

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Genetisk analyse av klauvlidelser for NRF

Genetic analyses of claw disorders in Norwegian Red

Masteroppgave 30 studiepoeng 2011

Universitetet for miljø- og biovitenskap

Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap

Anne Kristine Guttormsen

Forord

Det var ingen tilfeldighet at valget falt på husdyrvitenskap da jeg tok steget inn i studenttilværelsen. Jeg har nemlig vært interessert i dyr hele mitt liv. Underveis i studiet har jeg aldri vært i tvil om at jeg ville skrive masteroppgave om ku. Jeg valgte denne oppgaven fordi klauvhelse er et meget aktuelt tema. Arbeidet med oppgaven har vært interessant og lærerik, og jeg er veldig glad for at valget falt på dette temaet. Jeg vil takke veileder Bjørg Heringstad for tålmodighet og konstruktive tilbakemeldinger.

Tiden på Ås har gått utrolig fort. Jeg har trivdes godt, lært mye og hatt det utrolig moro underveis. Jeg vil takke jentene i *Tro og Tvil* for at dere har gjort tiden min på Ås helt uforglemmelig. Takk til alle på hovedbiblioteket ved UMB, jeg har stortrivdes med å jobbe sammen med dere det siste halvannet år. Jeg vil også takke familien min for all støtte.

Jeg må også få rette en stor takk til min gode venninne Eva. Jeg hadde ikke klart å fullføre det siste året uten din støtte.

Avslutningsvis vil jeg tilegne denne masteroppgaven til min kjære storebror Asle Guttormsen, som brått ble revet bort 5. mars 2011. Det går ikke en dag uten at jeg tenker på deg og savner deg.

Ås, august 2011

Anne Kristine Guttormsen

Sammendrag

Klauvlidelser forekommer hyppigere i løsdriftsfjøs enn i båsfjøs. På grunn av stadig økt andel storfe som er oppstallet i løsdrift blir det mer og mer aktuelt å forebygge klauvlidelser. I 2004 ble helsekort klauv innført i Norge. Helsekort klauv er en integrert del av kukontrollen, der veterinærer, klauvskjærer eller bonden selv registrerer hendelser ved klauvskjæring. Helsekort klauv har ti koder, normal, halthet, akutt skade, korketrekkerklauv, v-formet hornfóråtnelse, hudbetennelse, klauvspalteflegmone, såleknusning, løsning/byll i den hvite linje og blødning i såle/den hvite linje. Denne masteroppgaven er basert på data som er samlet inn gjennom registreringer i helsekort klauv. Dette er den første genetiske analysen av norske klauvhelsesdata. Målet med denne masteroppgaven var å beregne arvegrader og genetiske korrelasjoner for klauvlidelsene, samt estimere avlsverdier for oksene og beregne genetisk trend, korrelasjoner mellom avlsverdier for klauvlidelser og avlsverdier for andre egenskaper, og vurdere potensialet for videre bruk av dataene.

Totalt 201 186 klauvdata var rapportert inn i perioden fra januar 2004 til november 2010. I løpet av årene har det vært en stadig økning av antall rapporteringer. Omlag 79 % av observasjonene var friske klauver. Den mest utbredte klauvlidelsen er korketrekkerklauv (8,9 %). Dataene ble analysert med en lineær farmodell. Arvegradene som ble funnet var: 0,055 for alle klauvlidelsene samlet, 0,002 for halthet, 0,071 for korketrekkerklauv, 0,01 for v-formet hornfóråtnelse, 0,015 for hudbetennelse, 0,019 for såleknusning, 0,008 for løsning/byll i den hvite linje og 0,005 for blødning i såle/den hvite linje. For akutt skade og klauvspalteflegmone var arvegraden null. Det ble beregnet genetiske korrelasjoner mellom korketrekkerklauv, v-formet hornfóråtnelse, såleknusning og løsning/byll i den hvite linje, som er de fire mest vanlige klauvlidelsene. De genetiske korrelasjonene var: $0,759 \pm 0,09$ mellom såleknusning og løsning/byll i den hvite linje, $0,497 \pm 0,084$ mellom såleknusning og korketrekkerklauv og $0,340 \pm 0,131$ mellom såleknusning og v-formet hornfóråtnelse. De øvrige genetiske korrelasjonene var nær null. Genetisk trend for v-formet hornfóråtnelse var relativt flat for perioden 1998 til 2005. De øvrige klauvlidelsene varierte mellom år, men viste ingen klar utvikling for perioden. Det var liten sammenheng mellom avlsverdiene for klauvlidelser og den offisielle beinindeksen (korrelasjon $< 0,21$). Forutsatt flere registreringer, ser de norske klauvdataene ut til å være egnet som grunnlag for til å lage indekser for de enkelte klauvlidelsene.

Abstract

Claw disorders occur more frequently in loose housing systems than in tie-stall barns. Due to the increasing number of cattle being housed in loose housing barns, the need to prevent claw disorders increases. In 2004 the claw health recording card was introduced in Norway. The claw health card is an integrated part of the Norwegian Dairy Herd Recording System. Veterinarians, claw trimmers or the farmers enter information at claw trimming. The claw health recording has ten codes: normal, lameness, acute injury, corkscrew claw, v-shaped heel horn erosion, dermatitis, interdigital phlegmon, sole ulcer, white line disease, and sole and white line haemorrhage. This thesis is based on data from the claw health recordings, and is the first genetic analysis of the Norwegian claw health data. The objectives of this thesis were to estimate the heritabilities of and genetic correlations among claw disorders, and to estimate breeding values of the sires and calculate genetic trends for claw disorders in Norwegian Red, to calculate correlations between breeding values for claw disorders and breeding values for other traits, and evaluate the potential for further use of the data.

There were a total of 201,186 observations in the data set, which were reported in the period January 2004 to November 2010. Over the years there has been a steady increase in the number of records. About 79 % of the observations were healthy claws. The most common claw disorder was corkscrew claw (8.9 %). The data were analyzed with linear sire models. The heritabilities were 0.055 for all claw disorders combined, 0.002 for lameness, 0.071 for corkscrew claw, and 0.010 for v-shaped heel horn erosion, 0.015 for dermatitis, 0.019 for sole ulcer, 0.008 for white line disease and 0.005 for sole and white line haemorrhage. Heritabilities for acute injury and interdigital phlegmon were found to be zero. Genetic correlations were estimated among corkscrew claw, v-shaped heel horn erosion, sole ulcer and white line disease, the four most frequent claw disorders in Norway. The genetic correlations were 0.759 ± 0.09 between sole ulcer and white line disease, 0.497 ± 0.084 between sole ulcer and corkscrew claw, 0.340 ± 0.131 between sole ulcer and v-shaped heel horn erosion, others were close to zero. The genetic trend for v-shaped heel horn erosion was flat for the period 1998 to 2005. The other claw disorders showed more variation between years, but there were no obvious trend. The correlations between the breeding values for claw disorders and the official leg index were rather weak (< 0.21). Assuming increasing number of registrations, the Norwegian claw data should be suitable as a basis for genetic evaluation for the claw disorders in the future.

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	3
Abstract.....	4
Innholdsfortegnelse.....	5
1 Innledning	7
2 Klauvhelse	8
2.1 Klauvens anatomi.....	8
2.2 Klauvlidelser	10
2.2.1 Korketrekkerklauv	10
2.2.2 V-formet hornforråtnelse.....	11
2.2.3 Hudbetennelse	12
2.2.4 Klauvspalteflegmone.....	13
2.2.5 Såleknusning	13
2.2.6 Løsning/byll i den hvite linje.....	14
2.2.7 Blødning i såle/den hvite linje.....	14
2.3 Klauvskjæring	14
2.4 Oppstalling	15
2.5 Økonomisk aspekt.....	16
2.6 Helsekort klauv	18
3 Avl	20
3.1 Norsk Rødt Fe (NRF).....	20
3.1.1 Avlsmålet i NRF.....	20
3.1.2 Klauvhelse i dagens avlsarbeid	21
3.2 Arvegrader og genetiske korrelasjoner for klauvhelseegenskaper	22
4 Materiale og metoder	29
4.1 Beskrivelse av dataene	29

4.2 Data til genetisk analyse	33
4.3 Slektskapsfil	34
4.4 Modell	35
4.5 Arvegrad og genetisk korrelasjon	37
4.6 Beregning av varianskomponenter og avlsverdier	38
4.7 Korrelasjoner til andre egenskaper	38
5 Resultater	39
5.1 Varianskomponenter, arvegrader og genetiske korrelasjoner	39
5.2 Faste effekter	40
5.2.1 Effekt av laktasjonsnummer	40
5.2.2 Effekt av kalvingsmåned-år	43
5.3 Avlsverdier for klauvlidelser	43
5.3.1 Rangering av oksene	43
5.3.2 Korrelasjon mellom estimerte avlsverdier og offisielle indekser	46
5.3.3 Genetisk trend	48
6 Diskusjon	49
6.1 Arvegrader og genetiske korrelasjoner	49
6.2 Modell	50
6.3 Effekt av laktasjonsnummer	51
6.3 Avlsverdier	51
6.3.1 Avlsverdier for klauvlidelser og offisielle indekser	51
6.3.2 Genetisk trend	53
6.4 Potensial for videre bruk	53
7 Konklusjon	55
8 Referanser	56

1 Innledning

Klauvhelsen i Norge ser ut til å være relativt god sammenlignet med i andre land. Likevel er klauvhelse et stadig mer aktuelt tema i norsk storfehold. Dette kommer av at en stadig økende andel av norsk storfe er oppstallet i løsdriftssystem. Forekomsten av klauvlidelser hos storfe oppstallet i løsdriftsfjøs er større enn hos de som er oppstallet på bås. I 2005 var rundt 88 % av norsk storfe oppstallet i båsfjøs (Sogstad et al. 2005). Fra 2024 blir det påbudt å oppstalle storfe i løsdrift (Lovdata 2004), og bekjempelsen av klauvlidelser blir desto viktigere. Dette har ført til økt etterspørsel fra medlemmene i Geno om å få klauvhelse inn i avlsmålet til Norsk Rødt Fe (NRF).

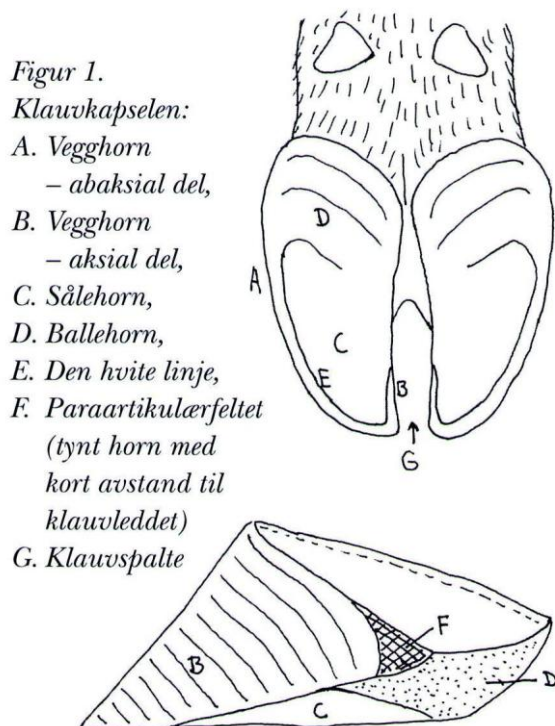
I 2004 ble helsekort klauv innført i Norge. Dette har ført til at man kan følge forekomsten av forskjellige klauvlidelser både i hver enkelt besetning og i populasjonen som helhet. Denne registreringen av klauvhelsen hos norsk storfe har gjort at det nå er data tilgjengelig for genetisk analyse.

Formålet med denne masteroppgaven er å bruke dataene fra registreringene i helsekort klauv til å beregne arvegrader for, og genetiske korrelasjoner mellom klauvlidelsene, samt beregne avlsverdier for oksene. Dette er en første genetisk analyse av norske klauvhelsedata, og det er også et mål å beregne genetisk trend for klauvlidelser, beregne korrelasjoner mellom avlsverdier for klauvlidelser og avlsverdier for andre egenskaper, samt vurdere potensialet for videre bruk av dataene.

2 Klauvhelse

2.1 Klauvens anatomi

Klauvkapselen er som navnet tilsier klauvens ytre kapsel, og fungerer som en barriere mellom det ytre miljøet og klauvens indre struktur. Den består av vegg, såle og balle, som vist i figur 1. Vegghornet produseres i det området der man finner overgangen mellom hud og horn, dette området kalles kronranden (Fjeldaas 2003).



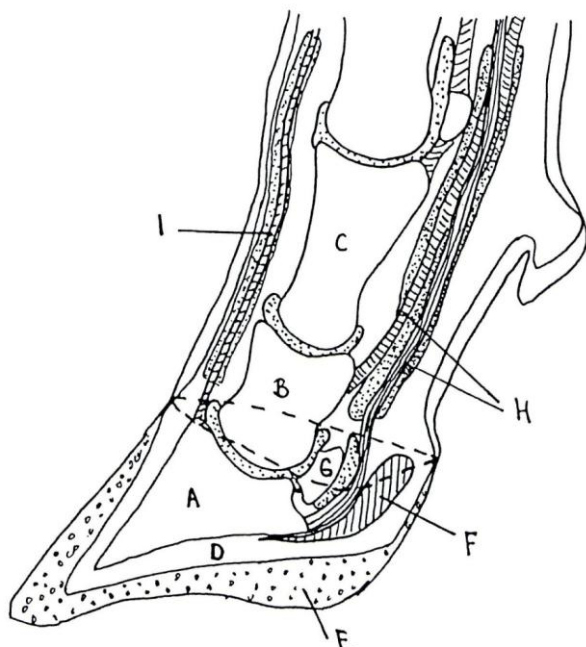
Figur 1 Klauvkapselen (Fjeldaas 2003).

Klauvveggen deles inn i to deler. Den abaksiale veggen, som videre deles inn i tå-, drakt- og sidevegg. Den delen av klauvveggen som vender inn mot klauvspalten, kalles den aksiale delen. Hornet i klauvveggen er meget hardt og slitesterkt. Sålen er den delen av klauven som i den fremre delen utgjør bæreflaten. Hornet her er sprøere og mindre slitesterkt enn hornet i klauvveggen. Sålen er begrenset av den hvite linjen, som danner en forbindelse til hornveggen. I den bakre delen av klauvens bæreflate er ballen. Ballen går over i kronranden i den bakre delen av klauven. Hornet her er mykt, også dette hornet er mindre elastisk enn hornet i klauvveggen (Fjeldaas 2003).

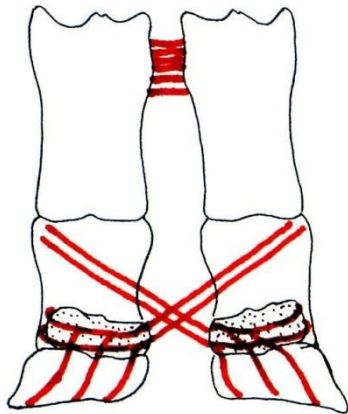
Inni klauvkapselen er det lærhud som danner en kraftig forbindelse mellom klauvkapselen og klauvbeinet. Denne lærhuden er rik på nerver og blodkar, og er derfor meget sensitiv. Lærhuden har solide forbindelser til klauvkapselen gjennom lamellformede og papillformede dannelser innenfor klauvveggenes nedre halvdel. Den øvre halvdel av lærhuden er full av bindevevsforbindelser som fortsetter inn i klauvbeinet. Klauvkapselen dekker hele klauvbeinet. Det er festet strekke- og bøyesener på henholdsvis forsiden og baksiden av klauvbeinet. Klauvbeinets leddforbindelse med kronbeinet kalles klauvleddet og er inne i den øvre delen av klauvkapselen. I klauvkapselens balleparti ligger den elastiske balleputen plassert mellom lærhuden, klauvbeinet, klauvsenebeinet og den dype bøyesenen. Denne er laget hovedsakelig av fettvev og har en støtdempende effekt i tillegg til at den har betydning for blodsirkulasjonen til klauven. Klauvens indre struktur er i sin helhet vist i figur 2. Inner- og ytterklauv blir holdt sammen av to ligamenter som er festet diagonalt, som vist i figur 3 (Fjeldaas 2003).

Klauvenes indre strukturer:

- A. Klauvbein,
- B. Kronbein,
- C. Kodebein,
- D. Lærhud,
- E. Klauvkapsel,
- F. Den elastiske ballepute,
- G. Klauvsenebein,
- H. Bøyesener omgitt av seneskjeder,
- I. Strekkesene omgitt av seneskjede



Figur 2 Klauvens indre struktur (Fjeldaas 2003).



Figur 3 Tåligamentene, festet diagonalt (Fjeldaas 2003).

2.2 Klauvlidelser

Det er forskjellige årsaker til ulike typer klauvlidelser. Man kan dele klauvlidelser inn i tre typer: klauvlidelser som følge av feilaktig belastning og akutte skader, infeksjøs klauvlidelser, samt ernæringsrelaterte klauvlidelser. De ernæringsrelaterte klauvlidelsene er ofte relatert til forfangenhet. Forfangenhet var tidligere den klauvlidelsen som ble hyppigst veterinærbehandlet i Norge (Østerås 2003), men de siste årene har antallet forfangenhetsbehandlinger gått tilbake (Storfehelse.no 2011). I 2010 ble 0,4 av 100 årskyr veterinærbehandlet for forfangenhet, mens 1,3 av 100 årskyr ble veterinærbehandlet for øvrige klauvlidelser (Storfehelse.no 2011). Tilsvarende tall for 2002 var 0,6 og 0,5 av 100 årskyr for henholdsvis forfangenhet og øvrige klauvlidelser (Østerås 2003). Forfangenhet har en egen kode i kuas helsekort, og er ikke tatt med i helsekort klauv. I dette kapittelet beskrives seks av de lidelsene som er inkludert i helsekort klauv. Halthet og akutt skade har også egne koder i helsekort klauv, men ettersom det kan være så mangt er ikke det beskrevet her.

2.2.1 Korketrekkerklauv

Korketrekkerklauv er et resultat av feilaktig belastning. Det forekommer på utvendig bakklauv, og kan forårsake kroniske betennelse i klauvbeinet og/eller forkalkninger i og rundt klauvbeinet. Korketrekkerklauv kan forebygges med regelmessig klauvskjæring. Det er også mulig å sette i verk avlstilltak for å redusere forekomsten (Fjeldaas 2003). Figur 4 viser et

ekstremt tilfelle av korketrekkerklauv, mens figur 5 viser røntgenbilde av et kronisk betent klauvbein i en korketrekkerklauv.



Figur 4 Korketrekkerklauv (Fjeldaas 2003).



Figur 5 Røntgenbilde av kronisk betent klauvbein i en korketrekkerklauv (Fjeldaas 2003).

2.2.2 V-formet hornforråtnelse

V-formet hornforråtnelse er en infeksiøs lidelse som i Norge vanligvis er miljøbetenget. Hornet i balleområdet blir brutt ned, og det dannes sprekker og groper. Lidelsen er mest vanlig i løsdriftsfjøs, og er ofte et resultat av dårlig hygiene i fjøset og dårlig oppfølging med klauvskjæring. Hornforråtnelse kan være en sekundær lidelse til forfangenhet eller

hudbetennelse. I de tilfeller der hudbetennelse er den primære lidelsen, ser man ofte at flere dyr også smittes med hornforrhåtnelse (Fjeldaas 2003). Figur 6 viser v-formet hornforrhåtnelse.



Figur 6 V-formet hornforrhåtnelse (Fjeldaas 2003).

2.2.3 Hudbetennelse

Hudbetennelse kan oppstå i kronranden, klauvspalten og i balleområdet. Det finnes tre typer hudbetennelse; interdigital dermatitt, digital dermatitt, og verrukøs dermatitt. Interdigital dermatitt er en lite smittsom, tørr eller fuktig betennelsestilstand som opptrer i klauvspalten. Denne lidelsen er ofte et resultat av dårlig fjøshygiene. Digital dermatitt er en meget smittsom væskende betennelsestilstand, som har liten utbredelse i Norge. Det er viktig med godt smittevern mellom besetninger, for å sørge for at denne lidelsen ikke får fotfeste i Norge. Verrukøs dermatitt er en lite smittsom lidelse som er forårsaket av papillomaviruset. Denne lidelsen forekommer sporadisk i Norge (Fjeldaas 2003).

Kyr som får påvist hudbetennelse bør klauvskjæres to-tre ganger per år, og ved disse klauvskjæringene bør det fjernes horn med groper eller sprekker. Det er anbefalt å smøre klauvene med tretjære med koppersulfat hvis hudbetennelse og/eller hornforrhåtnelse er påvist (Fjeldaas 2003).

2.2.4 Klauvspalteflegmone

Klauvspalteflegmone er en infeksjøs lidelse, som oftest er forårsaket av et sår i klauvspalten, som blir betent, vist i figur 7. Lidelsen er vanligst i beitesesongen og forekommer hyppigere ved mye nedbør, men kan også forekomme under tørre forhold. Lidelsen kan være smittsom. Symptomer på lidelsen er akutt halthet med feber og hevelse i kronrandsområdet (Fjeldaas 2003).



Figur 7 Klauvspalteflegmone (Fjeldaas 2003).

2.2.5 Såleknusning

Såleknusning starter med en blødning i lærhuden, mellom klauvbeinet og klauvkapselens bæreflate, med det resultat at hornproduksjonen forstyrres. Sålen blir slitt ned, og dette resulterer i at blødningen avdekkes og møkk kommer inn i svakheten, som på sin side vil føre til en infeksjon i lærhuden. Risikoen for såleknusning er størst de 3-4 første månedene i laktasjonen. Forfangenhet kan føre til en sekundær såleknusning. Andre risikofaktorer inkluderer dårlig fjøshygiene, kroppsvekt, beinstilling, forvokste eller skjeve klauver. Regelmessig klauvskjæring, god fjøshygiene, samt å unngå forfangenhet er viktige punkter for å unngå såleknusning (Fjeldaas 2003). Snitt av en klauv med såleknusning er vist i figur 8.



Figur 8 Snitt av klauv med såleknusning (Fjeldaas 2003).

2.2.6 Løsning/byll i den hvite linje

Denne lidelsen forekommer oftest på bakklauvene, og er gjerne dobbeltsidig. Lidelsen er en opphopning av blod/væske mellom sålehorn og vegghorn. Forfangenhet er ofte den primære lidelsen, men den kan også opptre for seg selv. Dårlig fjøshygiene, skjeve klauver, samt harde og ujevne underlag øker risikoen for å få lidelsen. Lidelsen synes å ha høyere frekvens i løsdriftsfjøs enn i bås-fjøs. De forebyggende tiltakene er i stor utstrekning lik som for såleknusning (Fjeldaas 2003).

2.2.7 Blødning i såle/den hvite linje

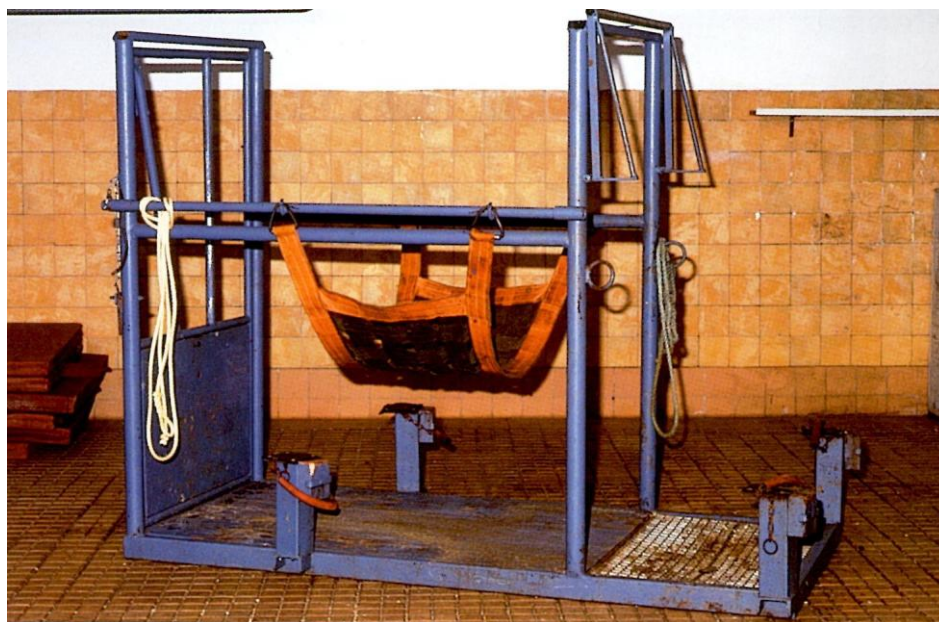
Blødning i såle/den hvite linje forekommer oftest 2-3 måneder etter kalving, og er en blodfarging av sålen eller den hvite linjen. Lidelsen er ofte et diffust (sub)klinisk symptom på forfangenhet. Intensiv og ubalansert fôring, i tillegg til hardt underlag øker risikoen for forekomst av lidelsen. Behandling består av beskjæring der klauvene blir balansert og man lager en uthulning i såret for å avlaste klauven (Bergsten 2011).

2.3 Klauvskjæring

For å forebygge klauvlidelser bør alle kyr og kviger klauvskjæres minimum en gang i året. I bås-fjøs og enkelte løsdriftsfjøs bør det vurderes klauvskjæring to ganger i året, på grunn av mindre klauvslitasje. Bønder kan beskjære klauvene selv, eller man kan leie inn en klauvskjærer. Ca 43 % av bøndene har gått på kurs og utfører klauvskjæringen selv. Det er også startet en sertifiseringsordning der erfarne klauvskjærere får dokumentert sine kunnskaper, de

som har gjennomgått denne sertifiseringen får tittelen *helsetjeneste-klauvskjærer* (Sogstad 2008).

Klauvskjæringen bør skje minimum en måned før beiteslipp eller annen miljøforandring. På grunn av stresset dette medfører bør klauvskjæringen ikke gjennomføres i siste drectighetsmåned. Selve klauvskjæringen foregår i en klauvboks, et eksempel på utforming av klauvboks er vist i figur 9. Før kua fraktes til klauvboksen, bør klauvene besiktiges for å få et inntrykk av klauvform og eventuell halthet. Etter at kua er fiksert i klauvboksen renses klauvene for møkk og løst horn. Selve beskjæringen skjer ved bruk av vinkelsliper. Hvor mye horn som skal skjæres er avhengig av hvordan kua oppstalles – skal hun stå på bås med gummimatte, eller skal hun gå i løsdrift på betonggulv?



Figur 9 Tradisjonell klauvboks med fast bunn (Fjeldaas 2003).

2.4 Oppstalling

I Norge blir melkekyr oppstallet innendørs mesteparten av året. Hvilken driftsform som benyttes i den enkelte besetning vil ha innvirkning på kyrnes klauvhelse. Fjeldaas med flere (2006) fant at 53 % av kyr i båsfjøs har en eller flere klauvlidelser eller avvikende klauvformer, mens i løsdriftsfjøs var det tilsvarende tallet 77 %. Regelmessig klauvskjæring reduserte disse

tallene til henholdsvis 40 % og 69 %. Kyr oppstallet i løsdrift er altså mer utsatt for klauvlidelser enn de som er oppstallet i båsfjøs.

Egenskaper ved underlaget i løsdriftens gangareal er en mulig årsak til den økte forekomsten av klauvlidelser i løsdrift. Andre mulige årsaker kan være økt smittepress, økt sosialt stress eller ukomfortabel innredning (Manske 2002).

Materiale, utforming, hardhet, friksjon og hygiene er noen av egenskapene ved underlaget som har betydning. Det er også av stor betydning hvorvidt det er tette gulv eller spaltegulv. Spalteplankenes bredde og størrelse på åpningen mellom spalteplankene har betydning for hygienen, kyrnes bevegelsesmønster, samt muligheten for klauvskader. Spaltegulv kan ødelegge kyrnes naturlige bevegelsesmønster, da klauvene kan treffe i spalteåpningene når de trør ned. Likevel kan spaltegulv ha sine klare fordeler i forhold til gulvhygiene. Gulvhygiene har stor betydning for klauvhelsen. Kontakt med gjødsel bløtgjør klauvene, og dette gir god grobunn for smittsomme bakterier. Utformingen av gulvet kan altså ha stor betydning for klauvhelsestatus i en besetning. Tette gulv kan være vanskelig å holde rene, det er mulig å ta i bruk et møkkskrapeanlegg, men det er en viss fare for klauvskader forbundet med møkkskrapeanlegg (Andenæs & Bøe 1999; DeLaval 2009; Manske 2002).

Friksjonen i underlaget er også viktig. Høy friksjon gir godt fotfeste, men kan gi for stor klauvslitasje. Lav friksjon på sin side gjør gulvet glatt og kan gi for lite klauvslitasje. Dette er noe man ser i båsfjøs, men også i løsdriftsfjøs der man har valgt å bruke gummibelegg oppå spaltegulv eller på helt gulv. Gummibelagt spaltegulv tolereres godt av klauver. I båsfjøs er det krav om at lakterende kyr oppstallet på bås skal ha gummimatte. Kyr som står på gummiunderlag er derfor mer avhengig av regelmessig klauvskjæring for å unngå deformerte klauver (Andenæs & Bøe 1999; Manske 2002).

2.5 Økonomisk aspekt

Dårlig klauvhelse vil ha effekt på økonomien i drifta. Dette gjelder ikke bare utgifter til klauvskjæring og veterinær. Ei ku som ikke er frisk må utsjaltes tidligere, i tillegg er halthet, korketrekkerklauv og hornforråtnelse assosiert med dårligere slaktevekt, slakteklasse, lavere

fettgruppe og til sist dårligere pris på slaktet (Sogstad et al. 2007). Klauvlidelser kan også relateres til en rekke reproduksjons- og produksjonslidelser, deriblant høyere omløpsprosent, økt celletall, lengre kalvingsintervall, økt forekomst av melkefeber, samt behov for behandling ved utblivende brunst (Manske 2002; Sogstad et al. 2006).

I Danmark har den økonomiske betydningen av kyrs klauvhelse blitt studert gjennom simuleringsmodellen SimHerd. Den økonomiske betydningen av bedre klauvhelse i en besetning med store problemer med klauvlidelser ble estimert. Det ble laget et realistisk mål for problembesetningen. I analysen ble det kjørt et scenario som representerte problembesetningen, og et scenario der målet var oppnådd, som vist i tabell 1. Ut i fra analysen fant man at ved å forebygge klauvlidelser kan man øke dekningsbidraget for problembesetninger med 2 037 DKK per årsku (Ettema & Østergaard 2011).

Tabell 1 Andel klauvlidelser i problembesetning, før og etter oppnåelse av realistisk mål (Ettema & Østergaard 2011).

Klauvlidelse	Problem	Mål	Forskjell
Digital dermatitt (forekomst i prosent)	28,8	7,2	-21,6
Øvrige infeksjøs lidelser (forekomst i prosent)	11,9	8,1	-3,8
Hornrelaterte lidelser (forekomst i prosent)	36,6	6,4	-30,2
Klauvspalteflegmone (hyppighet = tilfelle/årsku)	23,5	0,2	-23,2

En studie fra England utført av Kossaibati og Esslemont (1997) fant at gjennomsnittlig total kostnad for en klauvlidelse per ku var £240 for digitale lidelser, £131 for interdigitale lidelser og £425 for såleknusning med dagens kurs (august 2011) tilsvarer dette henholdsvis 2 169 NOK, 1 184 NOK og 3 840. Totalt utgjorde dette en gjennomsnittskostnad per tilfelle på £246, som med dagens kurs (august 2011) tilsvarer 2 223 NOK.

Enting med flere (1997) utførte en studie der det ble sett på det økonomiske tapet ved klinisk halthet hos melkekyr. Studien inkluderte 2 183 kyr og 6 273 laktasjoner. De fant et gjennomsnittlig tap på NLG 230 per halte ku per år, dette tilsvarer € 104,4 i 1997-verdi (Iisg.nl 2010). I studien er det kalkulert med at gjennomsnittlig forekomst av klauvlidelser er 21 %, og at derfor ville den gjennomsnittlige kostnaden per ku per besetning være NLG 50, som tilsvarer € 22,7 i 1997-verdi (Iisg.nl 2010). Dette utgjorde omtrent 4-5 % av inntekten på et nederlandsk melkeproduksjonsbruk. Det ble funnet at differansene mellom besetninger var større enn gjennomsnittstapet, noe som indikerer et stort forbedringspotensial.

2.6 Helsekort klauv

Helsekort klauv er et registreringsverktøy som ble innført i 2004. Opplysninger kan fylles inn av veterinær, klauvskjærer eller bonden selv. Det er ti ulike koder for klauvhelsestatus som blir fylt ut i helsekort klauv ved klauvskjæring, disse er vist i tabell 2. Alle lidelsene i helsekort klauv, foruten halthet og akutt skade, er nærmere beskrevet i kapittel 2.2.

Tabell 2 Koder for registrering i helsekort klauv (Storfehelse.no 2008).

Kode	Hendelse
00	Normal
10	Halthet
11	Akutt skade
12	Korketrekkerklauv/-tendens
13	V-formet hornforråtnelse
14	Hudbetennelse
15	Klauvspalteflegmone
16	Såleknusning
17	Løsning/byll i den hvite linje
18	Blødning i såle/den hvite linje

Helsekort klauv er en integrert del av Kukontrollen. Klauvhelseinformasjonen som blir registrert i helsekort klauv kan altså kobles med andre opplysninger om hver enkelt ku som er registrert i Kukontrollen. Kortet kan brukes som hjelpemiddel til å følge klauvhelsen i en besetning over tid, og er også et hjelpemiddel som kan benyttes ved kjøp og salg av livdyr (Sogstad 2008). Klauvhelsesdata kan også brukes for å følge utvikling i populasjonen over tid og være grunnlag for beregning av avlsverdier for klauvhelse. Det er informasjon fra helsekort klauv som er klauvhelsesdataene som er brukt i denne masteroppgaven. Helsekort klauv er vist i figur 10.

Det er ikke bare i Norge at det finnes et registreringssystem for klauvhelse. I Finland ble det opprettet et nasjonalt prosjekt for bedring av klauvhelsen i 2003. Det har siden da vært en systematisk registrering av klauvhelsesdata i den nasjonale storfehelsekontrollen (Häggmann et al. 2010). Også i Sverige har det foregått registrering av klauvhelsesdata siden 2003 (Buch et al. 2011). I Danmark startet man med registrering av klauvhelsesdata i 2010 (Nielsen 2011). I Nederland har det vært mulig å registrere klauvhelsesdata siden 2006 (CRV 2010).



Helsekort klauv

Registrators navn og adresse:

Distrikt	Fylke	Kommune	Gård

Dato for behandling	Innvid nummer (#)	Normal	Hårbet	Klavit skade	Ervik- trekk- klauv/ reidens reidete	Klavit reidens reidete	Hudbe- tennise aggrens	Klavit- galle- aggrens	Ede- kvarting byll	Lanning- byll hvitte lunge	Badning skå/ hvitte lunge	Andre læser/merknader	Registrator nr.	(for hushjelpen) Innrapportert dato	
															80

28-08

Figur 10 Helsekort klauv (Storfelhelse.no 2008).

3 Avl

3.1 Norsk Rødt Fe (NRF)

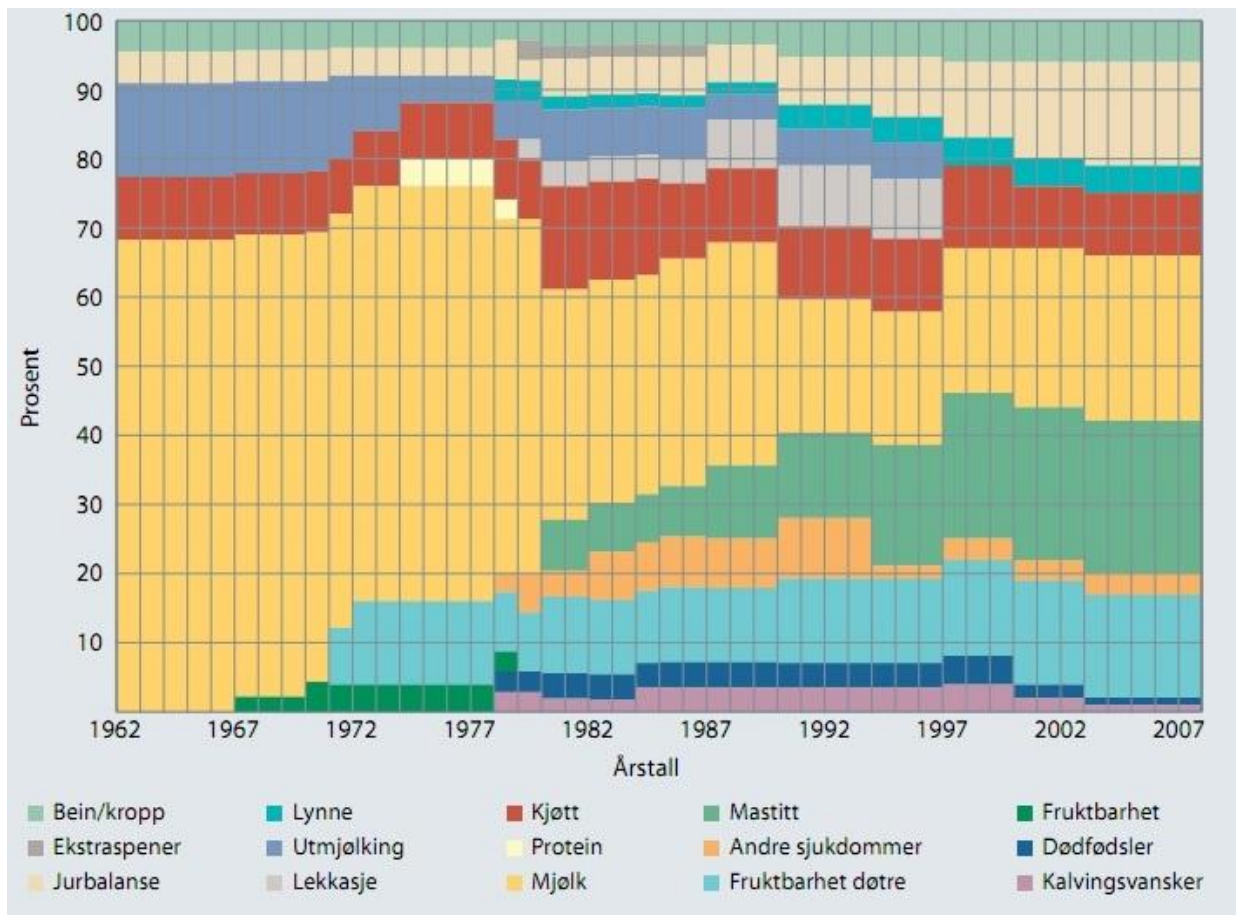
Norsk Rødt Fe (NRF) er en norsk melkekurase, fremavlet av og for norske bønder. 95 % av den totale norske melkepopulasjonen på om lag 230 000 kyr består av NRF eller NRF-krysninger. NRF kjennetegnes av kyr med godt lynne og god helse og fruktbarhet, kombinert med god produksjon. Dette er et resultat av avl for et bredt avlsmål over lang tid. Det finnes i dag NRF-kyr på alle kontinent, og rasen etterspørres i stigende grad internasjonalt på grunn av resultatene av det brede avlsmålet (Geno 2011b).

3.1.1 Avlsmålet i NRF

I dag består avlsmålet av elleve egenskapsgrupper med forskjellig vektlegging, se tabell 3. Avlsmålet har ikke alltid vært like allsidig som i dag. På 1960-tallet var vektleggingen på melk på nærmere 70 %. Etter hvert som tiden har gått har man innsett at det også er viktig å satse på andre egenskaper for å få en robust melkeku. Vektleggingen av egenskaper i samla avlsverdi har variert over tid (Geno 2011a). Utviklingen kan sees i figur 11.

Tabell 3 Vektleggingen av de ulike egenskapene i avlsmålet til NRF (Geno 2011a).

Egenskap	Vektlegging (%)
Melk	28
Mastitt	21
Fruktbarhet	18
Jur	15
Bein	6
Kjøtt	6
Lynne	2
Andre sykdommer	2
Utmelking	1
Kalvingsvansker	0,5
Dødfødsler	0,5



Figur 11 Vektlegging av de ulike egenskapene i avlsmålet for NRF fra 1962 til 2007 (Geno 2009b).

3.1.2 Klauvhelse i dagens avlsarbeid

Egenskapen klauvhelse finner man i samleposten ”bein”. Beinindeksen består av fire egenskaper som alle vurderes i kvigemålings skjemaet: hasevinkel, beinstilling, kodeledd og vridde klauver (tabell 4). Disse fire egenskapene inngår i beinindeksen, som igjen inngår i den samla avlsverdien (Steine et al. 2004). Beinindeksen ble revidert i mai 2011 i forbindelse med omlegging av kvigemåling. I den reviderte beinindeksen er vekta på vridde klauver økt, og kodeledd er fjernet (Sehested 2011). Den nye vektleggingen er vist i tabell 4. Ved kvigemåling bedømmes vridde klauver med en nidelt skala, der 1 er ”tydelig vridde” og 9 er ”ikke vridde”.

Tabell 4 Arvegrad og vektlegging av egenskapene som inngår i NRFs beinindeks (Geno 2009a).

Egenskap	Arvegrad	Vektlegging (%)	Vektlegging (%) fra mai 2011
Hasevinkel	0,09	30	25
Beinstilling	0,06	20	35
Kodeledd	0,08	30	0
Vridde klauver	0,02	20	40

3.2 Arvegrader og genetiske korrelasjoner for klauvhelseegenskaper

Så langt er det ikke utført så mange genetiske analyser av klauvhelsedata. Studiene som er gjort er utført i Nederland, Sverige, Danmark, Tyskland og USA. Med unntak av den amerikanske studien utført av Huang og Shanks (1995), er alle studiene fra 2005 eller senere.

I en studie gjort i Nederland av van der Waaij med flere (2005) ble det beregnet arvegrader for sju forskjellige klauvlidelser hvorav fire er inkludert i det norske helsekort klauv. Det ble også sett på genetiske korrelasjoner mellom klauvlidelsene, og genetiske korrelasjoner mellom klauvlidelsene og beineksteriør. Arvegrader ble beregnet både med en thresholdmodell og ved lineær analyse. Det ble funnet at resultatene var svært like, og de arvegradene som ble presentert i artikkelen var de som ble funnet ved bruk av den lineære modellen. De genetiske korrelasjonene ble beregnet med bivariat lineære analyser. Studien var basert på 27 198 kviger, hvorav 75 % var av rasen Holstein-Frieser. 3 729 okser var inkludert i studien etter at slektskapet for alle dyr var nøstet opp. Det ble funnet arvegrader i størrelsesorden 0,01 til 0,10, med standardfeil fra 0,01 til 0,02. De genetiske korrelasjonene var i størrelsesorden -0,18 til 0,95, med standardfeil fra 0,15 til 0,26. Tre av de seks genetiske korrelasjonene var signifikant forskjellig fra null. De genetiske korrelasjonene mellom såleknusning og blødning i såle, og mellom såleknusning og løsning/byll i den hvite linje var spesielt høye, henholdsvis $0,81 \pm 0,26$ og $0,95 \pm 0,15$. Tabell 5 gir en fullstendig oversikt over arvegrader og genetiske korrelasjoner for de klauvlidelsene i studien som samsvarer med de norske helsekortkodene.

Tabell 5 Arvegrader (på diagonalen) og genetiske korrelasjoner (over diagonalen) for fire klauvlidelser, standardfeil i parentes (van der Waaij et al. 2005).

Egenskap	Blødning i såle	Digital dermatitt	Løsning/byll i den hvite linje	Såleknusning
Blødning i såle	0,08 (0,02)	-0,12 (0,16)	0,30 (0,21)	0,81 (0,26)
Digital dermatitt		0,10 (0,02)	0,08 (0,20)	-0,18 (0,25)
Løsning/byll i den hvite linjen			0,02 (0,01)	0,95 (0,15)
Såleknusning				0,01 (0,01)

De genetiske korrelasjonene mellom klauvlidelser og beineksteriør var i størrelsesorden -0,19 til 0,64 (tabell 6). De fleste av de genetiske korrelasjonene hadde store standardfeil. Det var fire av de genetiske korrelasjonene som var signifikant forskjellig fra null. Den genetiske korrelasjonen mellom løsning/byll i den hvite linje og kodeledd var $0,64 \pm 0,15$. Det ble funnet genetisk korrelasjon mellom digital dermatitt og beinstilling, hasevinkel og kodeledd, på henholdsvis: $-0,21 \pm 0,15$, $0,16 \pm 0,13$ og $-0,22 \pm 0,13$ (van der Waaij et al. 2005).

Tabell 6 Genetiske korrelasjoner mellom klauvlidelser og beineksteriør (van der Waaij et al. 2005).

Egenskap	Beinstilling	Hasevinkel	Kodeledd
Blødning i såle	0,14 (0,18)	0,13 (0,15)	0,11 (0,16)
Digital dermatitt	-0,21 (0,15)	0,16 (0,13)	-0,22 (0,13)
Løsning/byll i den hvite linje	-0,12 (0,21)	-0,19 (0,18)	0,64 (0,15)
Såleknusning	-0,07 (0,28)	0,16 (0,22)	-0,05 (0,24)

Det ble beregnet arvegrader for seks klauvlidelser i en amerikansk studie, gjort av Huang og Shanks (1995). Fem av disse lidelsene er identiske med klauvlidelsene en finner i det norske helsekort klauv. Det ble funnet arvegrader i størrelsesorden 0,025 til 0,125 (tabell 7).

Arvegrader for klauvlidelsene ble beregnet både ved bruk av en lineær modell og ved bruk av thresholdmodell. Arvegradene som er presentert her er fra den lineære modellen. Studien er basert på data fra klauvskjæring av 814 kyr av rasene: Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey, Holstein og Jersey. Det var totalt 197 okser som var fedre til disse kyrne.

Tabell 7 Arvegrader for fem klauvlidelser (Huang & Shanks 1995).

Klauvlidelse	Arvegrad
Korketrekkerklauv	0,054
Hornforrhåtnelse	0,125
Interdigital dermatitt	0,069
Såleknusning	0,025
Løsning i den hvite linje	0,080

En tysk studie foretatt av Koenig med flere (2005) beregnet arvegrader for fire klauvlidelser, hvorav to, digital dermatitt og såleknusning, er inkludert i det norske helsekort klauv. De beregnet også genetiske korrelasjoner klauvlidelsene imellom og mellom klauvlidelsene og henholdsvis melkeytelse og celletall. Det ble brukt en lineær modell for genetiske analyser. Datamaterialet besto av 5 634 Holsteinkyr, med totalt 41 fedre. Arvegraden for digital dermatitt var $0,073 \pm 0,009$, mens arvegraden for såleknusning var $0,086 \pm 0,006$. Det ble funnet genetiske korrelasjoner i størrelsesorden 0,151 til 0,561, men bare fire av de genetiske korrelasjonene hadde lave nok standardfeil til at man kan si at de var forskjellig fra null. En fullstendig oversikt er vist i tabell 8.

Tabell 8 Arvegrader (på diagonalen) og genetiske korrelasjoner (over diagonalen) for digital dermatitt, såleknusning, melkeytelse og celletall, standardfeil i parentes (Koenig et al. 2005).

Egenskap	Digital dermatitt	Såleknusning	Melkeytelse	Celletall
Digital dermatitt	0,073 (0,009)	0,561 (0,073)	0,240 (0,145)	0,151 (0,176)
Såleknusning		0,086 (0,006)	0,057 (0,122)	0,276 (0,159)
Melkeytelse			0,277 (0,031)	0,198 (0,110)
Celletall				0,093 (0,019)

Buch med flere (2011) analyserte klauvdata fra 63 962 kyr av rasen Svensk Röd och Vit Boskap (SRB). Det ble sett på fire klauvlidelser: hudbetennelse, hornforrhåtnelse, blødning i såle og såleknusning. De beregnet arvegrader for disse klauvlidelsene, genetiske korrelasjoner de imellom, og mellom klauvlidelsene og proteinmengde, klinisk mastitt, celletall, antall insemineringer og dager fra kalving til første inseminering. Arvegradene for klauvlidelsene ble funnet å være i størrelsesorden 0,03 til 0,05. Standardfeilene var små (0,005 til 0,007). De genetiske korrelasjonene som ble funnet var i størrelsesorden -0,04 til 0,87. Det var fire av de

seks genetiske korrelasjonene som var signifikant forskjellig fra null. Tabell 9 viser arvegradene for klauvlidelsene og de genetiske korrelasjonene de imellom.

Tabell 9 Arvegrader (på diagonalen) og genetiske korrelasjoner (over diagonalen) for klauvlidelser, standardfeil i parentes (Buch et al. 2011).

Egenskap	Hudbetennelse	Hornforråtnelse	Blødning i såle	Såleknusning
Hudbetennelse	0,03 (0,006)	0,87 (0,053)	-0,04 (0,115)	-0,19 (0,125)
Hornforråtnelse		0,03 (0,005)	0,23 (0,109)	0,13 (0,124)
Blødning i såle			0,05 (0,007)	0,73 (0,066)
Såleknusning				0,03 (0,006)

Elleve av de tjue genetiske korrelasjonene som ble beregnet mellom klauvlidelsene og produksjonsegenskapene var forskjellig fra null, og var å finne i størrelsesorden 0,1 til 0,35. Standardfeil for de genetiske korrelasjonene som var forskjellig fra null var i størrelsesorden 0,056 til 0,112. En fullstendig oversikt er vist i tabell 10 (Buch et al. 2011).

Tabell 10 Genetiske korrelasjoner mellom klauvlidelser og produksjonsegenskaper (Buch et al. 2011).

Egenskap	Proteinmengde	Klinisk mastitt	Celletall	Antall insemineringer	Dager fra kalving til første inseminering
Hudbetennelse	0,07 (0,068)	0,00 (0,112)	0,02 (0,082)	0,32 (0,106)	0,01 (0,102)
Hornforråtnelse	0,24 (0,066)	-0,05 (0,110)	-0,01 (0,081)	0,22 (0,112)	-0,04 (0,102)
Blødning i såle	0,11 (0,056)	0,35 (0,097)	0,11 (0,069)	-0,10 (0,103)	0,10 (0,091)
Såleknusning	0,20 (0,068)	0,32 (0,109)	0,14 (0,082)	-0,04 (0,114)	0,33 (0,096)

En nederlandsk studie som besto av klauvdata fra 62 187 kyr, som var minimum 75 % Holstein-Frieser ble utført av van der Linde med flere (2010). I studien ble det beregnet arvegrader for sju klauvlidelser hver for seg og samlet. Det ble også beregnet genetiske korrelasjoner mellom seks av klauvlidelsene i første og andre laktasjon. Fem av klauvlidelsene i studien samsvarer med det norske helsekort klauv. Arvegradene ble beregnet ved bruk av en lineær modell, og var i størrelsesorden 0,03 til 0,12, og var signifikant ($P < 0,05$) forskjellig fra null for alle egenskaper (tabell 11).

Tabell 11 Arvegrader for fem klauvlidelser for seg og for alle klauvlidelsene samlet (van der Linde et al. 2010).

Egenskap	Arvegrad
Blødning i såle	0,06
Digital dermatitt	0,09
Interdigital dermatitt	0,09
Såleknusning	0,09
Løsning/byll i den hvite linje	0,03
Alle klauvlidelser	0,07

Det ble funnet genetiske korrelasjoner mellom første og andre laktasjon for klauvlidelsene som var meget høye, fra 0,88 til 1,00. De genetiske korrelasjonene mellom de ulike klauvlidelsene i henholdsvis første og andre laktasjon var å finne i størrelsesorden -0,29 til 0,88. Fjorten av de genetiske korrelasjonene var signifikant ($P < 0,05$) forskjellig fra null. En fullstendig oversikt over genetisk korrelasjon mellom klauvlidelsene i første og andre laktasjon, samt de genetiske korrelasjonene klauvlidelsene imellom i henholdsvis første og andre laktasjon er vist i tabell 12 (van der Linde et al. 2010).

Tabell 12 Genetiske korrelasjoner klauvlidelser imellom og mellom klauvlidelser i første (1) og andre (2) laktasjon. * indikerer at den genetiske korrelasjonen er signifikant ($P < 0,05$) forskjellig fra null (van der Linde et al. 2010).

Egenskap	BS1	BS2	DD1	DD2	ID1	ID2	SK1	SK2	LB1	LB2
Blødning i såle 1 (BS1)		0,93*	0,06	0,14	0,14	0,12	0,58*	0,60*	0,24	0,06
Blødning i såle 2 (BS2)			-0,11	0,02	0,09	0,01	0,70*	0,79*	0,31	0,51*
Digital dermatitt 1 (DD1)				0,88*	0,75*	0,88*	0,02	0,06	-0,29	-0,33*
Digital dermatitt 2 (DD2)					0,41*	0,56*	-0,09	0,15	-0,23	-0,13
Interdigital dermatitt 1 (ID1)						1,00*	0,09	-0,12	-0,14	-0,29
Interdigital dermatitt 2 (ID2)							-0,10	0,03	-0,24	0,02
Såleknusning 1 (SK1)								0,89	0,51*	0,41*
Såleknusning 2 (SK2)									0,45*	0,60*
Løsn./byll i den hvite linje 1 (LB1)										0,90*
Løsn./byll i den hvite linje 2 (LB2)										

Naeslund med flere (2008) utførte en studie som inkluderte 89 937 svenske Holstein kyr og 80 739 SRB-kyr. Det ble sett på digital dermatitt, hornforråtnelse, blødning i såle og såleknusning, i første og andre laktasjon. Det ble funnet arvegrader i størrelsesorden 0,04 til 0,07. Studien konkluderte også med at det var tilnærmet full korrelasjon mellom egenskapene i første og andre laktasjon.

Så langt er det gjort relativt få genetiske studier på klauvhelseegenskaper. Det er funnet at det er meget høy korrelasjon mellom klauvlidelser i første og andre laktasjon (Naeslund et al. 2008; van der Linde et al. 2010). De ulike studiene er basert på veldig forskjellig antall dyr, men de fleste studiene hadde færre enn 65 000 dyr. Studien til Huang og Shanks (1995) er basert på bare 814 dyr. Mens studien utført av Naeslund med flere (2008) inkluderte i overkant av 170 000 kyr. Hvilke raser som inngår i de forskjellige studiene varierer også en del, og inkluderer Holstein, Holstein-Frieser, SRB, Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey og Jersey. Det er Holstein, Holstein-Frieser og SRB som er de mest utbredte rasene i de studiene som er beskrevet tidligere.

Alle studiene som er referert her har brukt lineære modeller for beregningene. Enkelte av studiene har brukt thresholdmodell i tillegg til den lineære modellen, resultatene etter beregninger fra begge modellene har blitt relativt lik. Det varierer hvilke egenskaper som blir inkludert. Av de egenskapene som samsvarer med det norske registreringsystemet for klauvlidelser, er det såleknusning, løsning/byll i den hvite linje og blødning i såle, samt digital/interdigital dermatitt, som oftest er inkludert. Totalt varierer arvegradene fra 0,01 til 0,11. Et sammendrag av alle arvegradene som er funnet i tidligere studier er vist i tabell 13.

Tabell 13 Oversikt over arvegrader som er funnet i ulike studier jeg har sett på. Standardfeil i parentes, der det er oppgitt i studien.

Klauvlidelse	van der Waaij et al. (2005)	Huang & Shanks (1995)	Koenig et al. (2005)	Buch et al. (2011)	van der Linde et al. (2010)
Korketrekkerklauv		0,054			
V-formet hornforråtnelse		0,125		0,03 (0,005)	
Hudbetennelse				0,03 (0,006)	
• Digital dermatitt	0,10 (0,02)		0,073 (0,009)		0,09
• Interdigital dermatitt		0,069			0,11
Såleknusning	0,01 (0,01)	0,025	0,086 (0,006)	0,03 (0,006)	0,12
Løsning/byll i den hvite linje	0,02 (0,01)	0,080			0,03
Blødning i såle/den hvite linje	0,08 (0,02)			0,05 (0,009)	0,06

De genetiske korrelasjonene mellom klauvlidelser, som er forskjellig fra null, varierte fra -0,19 til 0,95. Den høyeste var mellom såleknusning og løsning/byll i den hvite linje, 0,95 (van der Waaij et al. 2005). Den mest negative korrelasjonen var mellom digital dermatitt (i første laktasjon) og løsning/byll i den hvite linje (i andre laktasjon), -0,33 (van der Linde et al. 2010). Det ble funnet genetiske korrelasjoner mellom enkelte klauvlidelser og produksjonsegenskaper,

disse var i størrelsesorden 0,056 til 0,112 (Buch et al. 2011). Genetiske korrelasjoner mellom beineksteriør og henholdsvis digital dermatitt og løsning/byll i den hvite linje var i størrelsesorden -0,22 til 0,64 (van der Waaij et al. 2005).

4 Materiale og metoder

4.1 Beskrivelse av dataene

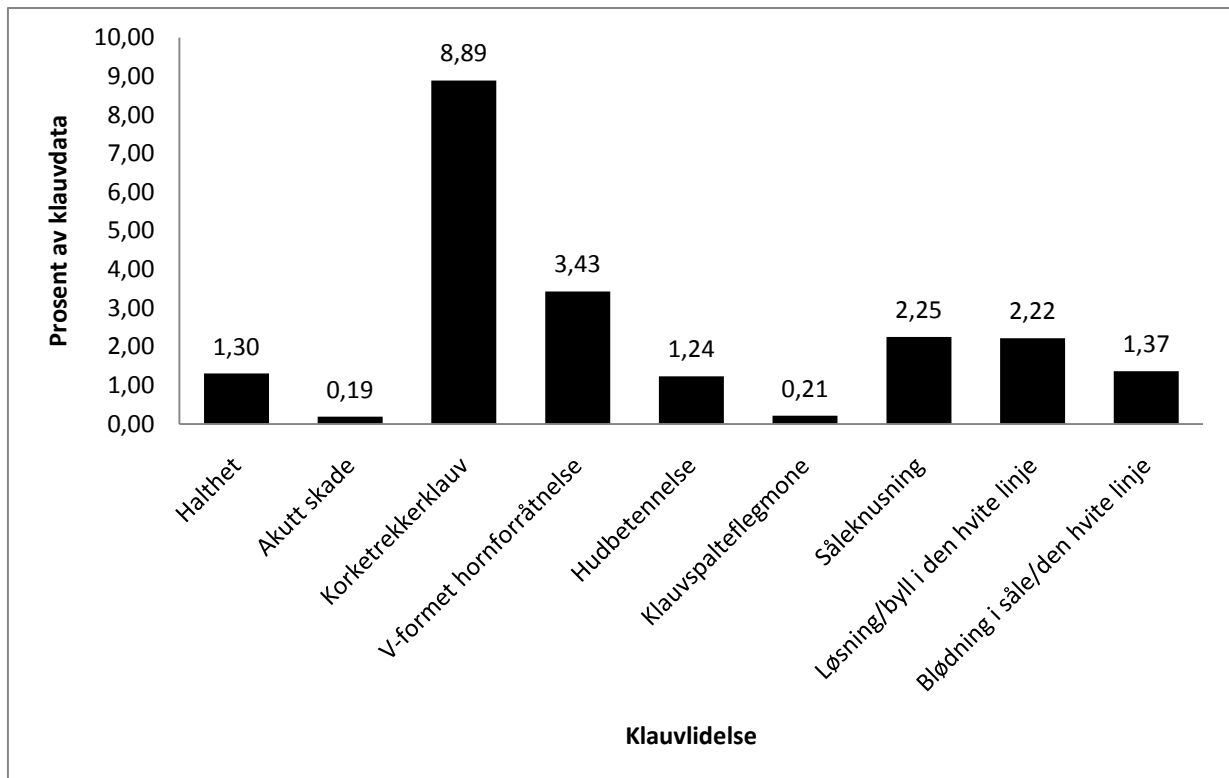
Datamaterialet består av opplysninger fra kukontrollen, som ble hentet ut i november 2010. Programvaren SAS (SAS 2002-2003) ble benyttet for å ta ut beskrivende statistikk for datasettet.

Det er totalt rapportert 201 186 klauvdata fra januar 2004 til november 2010. På en klauvskjæring kan ei ku ha inntil fire observasjoner med ulike koder som indikerer klauvhelsestatus. Det er også mulig med flere observasjoner i løpet av en laktasjon. Helsekort klauv har ti forskjellige koder (se tabell 14) som viser klauvhelsestatus ved klauvskjæring.

Hele 79 % av klauvene er friske (tabell 14). Den mest utbredte klauv lidelsen er korketrekkerklauv med tett under 9 % av alle observasjoner. Det er få observasjoner av akutt skade og klauvspalteflegmone, disse klauv lidelsene utgjør henholdsvis 0,19 % og 0,21 % av alle observasjonene. De øvrige klauv lidelsene utgjør hver for seg mellom 1 og 4 % av alle observasjonene. Antall observasjoner av de forskjellige kodene er vist i tabell 14. Figur 12 illustrerer fordelingen av de forskjellige klauv lidelsene.

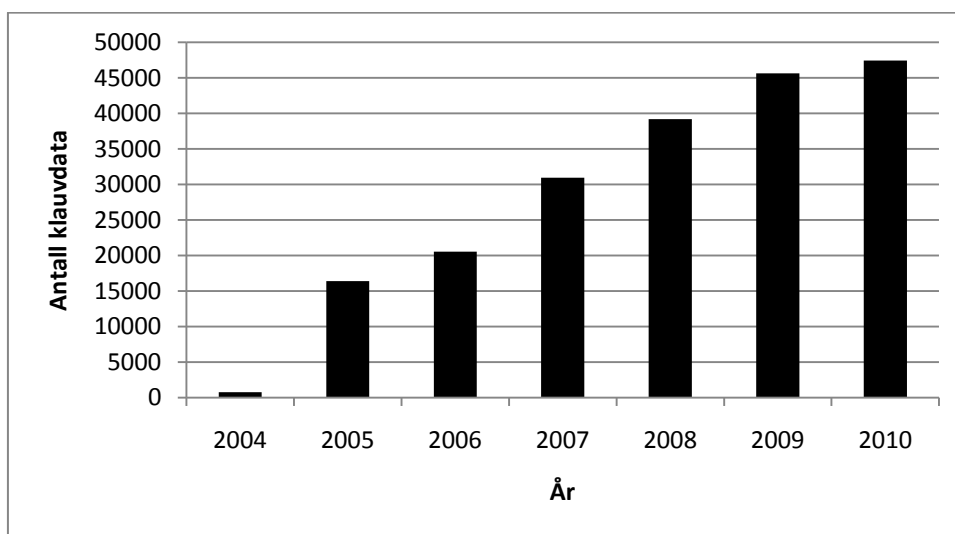
Tabell 14 Fordeling av klauvhelsesdata på de ulike kodene i helsekort klauv.

Hendelsesopplysning	Antall	Prosent
Normal	158 428	78,91
Halthet	2620	1,30
Akutt skade	380	0,19
Korketrekkerklauv/tendens	17 840	8,89
V-formet hornforråtnelse	6 886	3,43
Hudbetennelse	2 481	1,24
Klauvspalteflegmone.	426	0,21
Sålek nusning	4 516	2,25
Løsning/byll i den hvite linjen	4 449	2,22
Blødning i såle/den hvite linjen	2 743	1,37



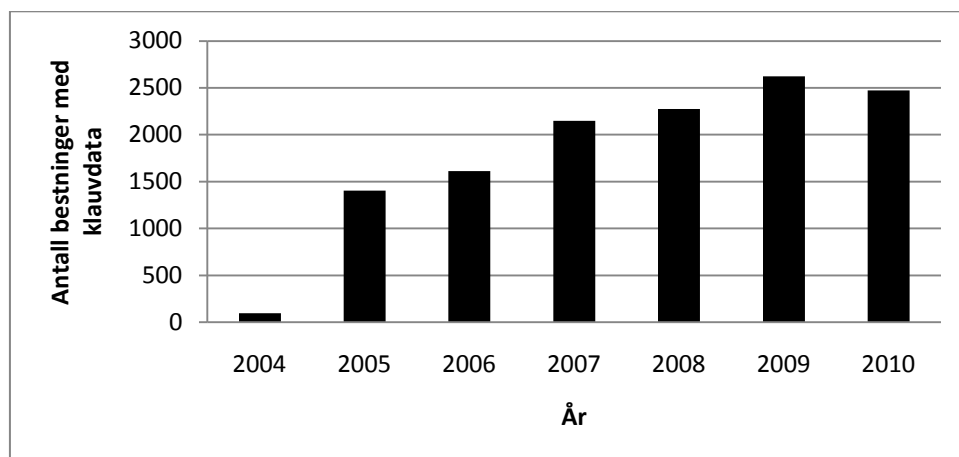
Figur 12 Prosentandel av registrerte klauvlidelser.

Antall registrerte klauvdata per år har steget betraktelig siden innføringen av helsekort klauv i 2004. Figur 13 viser antall registrerte klauvdata per år i perioden 2004-2010. Det er tilsynelatende en utflating av antall registreringer fra 2009 til 2010. Dette skyldes at dataene er hentet ut i november 2010, tallene for 2010 er derfor ikke helt fullstendig.



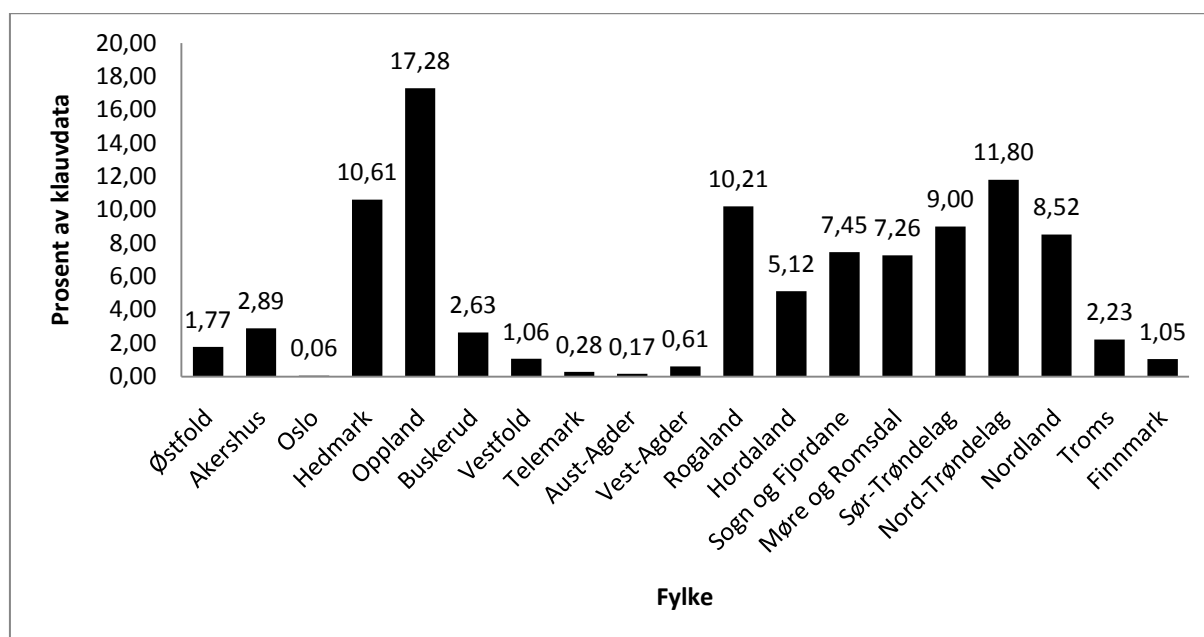
Figur 13 Antall registrerte klauvdata per år i perioden 2004-2010.

Totalt er det 5 166 besetninger som har bidratt med klauvdata. Figur 14 viser antall besetninger som har klauvdata hvert år i perioden 2004-2010. Det har skjedd en betydelig økning i antall registreringer over årene, i 2004 var det kun 97 besetninger med, mens i 2009 var det hele 2 622 besetninger som rapporterte klauvdata.



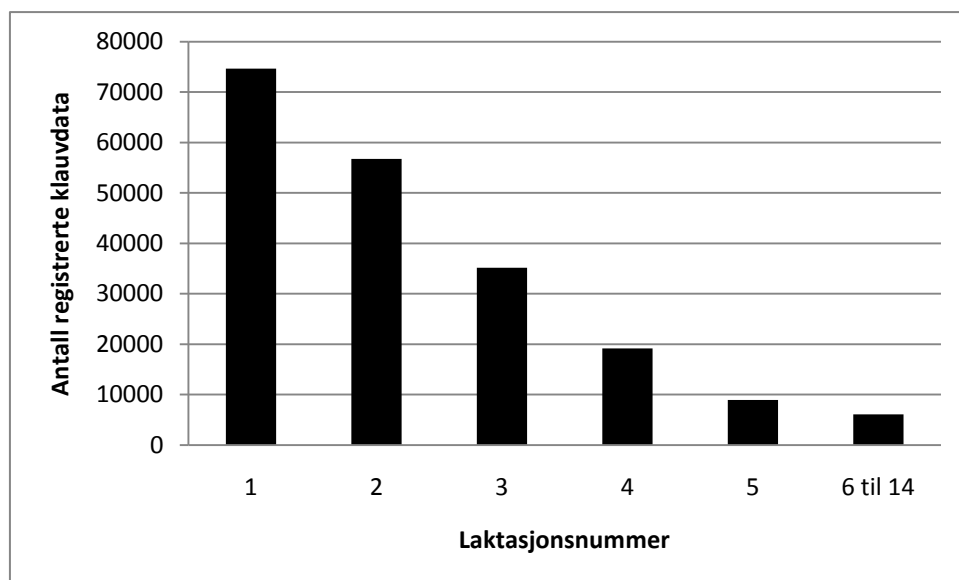
Figur 14 Antall besetninger med klauvdata per år.

Flesteparten av klauvdataene stammer fra Oppland, Nord-Trøndelag, Hedmark og Rogaland (figur 15). Registreringene fra disse fire fylkene utgjør samlet sett 49,9 % av alle registreringene. Disse fire fylkene er også de fylkene som har flest kyr i Norge (Tine 2011).



Figur 15 Prosentandel registrerte klauvdata per fylke.

Antall registrerte klauvdata fordelt på laktasjonsnummer er vist i figur 16. Antallet kyr med klauvregistreringer faller jevnt fra første laktasjon til femte laktasjon. Kyr i 6. til 14. laktasjon er slått sammen til en gruppe, da det er veldig få av dem.



Figur 16 Antall registrerte klauvlidelser per laktasjonsnummer.

Det ble laget et datasett der alle kyr fra besetninger med klauvregistreringer ble tatt med, også kyr uten klauvdata. Datasettet har en observasjon per ku per laktasjon, totalt 917 717 observasjoner. En laktasjon er i dette datasettet definert fra kalvingsdato til neste kalvingsdato eller utrangering og satt til maksimum 500 dager. Datasettet inkluderer alle laktasjoner. For hver laktasjon ble det definert en enten/eller variabel som sier om kua har klauvdata eller ikke i løpet av laktasjonen. For laktasjoner med klauvdata ble hver av de ni lidelsene definert som 0 eller 1, 1 hvis kua har hatt minst ett tilfelle av aktuelle lidelse, ellers 0. Det ble også laget en variabel kalt "alle klauvlidelser" der 0 er frisk og 1 er minst ett tilfelle av de ni diagnosene. Dersom ei ku har mer enn en observasjon med samme lidelse, er det den første observasjonen som blir brukt. De fleste registreringene av klauvskjæring har skjedd midt i laktasjonen, i gjennomsnitt 169 dager etter kalving. Tabell 15 viser gjennomsnittlig antall dager fra kalving til første registrering i helsekort klauv.

Tabell 15 Antall dager, i gjennomsnitt fra kalving til første observasjon av klauvskjæring og/eller klauvlidelse(r).

Fra kalving til observasjon	Dager (gjennomsnitt)
Klauvskjæring	169
Første opplysning om klauvlidelse (hvilken som helst)	160
Halthet	150
Akutt skade	169
Korketrekkerklauv/-tendens	170
V-formet hornforråtnelse	161
Hudbetennelse	150
Klauvspalteflegmone	145
Såleknusning	140
Løsning/byll i den hvite linje	165
Blødning i såle/den hvite linje	144

4.2 Data til genetisk analyse

Til de genetiske analysene ble det gjort et datautplukk som kun inkluderte kyr med klauvregistreringer fra besetninger med minst 10 friske klauvdata. Kun døtre etter NRF-seminokser med minst 10 observasjoner i datasettet ble tatt med. Datasettet består av 95 925 kyr med totalt 1 126 fedre, og inneholder 142 568 observasjoner fra totalt 3 452 besetninger. Det er en observasjon per laktasjon med klauvdata, hvor hver klauvlidelse er definert som 0 (frisk) eller 1 (klauvlidelse). I 82,4 % av laktasjonene var det ingen klauvlidelser. Tabell 16 viser en oversikt over frekvens av de ulike observasjonene i dataene som ble analysert.

Tabell 16 Frekvens av observasjoner i dataene som ble analysert.

Egenskap	Prosent
Normal	82,4
Halthet	1,1
Akutt skade	0,2
Korketrekkerklauv	8,4
V-formet hornforråtnelse	3,2
Hudbetennelse	1,2
Klauvspalteflegmone	0,2
Såleknusning	2,3
Løsning/byll i den hvite linje	2,3
Blødning i såle/den hvite linje	1,5

Det er inntil sju laktasjoner per ku. 65,7 % av kyrne hadde en observasjon, mens bare fem kyr hadde sju observasjoner. En fullstendig oversikt over frekvens av observasjoner per ku er vist i tabell 17.

Tabell 17 Antall observasjoner per ku.

Antall observasjoner	Frekvens	Prosent
1	63 023	65,70
2	22 581	23,54
3	7 579	7,90
4	2 156	2,25
5	499	0,52
6	82	0,09
7	5	0,01

Antall observasjoner per gård varierte fra 7 til 493, hvorav 31 % hadde 20 eller færre observasjoner, 63 % hadde 40 eller færre observasjoner, 81 % hadde 60 eller færre observasjoner, og 95 % hadde 100 eller færre observasjoner. Antall observasjoner per far varierte fra 10 til 3 372, hvorav 18 % hadde 20 eller færre observasjoner, 43 % hadde 50 eller færre observasjoner, 88 % hadde 100 eller færre observasjoner, og 90 % hadde 120 eller færre observasjoner.

4.3 Slektskapsfil

Det er totalt 1 126 okser som har døtre i datasettet. Det ble laget en okseslektskapsfil, der slektskapet mellom alle okser ble nøstet opp via oksens far og morfar så langt det er mulig. Slektskapsfila har fire variabler: oksens stamboknummer, far, morfar og fødselsår. Totalt inneholder slektskapsfila 2 061 okser. Det er 176 okser med ukjent far og 342 okser med ukjent morfar. Den eldste oxen i slektskapsfila er født i 1900, mens den yngste er født i 2006.

4.4 Modell

Det er brukt en lineær farmodell for å estimere varianskomponenter. Det ble beregnet varianskomponenter for alle egenskapene hver for seg, samt gjort en multivariatanalyse av de fire egenskapene med høyest frekvens: korketrekkerklauv, v-formet hornforråtnelse, såleknusning og løøsning/byll i den hvite linje. Modellen som er brukt for å analysere enkeltegenskaper er:

$$Y_{ijklm} = knr_i + kmnd\text{-}år_j + gard_k + far_l + e_{ijklm}$$

Der:

Y_{ijklm} er observasjon av klauvlidelse for ku m , som har kalvingsnummer i , kalvet i måned-år j , i besetning k og med far l .

knr_i er fast effekt av kalvingsnummer i som har seks ulike klasser: $i = 1, 2, 3, 4, 5$ og 6 eller flere.

$kmnd\text{-}år_j$ er fast effekt av kalvingsmåned-år j , og har 83 klasser, fra januar 2004 til november 2010.

$gard_k$ er tilfeldig effekt av besetning k med 5 166 klasser.

far_l er tilfeldig effekt av far l .

e_{ijklm} er tilfeldig effekt av feil.

Modellen blir som følger i matriseformat:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_f\mathbf{f} + \mathbf{e}$$

Der:

\mathbf{y} er en vektor med observasjoner av klauvlidelser.

\mathbf{X} er designmatrisen som knytter de faste effektene til observasjonene.

$\boldsymbol{\beta}$ er en vektor med de faste effektene.

\mathbf{Z}_h og \mathbf{Z}_f er designmatriser som knytter de tilfeldige effektene til observasjonene.

\mathbf{f} er en vektor med tilfeldige effekt av far.

\mathbf{h} er en vektor med tilfeldig effekt av gård.

\mathbf{e} er en vektor med tilfeldig feil.

For multivariat analyse forutsettes følgende (ko)variansstruktur:

$$\text{Var}(\mathbf{f}) = \mathbf{G}_0 \otimes \mathbf{A}, \text{ der } \mathbf{G}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{f1}^2 & \sigma_{f1f2} & \sigma_{f1f3} & \sigma_{f1f4} \\ \sigma_{f1f2} & \sigma_{f2}^2 & \sigma_{f2f3} & \sigma_{f2f4} \\ \sigma_{f1f3} & \sigma_{f2f3} & \sigma_{f3}^2 & \sigma_{f3f4} \\ \sigma_{f1f4} & \sigma_{f2f4} & \sigma_{f3f4} & \sigma_{f4}^2 \end{bmatrix}$$

$$\text{Var}(\mathbf{f}) = \mathbf{H}_0 \otimes \mathbf{I}, \text{ der } \mathbf{H}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{h1}^2 & \sigma_{h1h2} & \sigma_{h1h3} & \sigma_{h1h4} \\ \sigma_{h1h2} & \sigma_{h2}^2 & \sigma_{h2h3} & \sigma_{h2h4} \\ \sigma_{h1h3} & \sigma_{h2h3} & \sigma_{h3}^2 & \sigma_{h3h4} \\ \sigma_{h1h4} & \sigma_{h2h4} & \sigma_{h3h4} & \sigma_{h4}^2 \end{bmatrix}$$

$$\text{Var}(\mathbf{f}) = \mathbf{R}_0 \otimes \mathbf{I}, \text{ der } \mathbf{R}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{r1}^2 & \sigma_{r1r2} & \sigma_{r1r3} & \sigma_{r1r4} \\ \sigma_{r1r2} & \sigma_{r2}^2 & \sigma_{r2r3} & \sigma_{r2r4} \\ \sigma_{r1r3} & \sigma_{r2r3} & \sigma_{r3}^2 & \sigma_{r3r4} \\ \sigma_{r1r4} & \sigma_{r2r4} & \sigma_{r3r4} & \sigma_{r4}^2 \end{bmatrix}$$

Der:

\mathbf{A} er slektskapsmatrisen, \mathbf{G}_0 er en 4x4 genetisk (ko)variansmatrise, og \otimes er Kroenckerproduktet.

σ_{fi}^2 er farvarians til egenskap i , $i = 1, 2, 3$ og 4 .

σ_{fij} er kovarians for tilfeldig effekt av far mellom egenskap i og j , der i og $j = 1, 2, 3$ og 4 .

\mathbf{H}_0 og \mathbf{R}_0 er 4x4 (ko)variansmatriser for henholdsvis besetnings- og residualeffekter, og \mathbf{I} er identitetsmatriser.

σ_{hi}^2 er besetningsvarians til egenskap i , $i = 1, 2, 3$ og 4 .

σ_{hij} er kovarians for tilfeldig effekt av besetning mellom egenskap i og j , der i og $j = 1, 2, 3$ og 4

σ_{ri}^2 er residualvarians til egenskap i , $i = 1, 2, 3$ og 4 .

σ_{rij} er kovarians for tilfeldig effekt av feil mellom egenskap i og j , der i og $j = 1, 2, 3$ og 4 .

4.5 Arvegrad og genetisk korrelasjon

Arvegraden, h^2 ble beregnet etter følgende formel:

$$h^2 = \frac{4\sigma_{fi}^2}{\sigma_{fi}^2 + \sigma_{ei}^2}$$

der σ_{fi}^2 er farvarians til egenskap i og σ_{ei}^2 er feilvarians til egenskap i .

Genetisk korrelasjon (r_{gij}) mellom egenskap i og j beregnes etter følgende formel:

$$r_{gij} = \frac{\sigma_{fij}}{\sqrt{\sigma_{fi}^2} \times \sqrt{\sigma_{fj}^2}}$$

Der σ_{fi}^2 og σ_{fj}^2 er farvariansen for egenskapene i og j , og σ_{fij} er kovariansen mellom effekt av far for egenskap i og j .

4.6 Beregning av varianskomponenter og avlsverdier

Varianskomponenter og avlsverdier ble beregnet ved hjelp av modulen DMU AI i programvaren DMU (Madsen & Jensen 2007). Denne modulen bruker *Average Information REstricted Maximum Likelihood* (AI-REML) for å estimere varianskomponenter og korrelasjoner mellom egenskapene.

4.7 Korrelasjoner til andre egenskaper

Oksenes samla avlsverdier og indekser for melk, bein, hasevinkel, beinstilling, kodeledd og klauver ble hentet fra Genos avkomsgranskingsresultater fra mai 2011 (Geno 2011c). SAS (SAS 2002-2003) ble brukt til å regne korrelasjoner mellom avlsverdier for klauvhelse og oksenes offisielle avlsverdier.

5 Resultater

5.1 Varianskomponenter, arvegrader og genetiske korrelasjoner

Varianskomponentene for alle egenskapene, og tilhørende arvegrader er vist i tabell 18. Akutt skade og klauvspalteflegmone hadde farvarians lik null. V-formet hornfjårråttelse hadde standardfeil større enn farvarians. Arvegraden for samleposten ”alle klauvlidelser” var 0,05. For klauvlidelsene som enkeltegenskaper varierte arvegradene fra 0 (akutt skade og klauvspalteflegmone) til 0,07 (korketrekkerklauv).

Tabell 18 Varianskomponenter for besetning, far og residual, og arvegrader standardfeil i parentes.

Egenskap	Besetningsvarians	Farvarians	Residualvarians	Arvegrad
Alle klauvlidelser	0,022790 (0,000635)	0,001566 (0,000184)	0,112498 (0,000428)	0,055
Halftet	0,000758 (0,000026)	0,000005 (0,000002)	0,010336 (0,000039)	0,002
Akutt skade	0,000095 (0,000003)	0,000000 (0,000000)	0,001590 (0,000006)	0
Korketrekkerklauv	0,000264 (0,004278)	0,000125 (0,000059)	0,000246 (0,023758)	0,071
V-formet hornfjårråttelse	0,000119 (0,000600)	0,000013 (0,000040)	0,000090 (0,010679)	0,010
Hudbetennelse	0,000600 (0,000021)	0,000040 (0,000008)	0,010679 (0,000040)	0,015
Klauvspalteflegmone	0,000035 (0,000002)	0,000000 (0,000001)	0,001626 (0,000006)	0
Såleknusning	0,000721 (0,000031)	0,000102 (0,000018)	0,021361 (0,000081)	0,019
Løsning/byll i den hvite linje	0,001154 (0,000041)	0,000040 (0,000011)	0,020590 (0,000078)	0,008
Blødning i såle/den hvite linje	0,000678 (0,000025)	0,000017 (0,000005)	0,013529 (0,000051)	0,005

Genetiske korrelasjoner mellom de fire egenskapene med høyest frekvens, korketrekkerklauv, v-formet hornfjårråttelse, såleknusning og løsning/byll i den hvite linjen er vist i tabell 19. Den høyeste genetiske korrelasjonen (0,76) er mellom såleknusning og løsning/byll i den hvite linjen. Standardfeil for de genetiske korrelasjonene varierte fra 0,08 til 0,17. Genetisk korrelasjon mellom såleknusning og de andre klauvlidelsene var fra 0,34 til 0,76. De øvrige hadde standardfeil som var større enn de estimerte genetiske korrelasjonene.

Tabell 19 Arvegrader (på diagonalen) og genetiske korrelasjoner (over diagonalen), standardfeil i parentes.

Egenskap	Korketrekker- klauv	V-formet hornfornåtnelse	Såleknusning	Løsning/byll i den hvite linje
Korketrekker- klauv	0,071	0,102 (0,122)	0,497 (0,084)	0,116 (0,126)
V-formet hornfornåtnelse		0,010	0,340 (0,131)	0,160 (0,168)
Såleknusning			0,019	0,759 (0,090)
Løsning/byll i den hvite linje				0,008

5.2 Faste effekter

Løsninger for faste effekter er vist i figur 17 til 21.

5.2.1 Effekt av laktasjonsnummer

For alle klauvlidelsene under ett, er det kyrne i andre laktasjon som er de friskeste (figur 17).

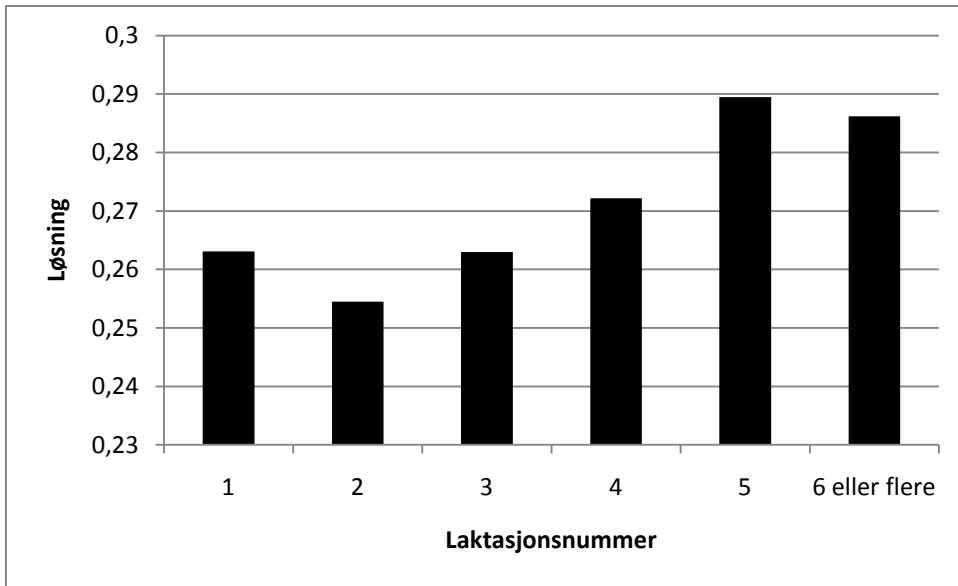
Bildet er noe annerledes hvis man ser på de enkelte klauvlidelsene hver for seg.

Korketrekkerklauv er det størst risiko for i første og andre laktasjon før det synker (figur 18).

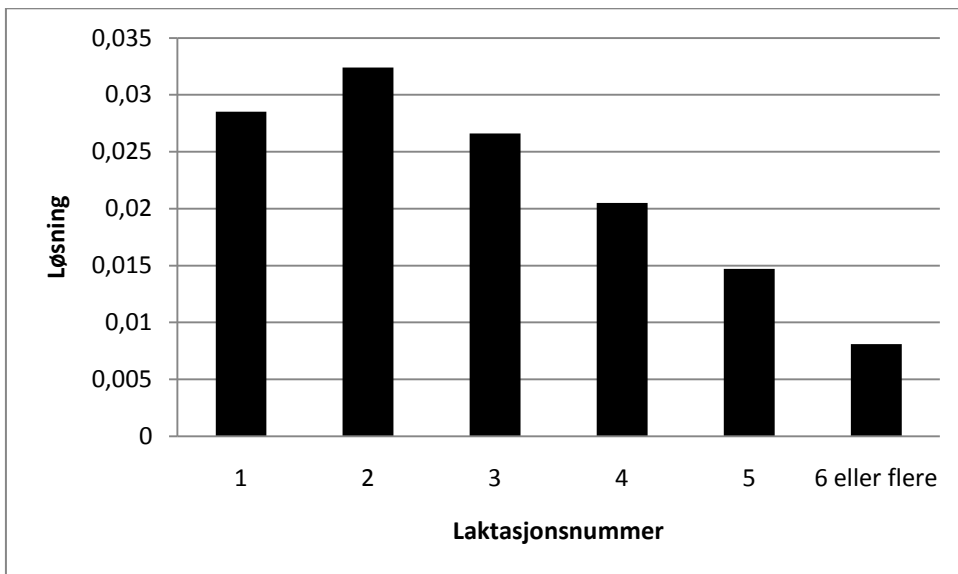
Akutt skade, hudbetennelse og klauvspalteflegmone ser ikke ut til å være påvirket av

laktasjonsnummer (figur 19). De øvrige klauvlidelsene fulgte et mønster omtrent likt som for

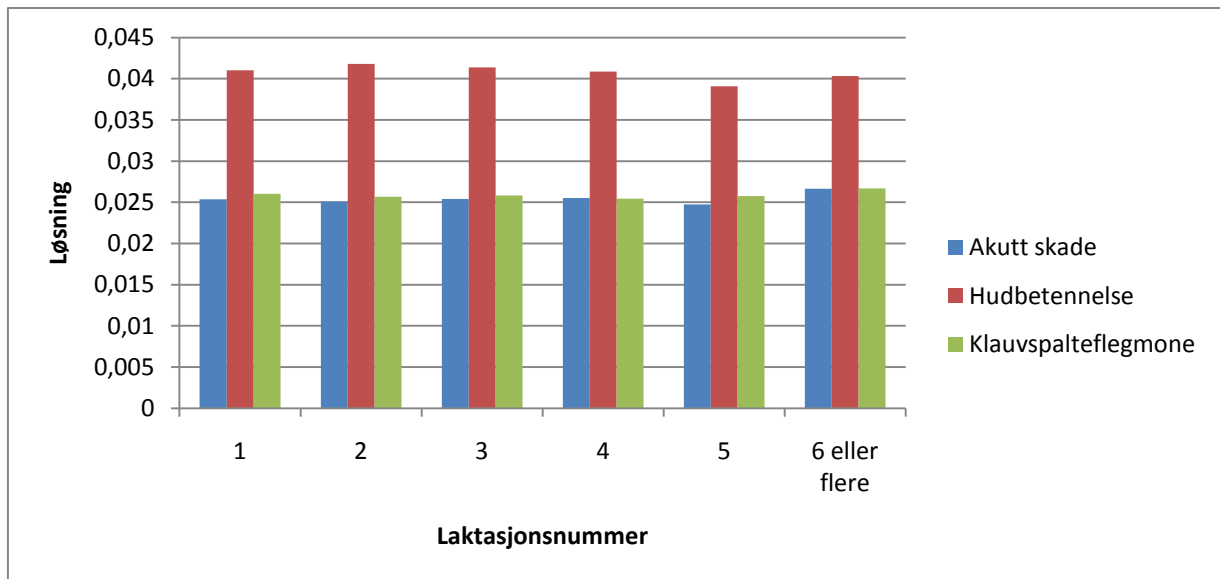
alle klauvlidelser sett under ett, det vil si at det er de yngre dyrene som er de friskeste (figur 20).



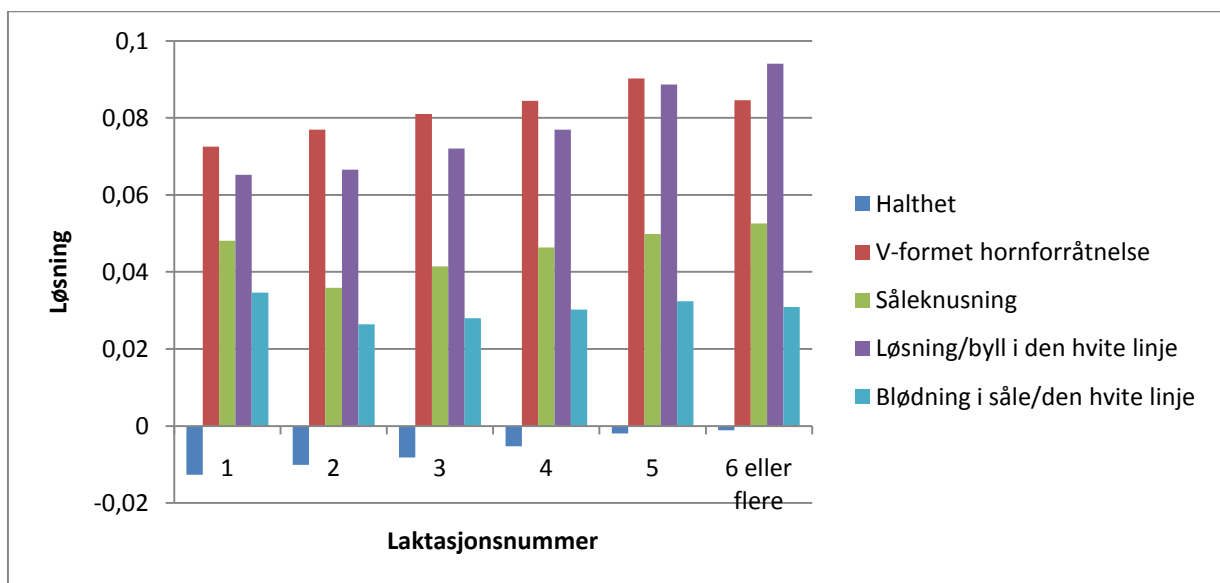
Figur 17 Effekt av laktasjonsnummer på alle klauvlidelsene under ett.



Figur 18 Effekt av laktasjonsnummer på korketrekkerklauv.



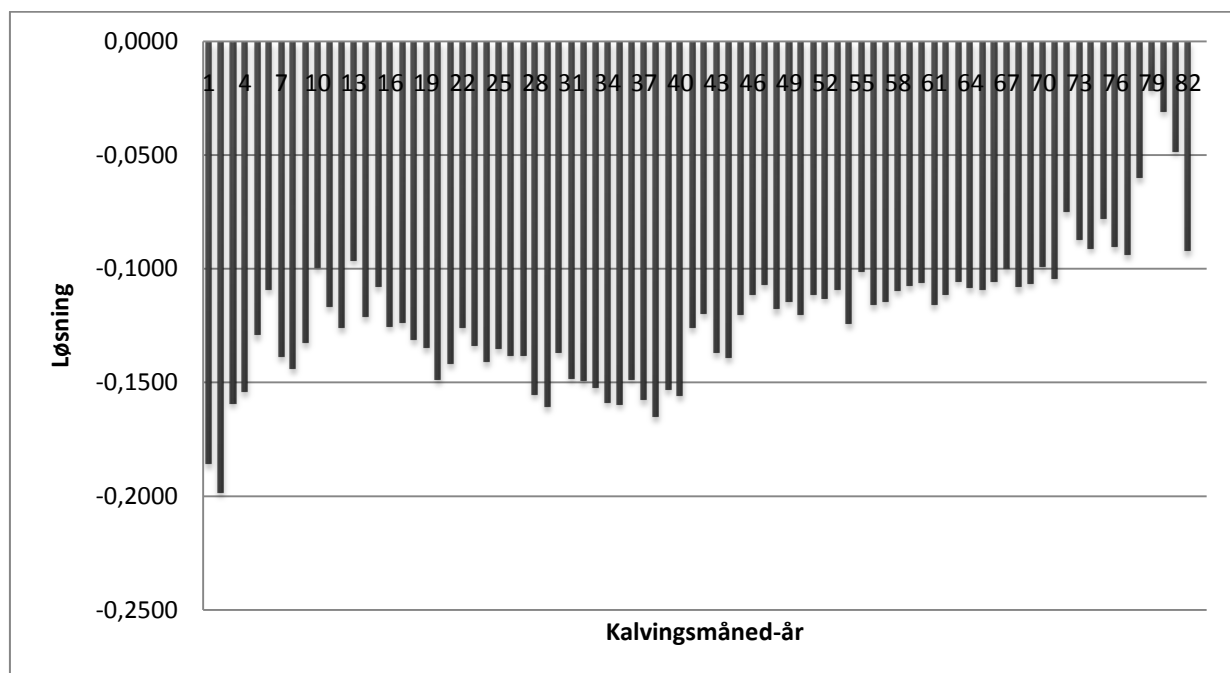
Figur 19 Effekt av laktasjonsnummer på akutt skade, hudbetennelse og klauvspalteflegmone.



Figur 20 Effekt av laktasjonsnummer på halthet, v-formet hornforråtnelse, såleknusning, løsnings/byll i den hvite linje og blødning i såle/den hvite linje.

5.2.2 Effekt av kalvingsmåned-år

Effekt av kalvingsmåned-år for egenskapen alle klauvlidelser er vist i figur 21. Det er ikke noe klart mønster, men det er variasjoner mellom måneder og år fra 0,00 til -0,20. Det er en tendens til økende risiko for klauvlidelse over tid.



Figur 21 Effekt av kalvingsmåned-år på alle klauvlidelser samlet.

5.3 Avlsverdier for klauvlidelser

5.3.1 Rangering av oksene

De ti beste oksene for samleposten ”alle klauvlidelser”, og en oversikt over rangering for disse oksene innen de enkelte klauvlidelsene er vist i tabell 20. De oksene som er best for alle klauvlidelsene samlet sett gjør det ikke nødvendigvis like bra når man ser på de enkelte klauvlidelsene hver for seg. Oksen med best avlsverdi for alle klauvlidelsene samlet er plassert i topp 10 for to klauvlidelser, topp 50 for fire klauvlidelser, og topp 100 for seks av klauvlidelsene. Denne oxen er rangert som nummer 821 for klauvspalteflegmone, mens for korketrekkerklauv er han rangert som nummer 3. Korrelasjonene mellom rangering av oksene for alle egenskaper er vist i tabell 21. Den største positive rangkorrelasjonen er mellom

samleposten alle klauvidelser og korketrekkerklauv (0,71). Den mest negative korrelasjonen er mellom hudbetennelse og løsning/byll i den hvite linje (-0,15).

Tabell 20 De ti beste oksene for "alle klauvidelser" og deres rangering for hver enkelt klauvidelse.

Okse ID	Alle klauvidelser	Halheth	Akutt skade	Korketrekkerklauv	Vformet hornforråtnelse	Hudbetennelse	Klauvspalteflekmone	Såleknusning	Løsning/byll hvit linje	Blødning såle/hvit linje
10 384	1	10	63	3	60	25	821	22	810	321
10 305	2	817	333	1	54	69	283	173	416	584
5 674	3	758	152	46	97	176	3	57	56	338
10 409	4	907	441	96	3	571	1 086	44	15	237
5 737	5	613	1 120	13	753	8	111	81	151	22
10 261	6	41	1 054	2	301	73	905	200	531	492
10 405	7	1 000	1 107	16	68	505	1 090	257	34	646
10 227	8	762	835	58	236	319	209	29	361	87
5 226	9	977	295	11	13	851	670	12	339	107
5 633	10	690	449	28	49	660	466	117	363	449

Tabell 21 Rangkorrelasjoner mellom alle egenskaper.

Egenskap	Halheth	Akutt skade	KK	VFH	HB	KSF	SK	LBH	BSH
Alle klauvidelser	0,230	0,087	0,710	0,457	0,185	0,078	0,505	0,348	0,322
Halheth		0,031	0,090	0,174	0,043	0,046	0,056	0,015	0,116
Akutt skade			-0,14	0,055	0,021	0,160	-0,016	-0,147	0,019
Korketrekkerklauv (KK)				0,157	-0,047	-0,059	0,215	0,120	0,054
V-formet hornforråtnelse (VFH)					0,304	0,133	0,216	0,018	-0,015
Hudbetennelse (HB)						0,367	0,096	-0,150	-0,014
Klauvspalteflekmone (KSF)							0,073	-0,052	0,108
Såleknusning (SK)								0,362	0,417
Løsning/byll i den hvite linje (LBH)									0,427
Blødning i såle/den hvite linje (BSH)									

De ti oksene med best avlsverdi for samleposten "alle klauvidelser" (tabell 22) har generelt relativt gode indekser for bein og klauver fra avkomsgransking (Geno 2011c), men likevel ligger ikke alle ti oksene på eller over 100 på den ene eller begge indeksene. Sett ut i fra de offisielle indeksene for bein og klauver burde oxsen som er rangert som nummer to være den beste av disse ti. Oksen som basert på avlsverdi for klauvidelser er rangert som nummer 7 har beinindeks på 92 og klauvindeks på 91.

Tabell 22 De ti oksene med best avlsverdi for alle klauvlidelsene samlet, og deres offisielle indeks for bein og klauver etter avkomsgransking.

Okse ID	Genos beinindeks	Genos indeks for vridde klauver
10 384	99	107
10 305	117	104
5 674	106	103
10 409	97	100
5 737	98	109
10 261	114	106
10 405	92	91
10 227	95	89
5 226	104	115
5 633	103	112

I følge oksekatalogen er oksenummer 10 561 den avkomsgranskede oxen som har best indeks for bein og klauver, henholdsvis 134 og 128 (Geno 2011c). Han er rangert som nummer 365 for alle klauvlidelsene samlet, og for hver enkelt klauvlidelse varierer hans rangering fra 51 (hudbetennelse) til 1 020 (akutt skade). Ser man bort fra akutt skade, er blødning i såle/den hvite linje den egenskapen han har dårligst rangering (nummer 1 000). Han er rangert som nummer 242 for korketrekkerklauv.

Tabell 23 viser rangkorrelasjoner mellom avlsverdiestimatene for klauvlidelsene og de offisielle indeksene for bein og klauver. Negative tall indikerer gunstig korrelasjon, fordi de beste avlsverdiene for klauvlidelsene er de som er mest negativ, mens de offisielle indeksene er standardiserte. Det er totalt fem klauvhelseavlsverdier som har en gunstig rangkorrelasjon med beinindeksen, den høyeste er mellom beinindeks og korketrekkerklauv (-0,206) og den laveste er mellom beinindeks og akutt skade (-0,095). Mens for klauvindeksen er det gunstig rangkorrelasjon til alle avlsverdiene, unntatt hudbetennelse og klauvspalteflegmone. Den høyeste korrelasjonen er mellom klauvindeks og korketrekkerklauv (-0,342), og den laveste er mellom klauvindeks og blødning i såle/den hvite linje (-0,003).

Tabell 23 Rangkorrelasjoner mellom estimerte avlsverdier for klauvlidelser¹ og offisiell indeks for bein og klauver fra Genos avkomsgranskning, mai 2011. Negative tall indikerer at det er gunstig korrelasjon.

	Offisiell beinindeks	Offisiell indeks for klauver
Alle klauvlidelser	-0,154	-0,304
Halthet	-0,071	-0,052
Akutt skade	-0,095	-0,045
Korketrekkerklauv	-0,206	-0,342
V-formet hornforråtnelse	-0,081	-0,126
Hudbetennelse	0,026	0,039
Klauvspalteflegmone	0,006	0,033
Såleknusning	0,034	-0,105
Løsning/byll i den hvite linje	0,058	-0,073
Blødning i såle/den hvite linje	0,061	-0,003

1) Avlsverdier for klauvlidelser er på en skala der 0 er frisk og 1 er syk, lave tall er derfor gunstig.

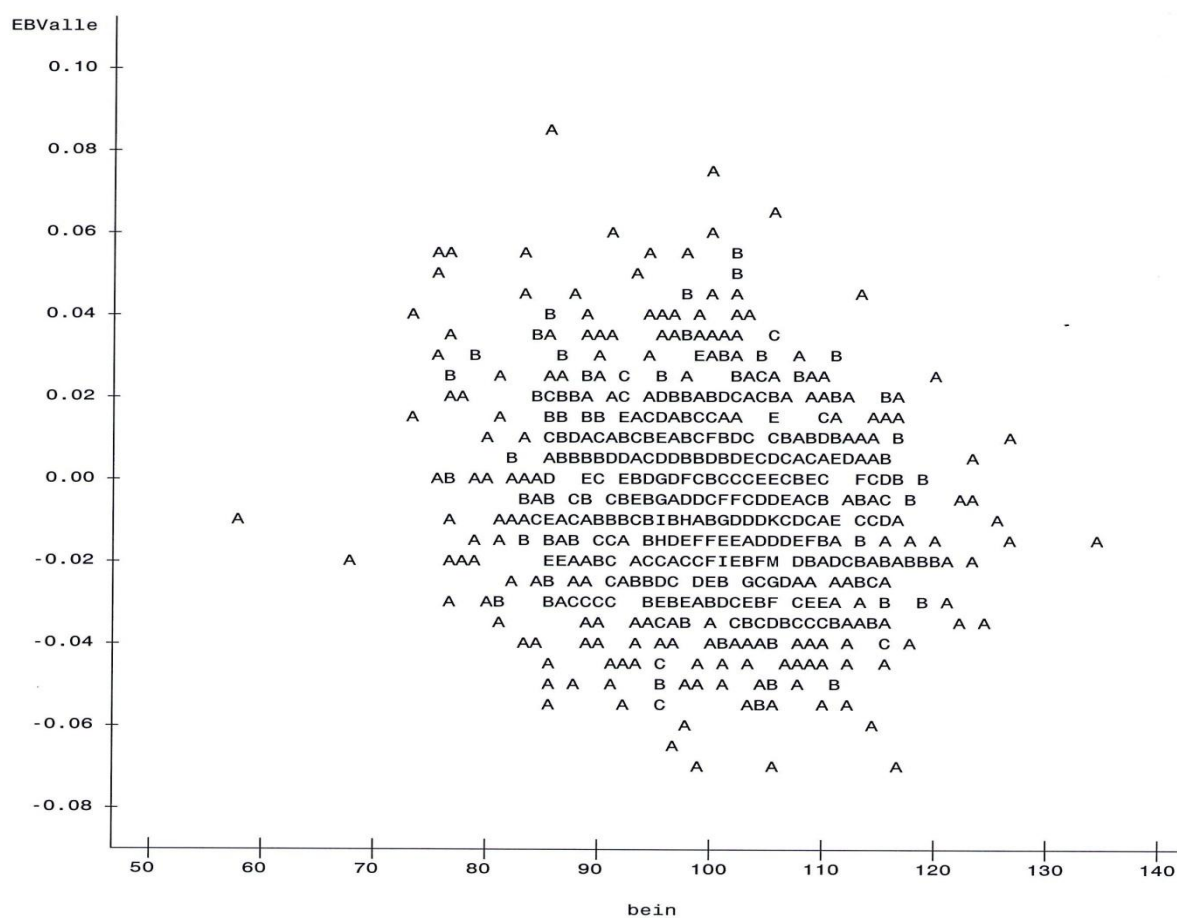
5.3.2 Korrelasjon mellom estimerte avlsverdier og offisielle indekser

En oversikt over korrelasjoner mellom estimerte avlsverdier for klauvlidelser og oksenes offisielle indekser for samla avlsverdier, melk, bein, hasevinkel, beinstilling, kodeledd og klauver er vist i tabell 24. Negative tall indikerer gunstig sammenheng, fordi de beste avlsverdiene for klauvlidelsene er de som er mest negativ, mens de offisielle indeksene er standardiserte. Korrelasjonene som ble funnet var generelt lave. For klauvindeksen varierte korrelasjonene fra 0,039, -0,020 (mellom avlsverdi for hudbetennelse og klauvindeks) til -0,349 (mellom avlsverdi for korketrekkerklauv og klauvindeks). For alle klauvlidelsene samlet var det korrelasjonen til beinindeksen, -0,169, og til klauvindeksen, -0,313, som var de mest gunstige. Det var ingen korrelasjon mellom avlsverdi for alle klauvlidelsene samlet, og indeksene for hasevinkel, beinstilling og kodeledd. Avlsverdi for korketrekkerklauv hadde gunstig korrelasjon med indeksene for bein (-0,206), kodeledd (-0,047) og klauver (-0,349). Avlsverdi for hudbetennelse hadde gunstig korrelasjon med den offisielle samla avlsverdi (-0,101), melkeindeksen (-0,045), hasevinkel (-0,133) og beinstilling (-0,134). Avlsverdi for såleknusning hadde gunstig korrelasjon med klauvindeksen (-0,123). Avlsverdier for løsning/byll i den hvite linje og avlsverdi for blødning i såle hadde ugunstig sammenheng med samla avlsverdi og melkeindeks, utover dette hadde disse to svak eller ingen korrelasjon med de øvrige offisielle indeksene.

I figur 22 er avlsverdier for alle klauvlidelsene samlet plottet mot den offisielle beinindeksen. Plottet er formet som en ball, noe som tilsier at det ikke er noen klar sammenheng mellom avlsverdiene for klauvlidelsene og beinindeksen.

Tabell 24 Korrelasjon mellom estimerte avlsverdier for klauvlidelser og oksenes offisielle indekser fra Genos avkomsgransking, mai 2011. Negative tall indikerer gunstig korrelasjon.

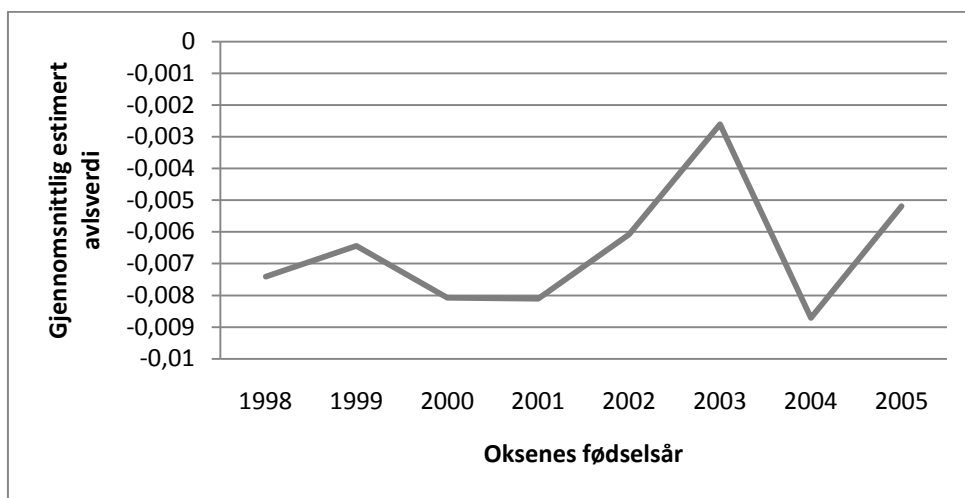
Egenskap	Samla avlsverdi	Melkeindeks	Beinindeks	Hasevinkel	Beinstilling	Kodeledd	klauvindeks
Alle klauvlidelser	0,035	0,117	-0,169	0,001	0,087	0,010	-0,313
Halthet	0,088	0,187	-0,065	0,113	-0,157	0,127	-0,045
Akutt skade	-0,107	-0,056	-0,069	-0,012	-0,137	0,053	-0,020
Korketrekkerklauv	0,056	0,061	-0,206	0,040	0,116	-0,047	-0,349
V-formet hornforråtnelse	-0,047	0,032	-0,090	0,033	-0,089	0,116	-0,133
Hudbetennelse	-0,101	-0,045	0,021	-0,133	-0,134	0,148	0,039
Klauvspalteflegmone	-0,127	-0,100	0,001	-0,151	-0,118	0,106	0,025
Såleknusning	0,015	0,182	0,011	0,016	0,137	0,034	-0,123
Løsning/byll i den hvite linje	0,188	0,198	0,054	-0,035	0,162	0,019	-0,072
Blødning i såle/den hvite linje	0,145	0,157	0,059	-0,022	0,143	-0,022	-0,018



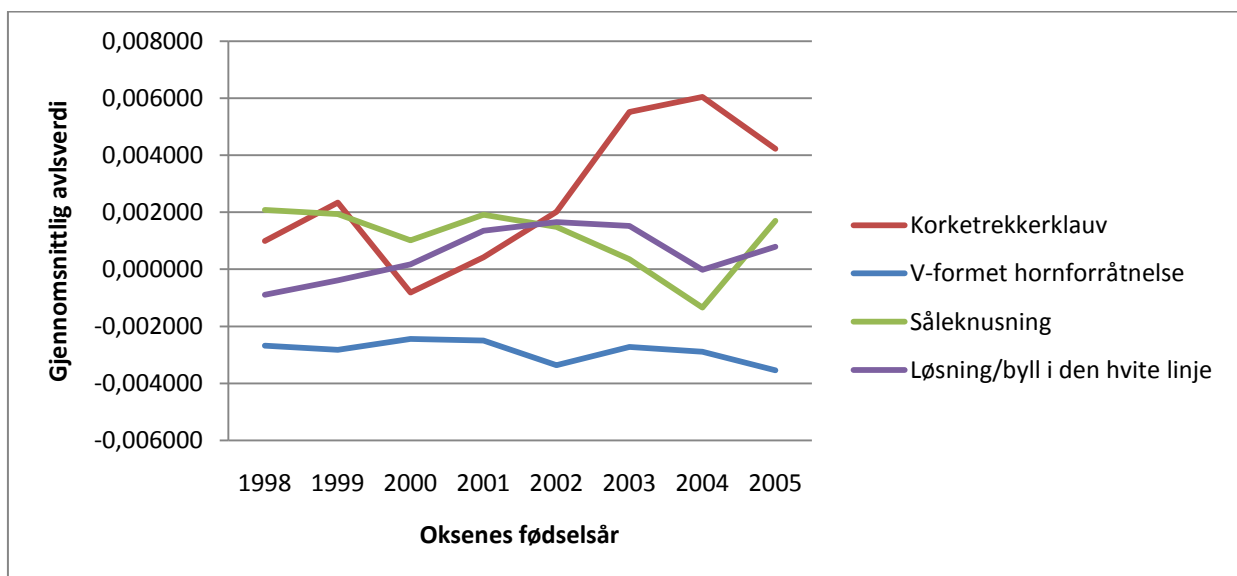
Figur 22 Avlsverdier for alle klauvlidelserne samlet plottet mot Genos beinindeks (Geno 2011c). A = en observasjon, B = to observasjoner, osv.

5.3.3 Genetisk trend

Genetisk trend, beregnet som gjennomsnittlig avlsverdi per fødselsår (okser) i perioden 1998 til 2005, er vist i figur 23 for alle klauvlidelsene samlet og i figur 24 for de fire hyppigst forekommende klauvlidelsene korketrekkerklauv, v-formet hornforråtnelse, såleknusning og løsning/byll i den hvite linje. For okser født i disse årene var det fra 102 til 131 okser per år med døtre i datasettet. Dette tilsvarer fulle årganger. Genetisk trend for v-formet hornforråtnelse er flat (figur 24), for de andre klauvlidelsene er det noe variasjon mellom år men ingen klar utvikling.



Figur 23 Genetisk trend for samleposten "alle klauvlidelser".



Figur 24 Genetisk trend for de fire egenskapene med høyest frekvens: korketrekkerklauv, v-formet hornforråtnelse, såleknusning og løsning/byll i den hvite linje.

6 Diskusjon

6.1 Arvegrader og genetiske korrelasjoner

De estimerte arvegradene for klauvlidelsene var lave, dette stemmer godt overens med tidligere studier (Buch et al. 2011; Huang & Shanks 1995; Koenig et al. 2005; Naeslund et al. 2008; van der Linde et al. 2010; van der Waaij et al. 2005). Lave arvegrader betyr at det er behov for store avkomsgupper for å kunne beregne en sikker avlsverdi på oksene. For alle klauvlidelsene under ett var den estimerte arvegraden 0,055. Studien utført av van der Linde med flere (2010) er den eneste studien jeg har funnet som har estimert arvegrad for alle klauvlidelsene i studien samlet. De kom frem til en arvegrad på 0,07. van der Lindes studie består av i overkant av 62 000 Holstein-Frieser-kyr. Selv om studien ikke er basert på akkurat de samme egenskapene som i norske klauvdata og frekvensen av de ulike klauvlidelsene også er forskjellige i van der Lindes data og i norske data stemmer arevgradsestimatene godt overens.

Ettersom det er brukt en lineær modell i beregningene, vil arvegradene være frekvensavhengig. Dette er synlig i resultatene ved at de egenskapene som har høyest frekvens også er de som har høyest arvegrad. Korketrekkerklauv har en frekvens på 8,9 % av alle observasjoner, dette er også den egenskapen som har desidert høyest arvegrad (0,07). Den eneste arvegraden for korketrekkerklauv funnet i litteraturen var fra studien til Huang og Shanks (1995), som fant en arvegrad på 0,054 for denne egenskapen. Denne studien er basert på kun 814 dyr av forskjellige raser, og de har generelt estimert høyere arvegrader enn andre studier for tilsvarende egenskaper. Både det lave antallet dyr studien er basert på, og det faktum at de generelt har fått høyere arvegrader enn andre gjør at denne studien er lite sammenlignbar med mine resultater.

De estimerte arvegradene for såleknusning (0,019) og for løsning/byll i den hvite linje (0,008) er omtrent i samme størrelsesorden som tidligere studier (Buch et al. 2011; van der Linde et al. 2010; van der Waaij et al. 2005).

Egenskapen hudbetennelse, med en arvegrad på 0,015, er en egenskap som det er vanskelig å sammenligne med tidligere studier da denne ofte er delt i digital dermatitt og interdigital dermatitt, mens i Norge har man valgt å slå disse sammen til en egenskap. Det finnes likevel et referansepunkt for denne egenskapen i en dansk/svensk studie (Buch et al. 2011), hvor man har estimert en arvegrad for hudbetennelse på 0,03. En mulig årsak til at Buch har fått et noe høyere

estimat er høyere frekvens. Hudbetennelse utgjør 6,9 % av alle observasjonene i dataene til Buch mens her utgjør hudbetennelse 1,2 % av alle observasjoner.

Ikke overraskende var de estimerte arvegradene for halthet og akutt skade tilnærmet null. Årsaken til dette er sannsynligvis at både halthet og akutt skade kan være så mangt og uspesifisert. Spesielt akutt skade er mye styrt av tilfeldigheter og har åpenbart en svært liten eller ingen arvelig komponent

Alle de fire egenskapene som ble kjørt som multivariat viste positiv genetisk korrelasjon. Men de laveste genetiske korrelasjonene, som var i størrelsesorden 0,102 til 0,160, hadde alle standardfeil som var større eller lik den genetiske korrelasjonen. Man kan derfor ikke si med sikkerhet at det er genetisk korrelasjon mellom alle de aktuelle egenskapene. Genetisk korrelasjon mellom såleknusning og de øvrige egenskapene var alle større enn standardfeilene. De genetiske korrelasjonene med såleknusning var henholdsvis $0,340 \pm 0,131$ for v-formet hornforråtnelse, $0,497 \pm 0,084$ for korketrekkerklauv og $0,759 \pm 0,090$ for løsning/byll i den hvite linje. Det er lite å sammenligne disse korrelasjonene med i litteraturen, da det ikke er så mange studier som har beregnet genetiske korrelasjoner mellom klauvlidelser. Studien utført av van der Waaij med flere (2005) fant en genetisk korrelasjon mellom såleknusning og løsning/byll i den hvite linje på $0,95 \pm 0,15$. Buch med flere (2011) fant en genetisk korrelasjon mellom såleknusning og hornforråtnelse på $0,13 \pm 0,124$.

6.2 Modell

Klauvlidelsene i ulike laktasjoner er i denne analysen antatt å være samme egenskap. Tidligere studier vist at det er meget høy korrelasjon mellom klauvlidelser i første og andre laktasjon (Naeslund et al. 2008; van der Linde et al. 2010). Det er derfor lite trolig at dette har stor innvirkning på de genetiske analysene.

Modellen inkluderte ikke effekt av ku (permanent miljø) fordi få kyr hadde mer enn en observasjon. Når en får mer data bør denne effekten tas med i modellen.

6.3 Effekt av laktasjonsnummer

Det ble funnet effekt av laktasjonsnummer for mange av klauvlidelsene. Kort oppsummert er det tre mønster klauvlidelsene følger når det kommer til laktasjonsnummer. De yngste kyrne er de friskeste, de eldste kyrne er de friskeste, eller laktasjonsnummer har ingen betydning for klauvlidelsen. Når alle klauvlidelsene blir sett under ett ser man at det er kyrne i andre laktasjon som er de friskeste. En mulig årsak til dette er at ”problemkyr” blir utsjaltet etter første laktasjon. Etter andre laktasjon er det økt risiko for alle klauvlidelsene samlet. En mulig forklaring på dette kan være at eldre kyr har dårligere klauvhelse og kanskje også generell helse på grunn av slitasje. Dette er hvert fall nærliggende å tro når det gjelder halthet. Halthet kan ha mange årsaker, som for eksempel klauv-, ledd-, sene- eller muskelslitasje. Korketrekkerklauv forekommer oftest i første og andre laktasjon, også her er det sannsynlighet for at kyr som har problemer med dette blir utsjaltet allerede etter første eller andre laktasjon. De kyrne som i senere laktasjoner har korketrekkerklauv er kanskje ikke like hardt rammet, og er derfor mulig å beskjære for å behandle eller forebygge problemer. For hudbetennelse og klauvspalteflekmone var det relativt liten effekt av laktasjonsnummer. En mulig årsak til dette kan være at disse lidelsene kan være smittsomme (Fjeldaas 2003). Dette fører til at hvis en besetning først blir rammet av en av disse lidelsene så har ikke laktasjonsnummer noe å si for hvorvidt kua blir rammet eller ikke.

6.3 Avlsverdier

Det ble beregnet avlsverdier for alle klauvlidelsene samlet og for klauvlidelsene enkeltvis. I gjennomsnitt har hver okse 85 døtre, men antallet døtre per okse varierte fra 10 til 3 372. De oksene med færrest døtre får derfor mer usikre avlsverdier. Det er viktig å ha nok døtre med informasjon klar til avkomsgransking av ungoxer for å få sikre avlsverdier for disse oksene.

6.3.1 Avlsverdier for klauvlidelser og offisielle indekser

Ser man på rangkorrelasjonene mellom samleposten ”alle klauvlidelser” og hver enkelt klauvlidelse, så viser det seg at det er de klauvlidelsene med høyest frekvens som har høyest

korrelasjon til avlsverdien for alle klauvlidelsene samlet. Man ser også at det er veldig forskjell på hvilke okser som har fått gode avlsverdier for de ulike klauvlidelsene. Dette kan indikere at dersom en ønsker avlsfremgang for hver enkelt av klauvlidelsene, så må det lages indekser for de ulike klauvlidelsene.

Det er en del variasjon i hvordan oksene med best avlsverdi for klauvlidelsene scorer på beinindeksen og indeksen for vridde klauver. Ut av de ti beste oksene rangert etter avlsverdi for alle klauvlidelsene samlet, så er det fem stykker som har en beinindeks under 100. To av disse oksene har også en klauvindeks under 100. Den avkomsgranskede oxen med best beinindeks (134) og klauvindeks (128), nådde ikke lenger opp enn til 365. plass rangert etter avlsverdi for alle klauvlidelser samlet. Beinindeksen har gunstig korrelasjon med estimerte avlsverdier for alle klauvlidelsene samlet, halthet, akutt skade, korketrekkerklauv og v-formet hornforråtnelse. Korrelasjonene mellom beinindeksen og korketrekkerklauv (-0,206) og alle klauvlidelsene samlet (-0,169) er de høyeste. Alt i alt kan dette tyde på at seleksjon for beinindeks er et lite effektivt verktøy for å oppnå bedre klauvhelse. En årsak til dette kan være at indeksen for vridde klauver bare har vært vektlagt med 20 % i beinindeksen. Det er trolig at beinindeksen i fremtiden vil være et bedre verktøy, når vridde klauver nå har fått økt vektleggingen til 40 %. Indeksen for vridde klauver har en (svak) gunstig korrelasjon til estimerte avlsverdier for sju av ni klauvlidelser, i tillegg til alle klauvlidelsene samlet. Korrelasjonen mellom klauvindeks og avlsverdien for korketrekkerklauv var -0,349. Litteraturen har ingen henvisninger til genetiske korrelasjoner mellom klauveksteriør og korketrekkerklauv. Det er nærliggende å tro at det finnes en genetisk korrelasjon mellom disse to egenskapene ettersom klauvindeks er basert på kvigemåling av vridde klauver, noe som burde være tilnærmet samme egenskap som korketrekkerklauv.

Det var ugunstig korrelasjon mellom melkeindeksen og estimerte avlsverdier for de fleste av klauvlidelsene. Halthet, løsning/byll i den hvite linje og blødning i såle/den hvite linje var de tre lidelsene med høyest ugunstig korrelasjon med melkeindeksen, henholdsvis 0,187, 0,198 og 0,157. Spesielt for besetninger der klauvhelse er et problem, kan dette være nyttig informasjon ved utvelgelse av eliteokser..

Her er det beregnet korrelasjoner mellom avlsverdier for klauvlidelser og andre egenskaper. Dette gir en indikasjon på størrelse og retning av genetiske korrelasjoner mellom de aktuelle

egenskapene. Dersom man i fremtiden ønsker å bruke beineksteriør registrert i kvigemålinger som verktøy for forbedring av klauvhelsen bør det gjøres studier for å kartlegge genetisk korrelasjon mellom eksteriør og klauvlidelser.

6.3.2 Genetisk trend

Perioden som er sett på for genetisk trend er kun 7 år, noe som er en noe kort periode for å vurdere genetisk utvikling. Den eneste klauvlidelsen som tilsynelatende hadde et mønster i løpet av denne perioden var v-formet hornfórråtnelse, som er uendret over tid. De andre klauvlidelsene varierte noe mellom år, men viste ikke noen klar utvikling. Dette tyder på at det ikke har vært noen avlsmessig endring for klauvhelse for NRF i disse årene.

6.4 Potensial for videre bruk

Flere studier har vist at det er mye å tjene på en god klauvhelse (Enting et al. 1997; Ettema & Østergaard 2011; Kossaibati & Esslemont 1997; Manske 2002; Sogstad et al. 2006; Sogstad et al. 2007). Dette kombinert med det faktum at flere og flere besetninger oppstaller kyrne i løsdrift gjør at markedet etterspør klauvhelse i avlsmålet. Dette i seg selv gjør det interessant å utføre mer genetisk forskning på klauvlidelser.

Dette er, som nevnt tidligere den første genetiske analysen av norske klauvhelsedata. Det er heller ikke gjort veldig mange studier på dette området internasjonalt. I Norge begynner man å få mye data på klauvhelse. Helsekort klauv en integrert del av kukontrollen, dette gjør det mulig å se på sammenhenger mellom klauvlidelser og en rekke andre egenskaper. Dataene som er brukt i denne analysen inkluderer i overkant av 200 000 dyr, mens mange av de utenlandske studiene er basert på under 65 000 dyr. Ettersom arvegradene for klauvlidelser er lave, er det behov for enda flere registreringer. Dette fordi lave arvegrader krever store dattergrupper for å få sikre avlsverdier.

Beinindeksen ser ikke ut til å være den mest effektive tilnærmingen for å oppnå avlsfremgang for klauvlidelsene. Det bør hvert fall utføres studier for å finne genetisk korrelasjon mellom beineksteriør og klauvlidelser, og en bør vurdere å øke vektleggingen av indeksen for vridde klauver. Dette i kombinasjon med indekser for de enkelte klauvlidelsene basert på data fra helsekort klauv vil sannsynligvis gi en forbedring av klauvhelsen.

7 Konklusjon

Arvegradene som ble funnet var: 0,055 for alle klauvlidelsene samlet, 0,002 for halthet, 0,071 for korketrekkerklauv, 0,01 for v-formet hornfornåtnelse, 0,015 for hudbetennelse, 0,019 for såleknusning, 0,008 for løsnings/byll i den hvite linje og 0,005 for blødning i såle/den hvite linje. Arvegrad for akutt skade og klauvspalteflekmone var null.

De genetiske korrelasjonene var: $0,759 \pm 0,09$ mellom såleknusning og løsnings/byll i den hvite linje, $0,497 \pm 0,084$ mellom såleknusning og korketrekkerklauv, $0,340 \pm 0,131$ mellom såleknusning og v-formet hornfornåtnelse, de øvrige nær null.

Genetisk trend for v-formet hornfornåtnelse var relativt flat for perioden 1998 til 2005. De øvrige klauvlidelsene varierte noe mellom år, men viste ingen klar utvikling for perioden.

Det er liten sammenheng mellom avlsverdiene for klauvlidelser og den offisielle beinindeksen. Forutsatt flere registreringer, kan de norske klauvdataene være egnet som grunnlag for å lage indekser for de enkelte klauvlidelsene.

8 Referanser

- Andenæs, H. & Bøe, K. (1999). *Spaltegulv til storfe: effekt på helse, renhet og atferd*. ITF rapport, b. 104/1999. Ås: Norges Landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag. 29 s. s.
- Bergsten, C. (2011). *Oversikt klovlidelser*. Tilgjengelig fra: <http://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Filer/klovh7071.pdf> (lest 10.08.2011).
- Buch, L. H., Sørensen, A. C., Lassen, J., Berg, P., Eriksson, J. Å., Jakobsen, J. H. & Sørensen, M. K. (2011). Hygiene-related and feed-related hoof diseases show different patterns of genetic correlations to clinical mastitis and female fertility. *Journal of Dairy Science*, 94 (3): 1540-1551.
- CRV. (2010). *Statistical indicators E-30 Claw health index*. Tilgjengelig fra: <https://global.crv4all.com/68143/67761/67689/67719> (lest 05.08.2011).
- DeLaval. (2009). *Dyrevelferd i fokus - gange*. Tilgjengelig fra: http://www.delaval.no/Dairy_Knowledge/EfficientCowComfort/Walking.htm (lest 19.06.2011).
- Enting, H., Kooij, D., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M. & NoordhuizenStassen, E. N. (1997). Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livestock Production Science*, 49 (3): 259-267.
- Ettema, J. & Østergaard, S. (2011). Halter kørerne, så halter økonomien! *Ny Kvægforskning*, 8 (2): 2-3.
- Fjeldaas, T. (2003). *Klauvskjæring og klauvsjukdommer*. Oslo: Landbruksforl. 64 s. s.
- Fjeldaas, T., Sogstad, A. M. & Osteras, O. (2006). Claw trimming routines in relation to claw lesions, claw shape and lameness in Norwegian dairy herds housed in tie stalls and free stalls. *Preventive Veterinary Medicine*, 73 (4): 255-271.
- Geno. (2009a). *Egenskapene i avlsarbeidet på NRF - eksteriør*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Forsiden/NRF/Egenskapene-i-avlsarbeidet/Eksterior/> (lest 30.05.2011).

- Geno. (2009b). *Utvikling av avlsmålet for NRF-koa*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Forsiden/NRF/Avlsmal/Historikk/> (lest 05.08.2011).
- Geno. (2011a). *Avlsmål*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Forsiden/NRF/Avlsmal/> (lest 16.05.2011).
- Geno. (2011b). *NRF-koa*. Tilgjengelig fra: <http://www.geno.no/Forsiden/NRF/Om-NRF-koa/> (lest 16.05.2011).
- Geno. (2011c). *Oksekatalogen*. Hamar, Norge. Tilgjengelig fra: <http://www.oksekatalogen.no/> (lest 01.08.2011).
- Huang, Y. C. & Shanks, R. D. (1995). Within herd estimates of heritabilities for 6 hoof characteristics and impact of dispersion of discrete severity scores on estimates. *Livestock Production Science*, 44 (2): 107-114.
- Häggmann, J., Juga, J., Sillanpää, M. J. & Thompson, R. (2010). *Genetic Parameters For Claw Health And Foot And Leg Conformation Traits In Finnish Ayrshire Cows*. Proceedings of the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig, Tyskland.
- Iisg.nl. (2010). *International institute of Social history. Prices and Wages. Value of Guilder / Euro*. . Tilgjengelig fra: <http://www.iisg.nl/hpw/calculate.php> (lest 01.08.2011).
- Koenig, S., Sharifi, A. R., Wentrot, H., Landmann, D., Eise, M. & Simianer, H. (2005). Genetic parameters of claw and foot disorders estimated with logistic models. *Journal of Dairy Science*, 88 (9): 3316-3325.
- Kossaibati, M. A. & Esslemont, R. J. (1997). The costs of production diseases in dairy herds in England. *The Veterinary Journal*, 154 (1): 41-51.
- Lovdata. (2004). *Forskrift om hold av storfe* (lest 05.08.2011).
- Manske, T. (2002). *Hoof lesions and lameness in Swedish dairy cattle: prevalence, risk factors, effects of claw trimming and consequences for productivity*. Uppsala: [T. Manske]. 1 b. (flere pag.) s.

- Naeslund, S., Jakobsen, J. H., Eriksson, J. Å. & Strandberg, E. (2008). *Genetic parameters for dairy cattle claw health traits recorded by claw trimmers*. Annual Meeting of the European Association of Animal Production, Vilnius, Litauen.
- Nielsen, P. (2011). Flere og flere indberetter klovlidelser. *Danske mælkeproducenter* (2).
- SAS. (2002-2003). *SAS 9.1*: USA: SAS Institute inc.
- Sehested, E. (2011). Store endringer i avlsverdi. *Buskap: medlemsblad for Geno* (5).
- Sogstad, Å. M., Fjeldaas, T., Osteras, O. & Forshell, K. P. (2005). Prevalence of claw lesions in Norwegian dairy cattle housed in tie stalls and free stalls. *Preventive Veterinary Medicine*, 70 (3-4): 191-209.
- Sogstad, Å. M., Østerås, O. & Fjeldaas, T. (2006). Bovine Claw and Limb Disorders Related to Reproductive Performance and Production Diseases. *Journal of Dairy Science*, 89 (7): 2519-2528.
- Sogstad, Å. M., Østerås, O., Fjeldaas, T. & Nafstad, O. (2007). Bovine claw and limb disorders related to culling and carcass characteristics. *Livestock Science*, 106 (1): 87-95.
- Sogstad, Å. M. (2008). *Klauvskjæring i Norge*. Tilgjengelig fra: <http://storfehelse.tine.no/2088.cms> (lest 19.06.2011).
- Steine, T., Sehested, E., Svendsen, M., Ranberg, I. M. A., Larsgård, A. G., Heringstad, B., Karlsen, A. & Rise, O. (2004). *Storfeavl*. Oslo: Gan. 80 s. s.
- Storfehelse.no. (2008). *Helsekort klauv*. Tilgjengelig fra: <http://storfehelse.tine.no/2637.cms> (lest 19.06.2011).
- Storfehelse.no. (2011). *Årsmelding Helsetjenesten for Storfe 2010*. Tilgjengelig fra: <http://storfehelse.no/2545.cms> (lest 05.08.2011).
- Tine. (2011). *Tilslutning til kontrollen og middel buskapsstørrelse 2010. Nøkkeltall for kukontrollen 2010*. Tilgjengelig fra: <http://medlem.tine.no/trm/tp/page?id=58&key=9210> (lest 05.08.2011).

van der Linde, C., de Jong, G., Koenen, E. P. C. & Eding, H. (2010). Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. *Journal of Dairy Science*, 93 (10): 4883-4891.

van der Waaij, E. H., Holzhauer, M., Ellen, E., Kamphuis, C. & de Jong, G. (2005). Genetic Parameters for Claw Disorders in Dutch Dairy Cattle and Correlations with Conformation Traits. *Journal of Dairy Science*, 88 (10): 3672-3678.

Østerås, O. (2003). Helsekortordninga storfe 2002. *Norsk veterinærtidsskrift: organ for Den norske veterinærforening*, 115 (6): 431-442.