bicalho, R. C., Machado, V. & Caixeta, L. (2009). Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *Journal of dairy science*, 92(7), 3175-3184. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1827>
- Bicalho, R. C., Machado, V. & Caixeta, L. (2011). Lameness in dairy cattle: a debilitating disease or a disease of debilitated cattle. Western Dairy Management Conference, <http://www.wdmc.org/2011/Lameness%20in%20Dairy%20Cattle-%20A%20Debilitating%20Disease%20or%20a%20Disease%20of%20Debilitated%20Cattle%20pg%2073-83.pdf>
- Burow, E., Thomsen, P. T., Rousing, T. & Sørensen, J. T. (2013). Daily grazing time as a risk factor for alterations at the hock joint integument in dairy cows. *Animal*, 7(1), 160-166. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001395>
- Dyrevelverdsloven. (2009). *Lov om dyrevelverd* (LOV-2009-06-19-97). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-97>
- European Commission, Health, D.-G. f. & Safety, F. (2023). *Attitudes of Europeans towards animal welfare – Report*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2875/872312>
- Freigang, C., Jensen, K. C., Campe, A., Feist, M., Öhm, A., Klawitter, M., Stock, A. & Hoedemaker, M. (2023). Hock Lesions in Dairy Cows in Cubicle Housing Systems in Germany: Prevalence and Risk Factors. *Animals*, 13(18), 2919. <https://doi.org/10.3390/ani13182919>
- Geno. (2016). *Beregningene i nordic classification*. Hentet 15.05.2024 fra https://www.geno.no/contentassets/f60df29c591d4c38941694ca5ab684d3/nc_web16.1.16.pdf
- Geno. (2019, 01.01.). *Manual for eksteriørvurdering (v.3)*. Hentet 10.05.2024 fra <https://www.geno.no/contentassets/f60df29c591d4c38941694ca5ab684d3/manual-for-eksteriørvurdering-1.pdf>
- Geno. (2020a). *Eksteriøregenskaper*. Hentet 10.05.2024 fra <https://www.geno.no/fagstoff-og-hjelpemidler/avlprogram-for-norsk-rodt-fe/egenskaper-i-avlsmålet/eksteriøregenskaper/>
- Geno. (2020b). *Energibalanse*. Hentet 26.05.24 fra <https://www.geno.no/fagstoff-og-hjelpemidler/fagstoff/brunst-og-fruktbarhet/fruktbarhet-og-fruktbarhetsproblemer/foring-og-fruktbarhet/energibalanse/>
- Geno. (2023a). *Avlsmålet for NRF*. Hentet 10.06.24 fra <https://www.geno.no/fagstoff-og-hjelpemidler/avlprogram-for-norsk-rodt-fe/avlsmålet-for-nrf/>
- Geno. (2023b). Description of national genetic evaluation systems. GE Dairy Conformation. Publisert av <https://interbull.org/ib/geforms>.

- Geno. (2024). 12352 NR Reinaaga-P (Norsk rødt fe / eliteokse). Hentet 10.06.2024 fra <https://www.geno.no/nettbutikk/Oksekatalogen/nrf-eliteokse/nrf/nr-reinaaga-p-12352/>
- Herskin, M. S., Bonde, M. K., Jørgensen, E. & Jensen, K. H. (2011). Decubital shoulder ulcers in sows: a review of classification, pain and welfare consequences. *Animal*, 5(5), 757-766. <https://doi.org/10.1017/S175173111000203X>
- Heyerhoff, J. Z., LeBlanc, S., DeVries, T., Nash, C., Gibbons, J., Orsel, K., Barkema, H., Solano, L., Rushen, J. & De Passille, A. (2014). Prevalence of and factors associated with hock, knee, and neck injuries on dairy cows in freestall housing in Canada. *Journal of dairy science*, 97(1), 173-184. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6367>
- Hofshagen, M., Falk, M., Wolff, C. & Reiersen, A. (2024). 1. Innledning. I M. Falk & m.fl. (Red.), *Dyrehelserapporten 2023* (Bd. 22-2024, s. 3). Veterinærinstituttet. https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2024/dyrehelserapporten-2023/_attachment/download/325afdfa-d754-43eb-a953-5a27d044c2b8:7b2792f495da5ebecfe92ad5097ca66f4ca628ad/DHR_2023_.pdf
- Haager, D., Leeb, C. & Winckler, C. (2017). Validation of hock lesions as welfare indicator in dairy cows. Proceedings of the 7th International Conference on the Assessment of Animal Welfare at the Farm and Group Level,
- Jewell, M., Cameron, M., Spears, J., McKenna, S., Cockram, M., Sanchez, J. & Keefe, G. (2019). Prevalence of hock, knee, and neck skin lesions and associated risk factors in dairy herds in the Maritime Provinces of Canada. *Journal of dairy science*, 102(4), 3376-3391. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15080>
- Kester, E., Holzhauer, M. & Frankena, K. (2014). A descriptive review of the prevalence and risk factors of hock lesions in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 202(2), 222-228. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.07.004>
- Kielland, C., Ruud, L., Zanella, A. & Østerås, O. (2009). Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *Journal of dairy science*, 92(11), 5487-5496. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2293>
- Krosness, M. M., Meling, S., Urdahl, A. M. & Johnsen, J. F. (2024). 5. Storfe. I M. Falk & m.fl. (Red.), *Dyrehelserapporten 2023* (Bd. 22-2024, s. 14-23). Veterinærinstituttet. https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2024/dyrehelserapporten-2023/_attachment/download/325afdfa-d754-43eb-a953-5a27d044c2b8:7b2792f495da5ebecfe92ad5097ca66f4ca628ad/DHR_2023_.pdf
- Laursen, M. V., Boelling, D. & Mark, T. (2009). Genetic parameters for claw and leg health, foot and leg conformation, and locomotion in Danish Holsteins. *Journal of dairy science*, 92(4), 1770-1777. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1388>
- Laven, R. & Livesey, C. (2011). Getting to grips with hock lesions in cattle. *Veterinary Record*, 169(24), 632-633. <https://doi.org/10.1136/vr.d7966>
- Lundgren, H., Zumbach, B., Lundeheim, N., Grandinson, K., Vangen, O., Olsen, D. & Rydhmer, L. (2012). Heritability of shoulder ulcers and genetic correlations with mean piglet weight and sow body condition. *Animal*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.1017/S1751731111001170>
- Mattilsynet. (2022). *Mattilsynets arbeid med dyrevelferd*. https://mattilsynet-xp7prod.enonic.cloud/_attachment/inline/4396a81a-74b6-4e59-9f66-4c2f84a6e029:7662ea53bbea48ea39861ca792d48ca692fede0a/Mattilsynets%20arbeid%20med%20dyrevelferd%202022.pdf
- Mendenhall, W. & Sineich, T. (2014). A special topic in regression. I *A second Course in Statistics - Regression Analysis* (7. utg., s. 457-462).
- NorgesBondelag. *Dyrehelset og velferd*. Hentet 10.06.24 fra <https://www.bondelaget.no/bondelaget-mener/dyrehelset-og-velferd/>

- Norring, M., Manninen, E., De Passillé, A., Rushen, J., Munksgaard, L. & Saloniemi, H. (2008). Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of dairy science*, 91(2), 570-576. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0452>
- OpenAI. (2024). *ChatGPT* (mars versjon). <https://chat.openai.com/>
- Pearson, K. (1900). On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 50(302), 157–175. <https://doi.org/10.1080/14786440009463897>
- Penev, T., Marinov, I., Dimov, D., Gergovska, Z., Miteva, C. & Mitev, J. (2019). Risk factors for hock lesions occurrence in dairy cows. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(2), 415–423. <https://acta.mendelu.cz/pdfs/acu/2019/02/04.pdf>
- PositTeam. (2024). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. (2024.4.0.735). <http://www.posit.co/>.
- Potterton, S. L., Green, M. J., Harris, J., Millar, K. M., Whay, H. R. & Huxley, J. N. (2011). Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *Journal of dairy science*, 94(6), 2952-2963. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4084>
- Potterton, S. L., Green, M. J., Millar, K. M., Brignell, C. J., Harris, J., Whay, H. R. & Huxley, J. N. (2011). Prevalence and characterisation of, and producers' attitudes towards, hock lesions in UK dairy cattle. *Veterinary Record*, 169(24), 634-634. <https://doi.org/10.1136/vr.d5491>
- Sadiq, M. B., Ramanoon, S. Z., Shaik Mossadeq, W. M., Mansor, R. & Syed-Hussain, S. S. (2017). Association between Lameness and Indicators of Dairy Cow Welfare Based on Locomotion Scoring, Body and Hock Condition, Leg Hygiene and Lying Behavior. *Animals*, 7(11). <https://www.mdpi.com/2076-2615/7/11/79>
- Vangen, O. (2021). *Avlsverdi*. Hentet 01.05.2024 fra <https://snl.no/avlsverdi>
- Weary, D. & Taszkun, I. (2000). Hock lesions and free-stall design. *Journal of dairy science*, 83(4), 697-702. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74931-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74931-9)
- WelfareQuality. (2009). *Assessment protocol for cattle*. Welfare Quality®. <https://www.welfarequalitynetwork.net/media/1319/dairy-cattle-protocol.pdf>
- Ødegård, C. (2017). Klauvlidelser og genomisk seleksjon – gode registreringer er viktig. *Buskap*, (1). <https://www.buskap.no/article/2017/01/Klauvlidelser-og-genomisk-seleksjon-%E2%80%93-gode-registreringer-er-viktig>
- Ødegård, C., Svendsen, M. & Heringstad, B. (2014). Genetic correlations between claw health and feet and leg conformation in Norwegian Red cows. *Journal of dairy science*, 97(7), 4522-4529. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7837>
- Aarnes, H. (2006). Statistisk modellering og generelle lineære modeller. I *Litt statistikk* (s. 11-13). UiO. <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/matematikk/stat.pdf>



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway