



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2020 60 stp
Fakultet for Biovitenskap

Genetisk studie av eksteriør på bein hos nasjonale hesteraser

Genetic study of limb conformation in Norwegian
horse breeds

Merethe Madsen Regland
Husdyrvitenskap

Forord

Avl og genetikk har alltid vært en fascinasjon for meg, og ble en naturlig fagretning å velge for masteren. Jeg har også store deler av livet harr hest som min store lidenskap, så da tiden kom for å velge masteroppgave ble valget dermed enkelt og det ble naturlig for meg å velge en oppgave innen hesteavl. Etter en samtale med Hanne Fjerdingby Olsen og Siri Furre ved Norsk Hestesenter ble temaet for oppgaven satt. Å jobbe med denne oppgaven har vært krevende, men samtidig veldig lærerikt og spennende. Arbeidet med datainnsamling har lært meg viktigheten av god planlegging og nøyaktighet.

Jeg vil rette en stor takk til min hovedveileder, Hanne Fjerdingby Olsen, for sin tålmodighet, gode humør, og tett og god oppfølging gjennom hele prosessen. En stor takk rettes også til mine biveiledere Gunnar Klemetsdal og Siri Furre. Gunnar for å ha bidratt til lange og gode diskusjoner, utfordrende spørsmål og hans enorme kunnskap han gjerne deler av. Siri for hennes gode hjelp under datainnsamlingen, kunnskap og gode diskusjoner med mye latter. Takk til Nils Ivar Dolvik for god hjelp i sorteringen og standardiseringen av bygningstrekkene i datasettet, gode diskusjoner, å villig ha delt av sin enorme kunnskap og å ha besvart alle mine spørsmål underveis. Jeg må også benytte anledningen til takke Turid Helfjord ved Norsk Hestesenter, som har vært tilgjengelig og hjelpsom hele perioden, villig svart på spørsmål og delt av sin enorme kunnskap. Turid ordnet også at jeg fikk være med i ringen under utstillingen på Stav 2019, takk Jonas og Else.

Tusen takk til Fredrik for at du har holdt ut med meg i en hektisk periode, for at du gjennom hele prosessen har vært en enorm støtte og hjelp. Takk for korrekturlesing og diskusjonene vi har hatt, til tross for at du ikke har skjønt noen av dem.

Til slutt vil jeg rette en stor takk til Stine Samsonstuen og Martine Louise Nordås for korrekturlesing.

Fakultet for biovitenskap
Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap

NMBU

Ås, 13.03.2020

Merethe Madsen Regland

Sammendrag

Avlsarbeidet til de nasjonale rasene dølahest, fjordhest og nordlandshest/lyngshest er basert på fenotypeseleksjon. Vurderingen av avlsdyr gjøres på utstilling basert på en bedømming hvor egenskapene bedømmes på en skala fra 1 til 10, i tillegg knyttes en kommentar til karakteren. Slike fritekstbeskrivelser åpner for subjektivitet i bedømmingene, noe fører til mindre konsistente resultater.

Data ble basert på dommerkort hentet ut fra Norsk Hestesenter sin database. Utvalget besto av 11 936 observasjoner fordelt på de tre rasene. Pedigreefilen ble brukt i analysen og besto av 66 453 individer. Dataene ble analysert ved hjelp av en univariat-dyremodell i ASReml.

Resultatene viser at bygningstrekkenes forekomster varierer fra i underkant av 5% til over 25%. For hovedtyngden av egenskapene er forekomstene lave og under 10%. Arvegradene viste seg svært lave mellom 0 og 0,12. Gjennomsnittlig for alle arvegrader var 0,04. Gjennomsnittlig arvegrad for frambeinsegenskapene var 0,05, mens bakbein var 0,03.

I en vurdering om hvilke bygningstrekk som burde inkluderes i en bedømming for videre avlsarbeid, burde bygningstrekkene med høye forekomster vektlegges. Likevel burde ikke disse bygningstrekkene vurderes kun på bakgrunn av tidligere forekomster, da disse blir bedømt av forskjellige dommere med hver sine oppfatninger av avlsplanen. De lave arvegradene indikerer at dataen fra dommerkortene ikke gi tilstrekkelig informasjon for beregning av arvegrader.

Lave arvegrader er et resultat av dårlige beskrivelser av bygningstrekk og det er behov for en oppgradering av dagens utstillingssystem.

Abstract

The breeding of the Norwegian horse breeds: Døle, Fjord horse and Nordland/Lyngen is based on phenotypic selection. The evaluation of breeding animals is performed at horse shows, where each trait is evaluated on a scale of 1 to 10 and a comment is attached to the grade.

The data was based on evaluation forms retrieved from a database at the Norwegian Equine Centre. The sample consisted of 11 936 observations across the three horse breeds. The pedigree used in the analysis consisted of 66 453 individuals. The data was analyzed using a univariate-animal model and ASReml.

The results show that the occurrence of the traits varies from just under 5% to over 25%. The emphasis of the traits is low and under 10%. The heritabilities proved to be very low, between 0 and 0.12. For all the heritabilities the mean was 0.04. For the traits associated with forelegs the mean of heritabilities was 0.05, while for the hindlegs the mean was 0.03.

In an evaluation of which traits should be included in a rating for future breeding, the traits with high occurrences should be emphasized. Nevertheless, these traits should not be considered only based on previous occurrences, as these are rated by different classifiers with different views of the breeding scheme. The low heritabilities indicate that the data from the evaluation forms do not provide enough information for estimating heritabilities.

Low heritabilities is a result of poorly described traits and the current system need a modernization.

Innhold

Forord.....	1
Sammendrag.....	2
Abstract	3
1. Introduksjon	5
1.1. Dølahest.....	5
1.2. Fjordhest.....	6
1.3. Nordlandshest/lyngshest.....	7
1.4. Avlsarbeid på hest i Norge	8
1.5. Utstilling.....	11
1.5.1. Dommerutdanning.....	14
1.6. Eksteriør i avlsmålet.....	15
1.6.1 Beinstillinger	15
1.7. Tidligere forskning.....	20
1.8. Problemstilling	22
2. Materiale og metode.....	23
2.1. Data	23
2.2. Pedigreefil	26
2.3. Modellen.....	27
2.4. Analysen.....	28
2.5. F-test og T-test	29
3. Resultater.....	30
4. Diskusjon.....	45
5. Konklusjon	56
6. Referanser.....	57
7. Personlige kilder.....	62

1. Introduksjon

Dølahest, fjordhest, nordlandshest/lyngshest og norsk kaldblodstraver regnes å være de fire nasjonale hesterasene (Norsk Hestesenter, u.å.-a), og avlsarbeid og forvaltning av disse rasene er Norges ansvar (Vangen, 2009a). Tradisjonelt har de nasjonale hesterasene hatt en sentral rolle innen jordbruk, skogbruk og transportmiddel før mekaniseringen av landbruket. I senere tid er hesten blitt et hobby- og sportsdyr og de nasjonale rasene brukes både i travsport, ridning, kjøring, og noen brukes fortsatt i tradisjonell gårdsdrift (Vangen & Kvam, 2009).

De norske hesterasene dølahest, fjordhest og nordlandshest/lyngshest møter i dag stor konkurranse fra importerte hesteraser med spesialiserte bruksegenskaper i det norske markedet (Norsk Hestesenter, 2011). De importerte rasene oppnår ofte høyere pris på markedet enn de norske rasene. Den lave prisen og en synkende etterspørsel etter de norske rasene kan føre til lavere interesse for de norske oppdretterne fordi utgiftene blir høyere enn inntektene (Norsk Hestesenter, 2011). Dette fører til lavere bedekningstall, som igjen kan føre til økt innavl i rasene (Norsk Hestesenter, 2011).

De norske rasene består av små populasjoner, og ved selektering av avlsdyr vil den effektive populasjonsstørrelsen reduseres (Olsen et al., 2010). For å holde den effektive populasjonsstørrelsen oppe, er det anbefalt med et antall på minst 100 individer innenfor hver populasjon, og det er beregnet av det må fødes minst 200 føll i året for å opprettholde dette (Olsen & Klemetsdal, 2010). Dølahesten og nordlandshest/lyngshesten blir i dag ansett som kritisk truede raser (Norsk genressurssenter, 2019; Olsen et al., 2010).

1.1. Dølahest

Dølahesten har sin opprinnelse i Gudbrandsdalen og på Østlandet generelt og ble definert som rase i 1859 (Vangen, 2016a). På Østlandet var det et større innslag av utenlandske hester og rasen ble utviklet med utgangspunkt i norske hester med innblanding av dansk og tysk import, i tillegg til noe fullblods (Vangen & Kvam, 2009). Rasen ble tidlig beskrevet som en vakker og slank hest, men etter hvert økte behovet for en sterkere arbeidshest som kunne dra de tunge jordbruksredskapene for hest (Vangen & Kvam, 2009). Det ble dermed utviklet en ny type tyngre dølahest, og rasen besto nå av to typer dølahest (Vangen & Kvam, 2009). På grunn av mekaniseringen av landbruket ble raseantallet kraftig redusert etter andre verdenskrig (Vangen, 2016a) og rasen har gjennom årene vært sterkt preget av innavl. I 1953 ble det krysset inn norsk kaldblodstraver for å håndtere innavlsproblemet, et tiltak som i løpet av 1970-årene ble trukket tilbake da innavlen igjen økte sterkt (Olsen et al., 2010).

Rasen brukes fortsatt til noe jordbruk og skogbruk og er godt egnet til tynningshogst i sårbare områder, kortdistansetransport, som et alternativ til motorisert skogsdrift, eller til bruk i turistvirksomhet (Vangen & Kvam, 2009). Hovedsakelig er dølahesten blitt en allsidig hobbyhest som kan brukes til både kjøring og ridning, og det arrangeres norgesmesterskap i dølahest hvert år (Vangen & Kvam, 2009).

Dølahesten har en tilgjengelig avlspopulasjon på ca. 2600 dølahester, basert på antall registrerte hopper og ukastrerte hingster født 1999 til 2018 (Norsk Hestesenter, 2018a). Landslaget for dølahest ble stiftet i 1947 og er i dag ansvarlig avlsorganisasjon for dølahesten (Landslaget for Dølahest, u.å.).

1.2. Fjordhest

Fjordhesten er avlet fram på Vestlandet, for det meste i Nordfjord og på Sunnmøre (Vangen & Kvam, 2009), men finnes i dag over store deler av landet (Norsk Hestesenter, 2018b). Fjordhesten regnes å være en av verdens eldste og reneste raser og i likhet med den ville przewalskihesten i Sentral-Asia har fjordhesten beholdt sine primitive farger og avtegn (Norsk Hestesenter, 2018b). Avlsplanen sier at fjordhesten er en hardfør, utholdende hest som er svært god i terrenget (Norsk Hestesenter, 2018b) noe som gjorde rasen godt egnet til landbruk på de bratte smågårdene på Vestlandet. Samtidig var rasen utviklet for transport på hesteryggen (Vangen & Kvam, 2009).

Norge har siden 1860-årene drevet systematisk avl på norsk fjordhest (Dahle et al., 2004). Statskonsulentene mente det var nødvendig å forbedre rasen og ønsket en kraftig arbeidshest som med tiden kunne håndtere jordbruksredskapene (Vangen & Kvam, 2009). Lindeqvist fant ingen fjordhest han mente var bra nok og valgte dermed å kjøpe inn flere hingster av rasen dølahest eller blandinger av dølahest og fjordhest som han plasserte på Vestlandet til bruk i krysningsavl (Vangen & Kvam, 2009). Deriblant var hingsten Rimfakse som var en blanding av dølahest og fjordhest (Nestaas, 2010). Denne kryssningen skapte store diskusjoner fordi avkommene viste seg å være høyreiste med dårlige beinstillinger, dårlig lynne og mange uønskede fremmede farger. På grunn av dette ble det i 1907 bestemt å kun avle en reinrasert fjordhest (Nestaas, 2010). Hingsten Njål 166 ble en representant for den opprinnelige fjordhesten og ble fort svært populær i avlen. I dag finnes Njål 166 i alle nålevende fjordhesters stambok (Nestaas, 2010). Njål er med det regnet å være fjordhestens stamfar og den viktigste fjordhesten i norsk avlshistorie (Norsk Hestesenter, 2018b).

Etter andre verdenskrig var antallet fjordhest høyt og i 1947 og 1948 ble flere fjordhester eksportert til Tyskland og Polen. Fra midten av 1950- til 1960-årene ble det solgt en del fjordhester til Danmark, Sverige og USA. Antallet hester ble kraftig redusert rundt 1960-årene da traktoren tok over det tunge arbeidet i landbruket (Nestaas, 2010). Til tross for den synkende populasjonen har fjordhesten klart å holde innavlen på et moderat nivå de siste tiårene noe som kan skyldes en import av åtte danske hingster som ble godkjente i Norsk avl i perioden 1980-2006 (Olsen et al., 2020).

Fjordhesten brukes i dag for det meste i hobbysammenheng, men egner seg godt i turistnæringen både som ride- og kløvhest i fjellene (Vangen & Kvam, 2009). Rasen har gjort det godt i kjørekonkurranser i internasjonale mesterskap, og brukes mye innen ryttersport. Det arrangeres norgesmesterskap i fjordhest hvert år og nordisk mesterskap annen hvert år (Vangen & Kvam, 2009).

Til tross for at fjordhesten er å beregne som en norsk hesterase, er den også blitt en rase av internasjonal interesse (Vangen & Kvam, 2009). Det er flere hester av rasen i land som Danmark, Tyskland og Nederland enn i Norge (Vangen, 2016b) og rasen er populær både i Sverige, Finland, Frankrike, Sveits, Belgia, USA og Canada. Den norske populasjonen utgjør kun 10% på internasjonal basis og interessen for rasen rundt i verden er fortsatt voksende (Vangen & Kvam, 2009). Fjordhesten har i Norge en tilgjengelig avlspopulasjon på ca. 3000 fjordhester født 1999 til 2018 (Norsk Hestesenter, 2018a). Norges fjordhestlag ble stiftet i 1949 og er i dag ansvarlig avlsorganisasjon for fjordhesten (Norges Fjordhestlag, u.å.).

1.3. Nordlandshest/lyngshest

Nordlandshest/lyngshesten stammer fra Nord-Norge (Vangen, 2009a), og er bygget opp fra individer tilhørende Lyngenfjorden i Troms. Rasen har tidligere blitt brukt til jordbruk på smågårdene i Nord-Norge, og siden store deler av befolkningen var sjøsamer og kvener ble jordbruket drevet i kombinasjon med andre næringer, som fiske (Vangen & Kvam, 2009).

På 1930-tallet var nordlandshest/lyngshesten på vei til å dø ut (Vangen, 2017). Det ble derfor tatt initiativ for å bevare rasen ved å starte et søk etter reinrasede individer, og det ble satt i gang organisert avl med det begrensede antallet individer tilgjengelig i Nord-Norge (Vangen & Kvam, 2009). Først i 1969 ble nordlandshest/lyngshest etablert som rase (Vangen, 2017).

Gjennom årene har nordlandshest/lyngshesten hatt utfordringer med mye innavl (Olsen, et al., 2010), og som et tiltak ble det krysset inn en hingst av rasen finsk hest i avlen (Vangen, 2019). Hingsten ble brukt i fire sesonger og fikk på denne tiden 27 føll (Vatne, 1994). Til

tross for dette tiltaket er det ikke skjedd store endringer i henhold til innavl de siste 40-50 årene (Olsen et al., 2010) og som et tiltak har vi i dag hoppekvoter per hingst for å hindre sterk økning av innavl i rasen (Vangen & Kvam, 2009). Hoppekvoten er ved en førstegangskåring på 15 hopper, og dersom hingsten etter gjennomført bruksprøve opprettholder avlsgodkjenningen vil kvotereguleringen oppheves (Norsk Hestesenter, 2018c). Dersom en avlsgodkjent hingst har for stort genetisk bidrag i populasjonen, kan det likevel innføres kvoteregulering (Norsk Hestesenter, 2018c). Nordlandshest/lyngshest har i dag en tilgjengelig avlspopulasjon på ca. 1700 nordlandshest/lyngshester født 1999 til 2018 (Norsk Hestesenter, 2018a). I 1992 ble Landslaget for nordlandshest/lyngshest stiftet og er i dag ansvarlig avlsorganisasjon for rasen (Norsk hestesenter, u.å.-e).

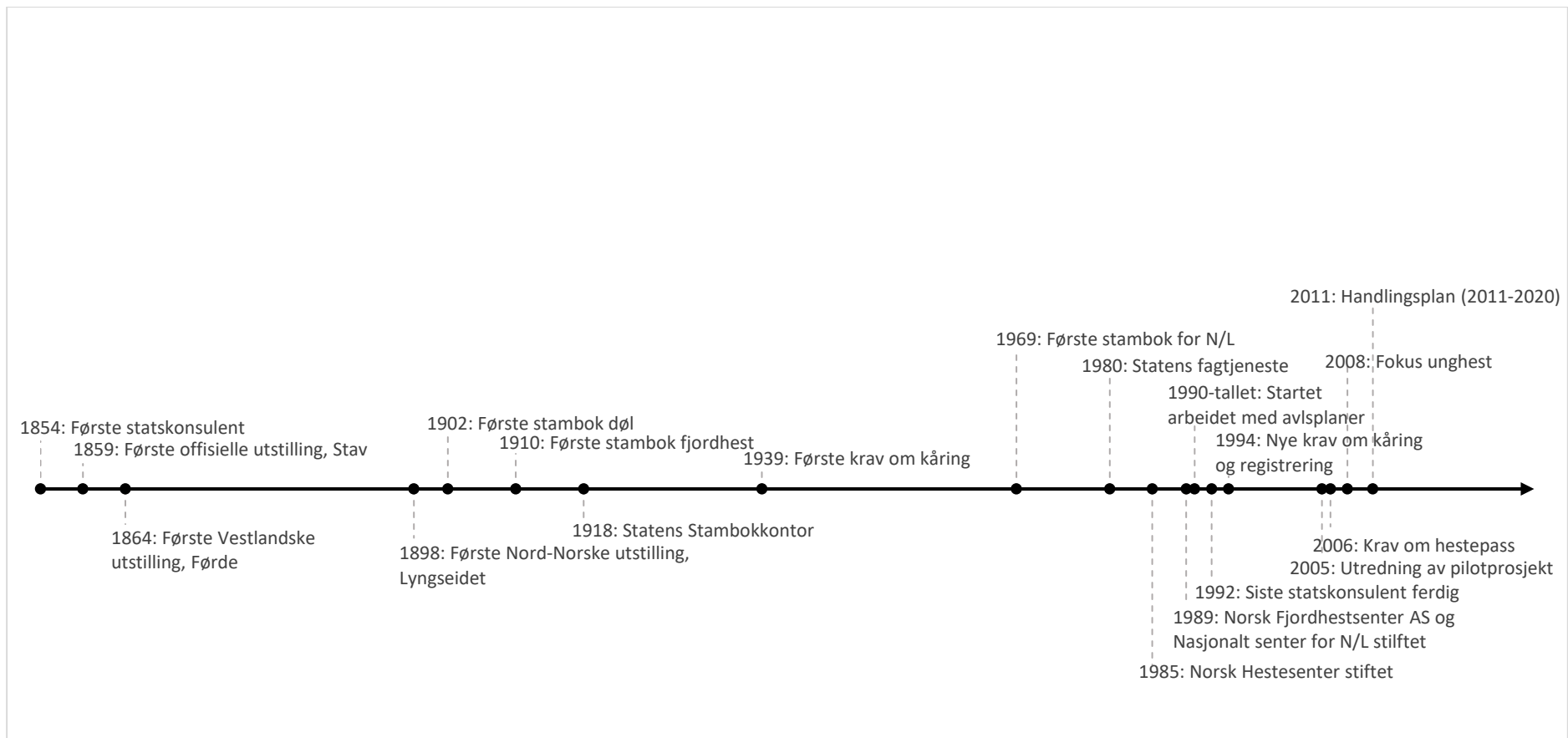
Rasen er i dag blitt en allsidig fritidshest som egner seg til både ridning og kjøring. I tillegg har nordlandshest/lyngshesten en god framdrift og et trav som gjør den egnet til ponnitrav (Norsk Hestesenter, 2018c). Ifølge avlsplanen for nordlandshest/lyngshest har rasen et lynne som gjør den egnet til terapihest og som rideskolehest (Norsk Hestesenter, 2018c). Det arrangeres rasespesifikke konkurranser innen de ulike disiplinene fordelt på landsdelene Sør-Norge og Nord-Norge. I tillegg arrangeres det også norgesmesterskap for nordlandshest/lyngshest. Ellers stiller rasen i alminnelige ponnitravløp (Vangen & Kvam, 2009).

1.4. Avlsarbeid på hest i Norge

Figur 1 viser en tidslinje over den organisatoriske delen av avlsarbeidet fra Lindeqvist ble innsatt som statsagronom i 1854 til Handlingsplanen for 2011-2020. Hesteavl i Norge ble tidligere ledet av offentlige ansatte statskonsulenter, fra 1854 da staten ansatte sin første statsagronom Johan Lindeqvist, og frem til 1992 da Arve Rolstad gikk av som siste statsagronom (Dahle & Vangen, 2009). Under Lindeqvist sin periode som statsagronom ble det på Stav i Gudbrandsdalen arrangert det som er kjent som Norges første offisielle hesteutstilling i 1859 (Dahle & Vangen, 2009). Fem år senere ble den første vestlandske utstillingen arrangert i Førde i 1864 (Nestaas, 2010), mens nordlandshest/lyngshest sin første dokumenterte utstilling ble arrangert først i 1898 i Lyngseidet i Troms, hele 39 år etter landets første offisielle utstilling (Dahle & Vangen, 2009). I 1939 ble den første «lov om kåring av avlshingster» vedtatt på Stortinget, en lov som ble gjeldende fra januar to år etter og var gjeldende helt frem til den ble erstattet av «lov om husdyravl av 4. desember 1992» og «forskrift om godkjente (reinavla) dyr av hestefamilien» i 1994. Denne forskriften setter et

krav om at alle hingster som skal brukes til avl i Norge skal kåres, i tillegg til at registre over alle hester i Norge skal føres (Dahle & Vangen, 2009).

Statens stambokkontor ble opprettet i 1918 og hadde ansvaret for de nasjonale hesterasene og utgivelse av stambøker. Før Statens stambokkontor ble opprettet var det allerede utgitt åtte stambøker for østlandshesten (dølahesten), og en stambok for vestlandshesten (fjordhesten) (Dahle & Vangen, 2009), men da utarbeidet av statskonsulenten i hesteavl (Borchgrevink, 1906). Første stambok for dølahest ble utgitt i 1902 (Dahle & Vangen, 2009) som inneholdt individ- og slektskapsinformasjon på kårede hingster og hopper, samt informasjon om premiering av hopper (Borchgrevink, 1906; Statens Stambokkontor, 1936). Første bind av stamboken til norsk fjordhest ble utgitt i 1910 med informasjon om premiere hingster i perioden 1866-1904. Det første bindet av stamboken for nordlandshest/lyngshest ble utgitt først i 1969 og inneholdt informasjon om hingster født i perioden 1934 til og med 1965, samt hopper født i perioden 1927 til og med 1963 (Dahle & Vangen, 2009). Statens fagtjeneste overtok registreringen av hester og stambokutgivelse i 1980, men allerede i 1985 ble Norsk Hestesenter stiftet av 17 stifterorganisasjoner, hvorav Landslaget for dølahest, Norges Fjordhestlag og Landslaget for nordlandshest/lyngshest var tre av organisasjonene (Dahle & Vangen, 2009; Norsk Hestesenter, u.å.-b). Landbruks- og matdepartementet ga Norsk Hestesenter det overordnede ansvaret for all hesteavl i Norge, med spesielt fokus på de nasjonale hesterasene (Norsk Hestesenter, 2011). Norsk Hestesenter overtok også ansvaret for utgivelse av stambøkene og valgte å inkludere alle hopper med registrerte føll, der det tidligere var kun premiere hopper som fikk plass i bøkene. Samtidig ble det satt strengere krav til avstamning og dokumentasjon og det krevdes minst fem generasjoner dokumentert avstamning for å kunne inkluderes i stamboken. Først nå ble det vanlig å registrere hestene og å holde registreringsdokumenter for alle avlsdyr. Kravet ble strammet inn ytterligere da «Forskrift 2.juni 2005 nr. 505 om velferd hos hest» trådte til kraft i 2006 og det var i denne forskriften kravet om at alle hester skal ha hestepass ble skrevet for første gang (Dahle & Vangen, 2009). I dag står bestemmelsen om hestepass i «Forskrift om identifikasjon av dyr i hestefamilien» fra 2010 hvor det blant annet er lovfestet at alle hester skal identifiseres med hestepass som følger individet (forskrift om identifikasjon av hestedyr, 2010, §3).



Figur 1 Tidslinje over den organisatoriske delen av avlsarbeidet fra Lindeqvist ble innsatt som første statsagronom i 1854 til Handlingsplanen for 2011-2020.

Norsk Fjordhestsenter AS og Nasjonalt senter for nordlandshest/lyngshest AS (før Nord Norsk Hestesenter) ble begge stiftet i 1989 som to nasjonale hestesentre med hovedfokus på forvaltning av fjordhest og nordlandshest/lyngshest (Norsk Hestesenter, 2011; Proff, u.å.). Dølahesten har hovedbase på Norsk Hestesenter hvor Nasjonalt senter for dølahest har kontor (Norsk hestesenter, u.å.-c). Først på 1990-tallet startet arbeidet med avlsplaner, og avlsplanene for de nasjonale hesterasene ble de første (Dahle & Vangen, 2009). Avlsplanene skal ta for seg rasens avlsmål, og bør ha klare beskrivelser om hvilke kriterier som skal ligge i grunn for rangering og selektering og beskrive hvordan data skal samles inn. Det er viktig at avlsplanen inneholder konkrete tiltak for å begrense innavl og for å holde kontroll på viktige helseegenskaper, samt at den skal inneholde retningslinjer for stambokføring (Norsk Hestesenter, u.å.-d). I 2002 ble det laget et upublisert utkast for en strategiplan som tok for seg forslaget om å avle hester bedre egnet til sitt bruksområde, heller enn utseende. Det ble deretter satt i gang et pilotprosjekt for utvikling av avlsutstillingene på nordlandshest/lyngshest i 2005 hvor endringer i avlsmålet, endret vektlegging av egenskapene det selekteres for og endring av utvalgsriterier var utgangspunkt (Olsen et al., 2005). Hensikten med dette prosjektet var å vurdere rasens bruksområder, konsekvenser ved avlsmål og egenskaperegistrering, samt å vurdere videre avlstiltak (Olsen et al., 2005). Pilotprosjektet konkluderte blant annet med at rasens avlsmål gjerne kunne endres i henhold til vektlegging av egenskaper i fordel til større vektlegging av bruksegenskaper (inkludert lynne) og helse (Norsk Hestesenter, 2011). I 2008 ble det satt i gang et felles prosjekt mellom Norsk hestesenter, raseorganisasjonene for de nasjonale hesterasene og Universitetet for miljø- og biovitenskap (nå: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet) med navn «Fokus unghest» (Norsk Hestesenter, 2011). Hensikten med prosjektet var å få flere hester vist på utstillingene samtidig som at hestene skulle komme tidlig i gang med trening gjennom lavterskeltilbud som styrket lokallagene. I tillegg var det ønskelig å øke kompetansen hos hesteeierne og øke aktiviteten av de nasjonale rasene (Norsk Hestesenter, 2011). Fra en strategiplan fra 2007 for perioden 2007-2011, som aldri ble utarbeidet videre til en handlingsplan, skulle 14 mål være en langsiktig plan for avl, marked og bruk (Norsk Hestesenter, 2011). Noen av målene gikk blant annet ut på å øke populasjonsstørrelsene med sunne og funksjonelle hester, opprettholde markedsandelen og sikre de nasjonale hesterasene, ivareta rollen som fjordhestens hjemland, forbedre daværende avlsplaner og de nasjonale rasenes avlsmål, gjøre utstillinger hensiktsmessige for avlsarbeider. I 2011 da strategiplanens periode var over var det få tiltak som var satt i gang og konsekvensen av dette ble som følger at ingen av målene innenfor avl,

marked og bruk var oppnådd (Norsk Hestesenter, 2011). Med utgangspunkt i pilotprosjektet fra 2005 ble handlingsplanen for nasjonale hesteraser publisert i 2011 (Norsk Hestesenter, 2011). Handlingsplanen tar for seg de nasjonale rasene og er ment som en strategisk plan med anbefalinger og beskrivelser av hvilke tiltak som bør igangsettes. Dessuten beskriver den prioriteringer for hvilke tiltak som vil nå målene om bærekraftig avl, bevaring og bruk av de nasjonale rasene (Norsk Hestesenter, 2011).

1.5. Utstilling

En offisiell utstilling defineres som en utstilling eller en hingsteutstilling hvor alle resultater blir ført inn i hestens stambok som meritter (Norsk Hestesenter, u.å.-f). Unghest-, hoppe- og hingsteutstillinger har tidligere vært arrangert separat (Olsen et al., 2005), mens de siste årene har flere unghest- og hoppeutstillinger vært arrangert sammen. Unghest- og hoppeutstillingene arrangeres av Norsk Hestesenter i samarbeid med lokale arrangører, men hingsteutstillingene arrangeres av Norsk Hestesenter i samarbeid med avlsorganisasjonene (Norsk Hestesenter, u.å.-f). Utstillinger er ment som en arena for seleksjon, slik at det kan oppnår avlsfremgang innenfor de nasjonale rasene (Dahle, 2009).

Utstillingsklassene deles inn etter kjønn og alder. I tillegg deles de inn etter hingst med og uten kårings-/premiegrad, og etter hopper med og uten fødte føll. Hestene kan stilles i ordinære klasser fra fylte tre år (Norsk Hestesenter, u.å.-f). Enkelte steder arrangeres det egne unghestutstillinger hvor hingsteklassene er for to- og ettåringer, mens hoppeklassene er for tre-, to- og ettåringer. Hopper kan stilles som unghest tre år fram til 1.august, og etter det i klasse 7 for treårs hopper. Dermed kan hopper stilles to ganger det året de fyller tre år (Dahle, 2009). Tabell 1 viser en oversikt over de forskjellige utstillingsklassene, inkludert unghestklassene. Alderen på en hest regnes fra 1. januar året hesten er født (Norsk Hestesenter, u.å.-f).

I tillegg til de offisielle klassene finner vi også typegodkjenning og åpen klasse. Åpen klasse arrangeres i forbindelse med hingstekåring og hester som kan stille er hingster som allerede innehar en kårings-/premiegrad. I denne klassen vurderes det ikke for en endring av premiegrad, men det gis en omtale av hingstene (Norsk Hestesenter, u.å.-f).

Tabell 1 Oversikt over utstillingsklassene (Norsk Hestesenter, u.å.-f).

Klasse	Klassebeskrivelse
Klasse 1a	Hingster 6 år og eldre som innehar kårings-/ premiegrad i Norge
Klasse 1b	Hingster 6 år og eldre som ikke innehar kårings-/ premiegrad i Norge
Klasse 2a	Hingster 4 og 5 år som innehar kåringsgrad i Norge
Klasse 2b	Hingster 4 og 5 år som ikke innehar kåringsgrad i Norge
Klasse 3	Hingster 3 år
Klasse 4	Hopper 6 år og eldre som har født levende føll i utstillingsåret eller skal føde samme år, eller som tidligere har født minst to registrerte føll
Klasse 5	Hopper 6 år og eldre uten føll eller som kun har født ett registrert føll tidligere
Klasse 6	Hopper 4 og 5 år
Klasse 7	Hopper 3 år
Klasse 8	Vallaker 6 år og eldre
Klasse 9	Vallaker 4 og 5 år
Klasse 10	Vallaker 3 år
Uh 2 år	Unghingster 2 år
Uh 1 år	Unghingster 1 år
Uhp 3 år	Unghoppe 3 år
Uhp 2 år	Unghopper 2 år
Uhp 1 år	Unghoppe 1 år
Uv 2 år	Ungvallak 2 år
Uv 1 år	Ungvallak 1 år

Hanndyrene har størst innvirkning på avlen og den viktigste og strengeste seleksjonen kan derfor gjøres på hanndyrsiden. Dermed er det hingstene det legges størst vekt på i avlsutvalget (Norsk Hestesenter, 2016, 2018b). Seleksjon av hanndyr er beskrevet gjennom rasenes respektive avlsplaner (Olsen et al., 2005). På utstilling vurderes hingster ved en individbedømming og en bruksprøve. Under bruksprøven vurderes hestens gangarter og bevegelser, samt at hestens arbeidsvilje og lydighet vises. På grunnlag av individsbedømmingen og bruksprøven kan hingsten bli kåret (Olsen et al., 2005). Førstegangskårede hingster må gjennomføre en utvidet bruksprøve for å oppnå videre premiegrad (Norsk Hestesenter, 2018b). Denne utføres over tre dager og hingsten testes både innen kjøring, ridning og oppførsel på stall. I tillegg utføres en veterinærundersøkelse før tredagersperioden. Resultatene blir vurdert sammen med individsbedømming under første utstilling etter endt prøve (Norsk Hestesenter, 2018b). En hingst må ha oppnådd en premiegrad/ blitt kåret for å kunne brukes til avl og kan kåres først som treåring. Kåring kvalifiserer til avl for en begrenset periode som vanligvis er ett år (Olsen et al., 2005), men for klasse 3 kan perioden vare i to år (Norsk Hestesenter, 2018c). For dølahester og fjordhester må de kårede hingstene møte til ny individbedømming som fire- eller femåring, men hingsten må da ha gjennomført en utvidet bruksprøve. Hingsten kan oppnå 2. eller 3. premie, eller miste avlsgodkjenningen (Olsen et al., 2005). Nordlandshest/lyngshester kan derimot møte

når de vil til utvidet bruksprøve, men de mister avlsgodkjenningen etter to år (om de er kåret som treårs), eller ett år om de er kåret som eldre enn tre år frem til den utvidede bruksprøven er gjennomført (Siri Furre, pers.komm.). Hingster over seks år kan oppnå 1., 2. eller 3. premie og kan i tillegg rangeres etter kvalitet. Dersom hingsten ikke tilfredsstiller kravene til eksteriør eller bruksegenskaper vil han miste kårings-/premiegraden (Norsk Hestesenter, 2016, 2018b).

Hoppeutstillinger med bruksprøver er et viktig tiltak og utvalget av hopper burde baseres på individ- og avkomsbedømminger (Norsk Hestesenter, 2018b). Premieringen blir basert på individbedømmelsen og etter hvert som hoppa blir eldre inkluderes også annen informasjon, som konkurranseresultater, med i premiegraden. For dølapest og nordlandshest/lyngshest kan konkurranseresultater tas hensyn til og vektlegges under vurderingen av hestens bruksegenskaper (Norsk Hestesenter, 2016, 2018c).

Til hver offisiell utstilling oppnevner Norsk Hestesenter dommere som har bestått dommeropplæring og dermed er godkjente for dømming (Dahle, 2009). For alle utstillingstyper oppnevnes det minst to eksteriørdommere per ring, for enkelte raser oppnevnes tre dommere ved hingsteutstillinger (Norsk Hestesenter, u.å.-f). Dersom det er påmeldt flere enn fem av samme rase, er det ønskelig med en rasedommer (Norsk Hestesenter, u.å.-f).

1.5.1. Dommerutdanning

Eksteriør- og bruksprøvedommere utdannes ved Norsk Hestesenter. Utdanningen går over tre år som består av tre obligatoriske helgekurs som hver tar for seg forskjellige temaer (Selle, 2010). Første temakurset handler om anatomi, eksteriør og bein. På neste temakurs er temaet bein, beinstillinger og bevegelser, mens det siste og tredje temakurset handler om rasetyper, hvilken betydning bruksprøver har og utfylling av dommerkort. Samtidig trener alle elevene på praktisk dømming, og alle kursdelene tar for seg dommeretikk. Det er også praktiske krav om at hver elev enten skal delta som aspirant eller som skriver for en dommer for minst 100 hester på offisielle utstillinger (Selle, 2010). Før elevene kan gå opp til eksamen må de ha dømt 15 hester selvstendig, men i et dommelag. Hoveddommeren på dommelaget skal gå gjennom aspirantens bedømminger for så å komme med en anbefaling til om eleven skal få gå opp til eksamen. Når aspiranten har bestått eksamen er personen fullverdig dommer. Norsk Hestesenter følger opp alle utdannede dommere ved å holde jevnlig dommersamlinger (Selle, 2010).

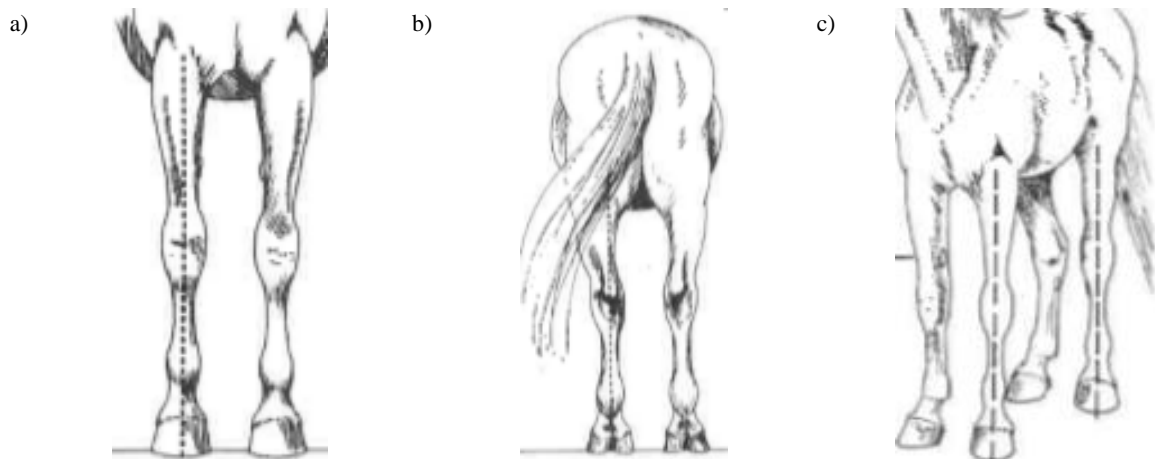
1.6. Eksteriør i avlsmålet

Eksteriør vektlegges 50% i avlsmålet til samtlige av de nasjonale rasene (Norsk Hestesenter, 2016, 2018b, 2018c). I eksteriørbedømmelsen blir hesten vurdert for rasetype og preg (40%), kroppsbygning og muskulatur (20%), bevegelse i skritt og trav (20%) og beinkvalitet og beinstilling (20%) (Norsk Hestesenter 2018b, 2018c) og helhetsuttrykk. Egenskapene blir bedømt på en skala fra 1 til 10 og hver egenskap får i tillegg en kommentar knyttet til karakteren (Olsen et al., 2005). Når rasetype bedømmes går det ut på om hesten har det rasespesifikke uttrykket beskrevet i avlsplanen til rasen (Selle, 2010). Preg går på kjønnspreget, for eksempel skal hingsten være av grovere type enn hoppa som skal være mer feminin. Ved kroppsbygning og muskulatur bedømmes harmonien i kroppen, for eksempel skal framparten og bakparten være like store og grove og hesten skal ha en jevn og god muskelsetting (Selle, 2010). Bevegelsene bedømmes ut fra om de er taktfaste og om hesten er balansert. Taktfaste bevegelser vil si at hesten viser en ren og tydelig takt i gangartene skritt, trav og galopp. Med balanse menes at hesten skal fordele vekten sin riktig og ikke være verken framtung eller baktung (Selle, 2010). Beinstilling og beinkvalitet blir vurdert forfra, fra siden og bakfra og er sammensatt av flere bygningstrekk for bein (Selle, 2010).

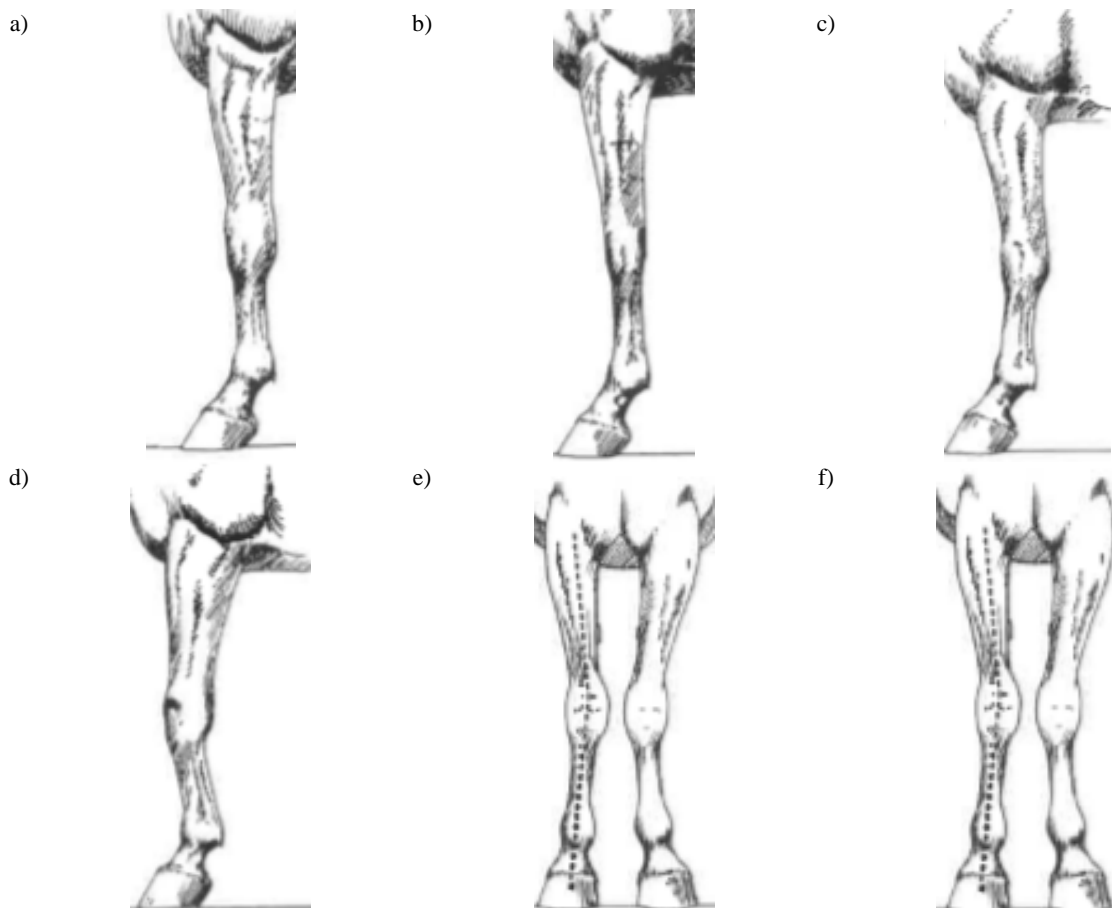
Dølahingster som ved eksteriørbedømming får delkarakterer under 7 kan ikke oppnå kåring. Unntak fra denne regelen gjelder for hingster hvor stammen er funnet å være viktig for bevaring av genetisk variasjon. Dølahingstene som får delkarakterer bedre enn 7 oppnår kåring gitt at han har godkjent bruksprøve (Norsk Hestesenter, 2016).

1.6.1 Beinstillinger

Ifølge avlsplanen for dølahest skal dølahesten ha sterke og velstilte bein som skal harmonere med resten av kroppen. I tillegg skal leddene være godt markerte (Norsk Hestesenter, 2016). Fjordhesten skal ifølge avlsplanen ha en korrekt beinstilling både frambein og bakbein sett både forfra, fra siden og bakfra. Figur 2a & 2b viser hvordan en korrekt fram- og bakbeinstilling skal se ut. Fransk beinstilling (Figur 2c) er et bygningstrekk hvor beinet er rotert utover og senene synes forfra. Høvene og kodene peker utover, mens albuene peker innover mot brystet (Vangen, 2009c). Ledd og sener skal være frie for unormale væskesamlinger (Norsk Hestesenter, 2018b).



Figur 2 Beinstillinger som viser a) korrekt frambeinstilling, sett forfra, b) korrekt bakbeinstilling, sett bakfra, c) det uønskede bygningstrekket fransk beinstilling, rette beinvinkler er mest synlige sett skrått forfra (Norsk Hestesenter, 2012).

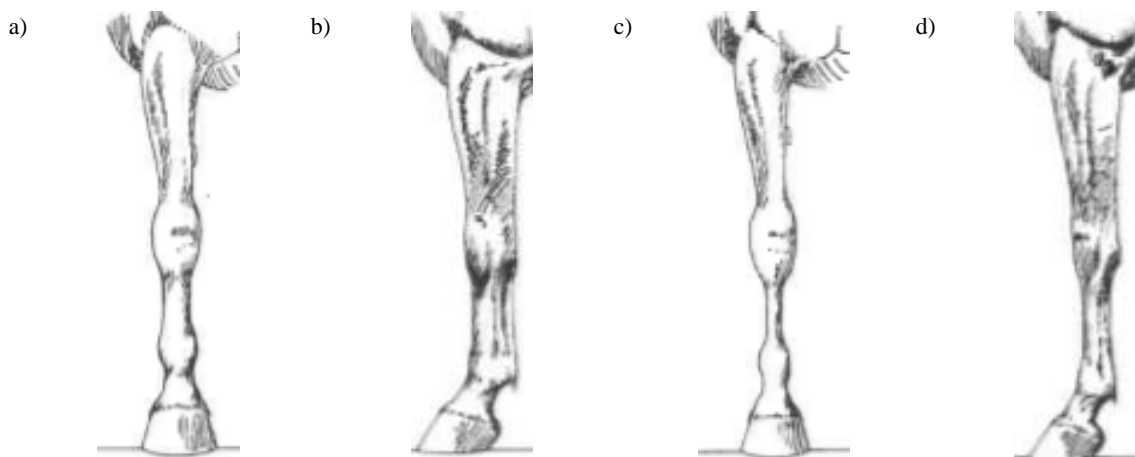


Figur 3 Forskjellen mellom et a) godt markert og korrekt framkne sett fra siden mot et b) umarkert framkne sett fra siden, sammen med bygningstrekkene c) sabelbeint, d) bukkebeint, e) x-beint og f) hjulbeint (Norsk Hestesenter, 2012).

Sett forfra skal framknærne være rette, lange og godt markerte, samt at en loddrett akse skal gå gjennom skulderledd, albueledd, kne og kodeledd (Norsk Hestesenter, 2018b; Vangen, 2009b). Figur 3a & 3b viser forskjellen mellom et godt markert framkne og et umarkert framkne fra siden. Sabelbeint (som er et aksebrudd som går bakover i kneet og som sees fra

siden) (Figur 3c), bukkebeint (som er et aksebrudd som går framover i kneet og som sees fra siden) (Figur 3d), x-beint (som er et aksebrudd som går innover i kneet og som sees forfra) (Figur 3e) og hjulbeint (som er et aksebrudd som går utover i kneet og som sees forfra) (Figur 3f) er eksempler på uønskede bygningstrekk i framknærne (Norsk Hestesenter, 2012; Vangen, 2009b).

Pipa skal stå korrekt i forhold til framknærne, altså midt under (Norsk Hestesenter, 2018b). Pipene skal være frie for unormale væskeansamlinger og skal ikke ha noen form for beinutvekster (Vangen, 2009b). Figur 4a & 4b viser en bred frampipe sett både forfra og fra siden. I tillegg spesifiserer avlsplanen for nordlandshest/lyngshest at pipene også skal ha god pipeomkrets (Norsk Hestesenter, 2018c). For eksempel spede piper (Figur 4c og 4d) er et uønsket bygningstrekk

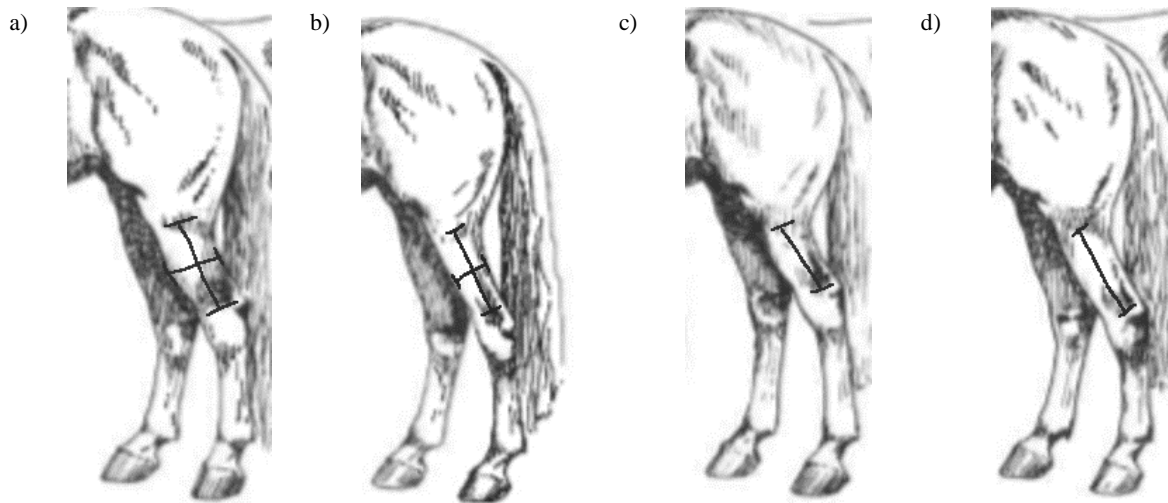


Figur 4 Forskjellen mellom en a) bred frampipe sett forfra sammen med en b) bred frampipe sett fra siden, sammenlignet med en c) spede frampipe sett forfra sammen med en d) spede frampipe sett fra siden (Norsk Hestesenter, 2012).

Overbein er også et uønsket bygningstrekk som i de fleste tilfeller befinner seg på innsiden av frampipen og rett under framkneet. Denne type overbein er ifølge avlsplanen for fjordhest ofte et resultat av en belastningsskade som er påført av en uønsket beinstilling i framkneet (Norsk Hestesenter, 2018b).

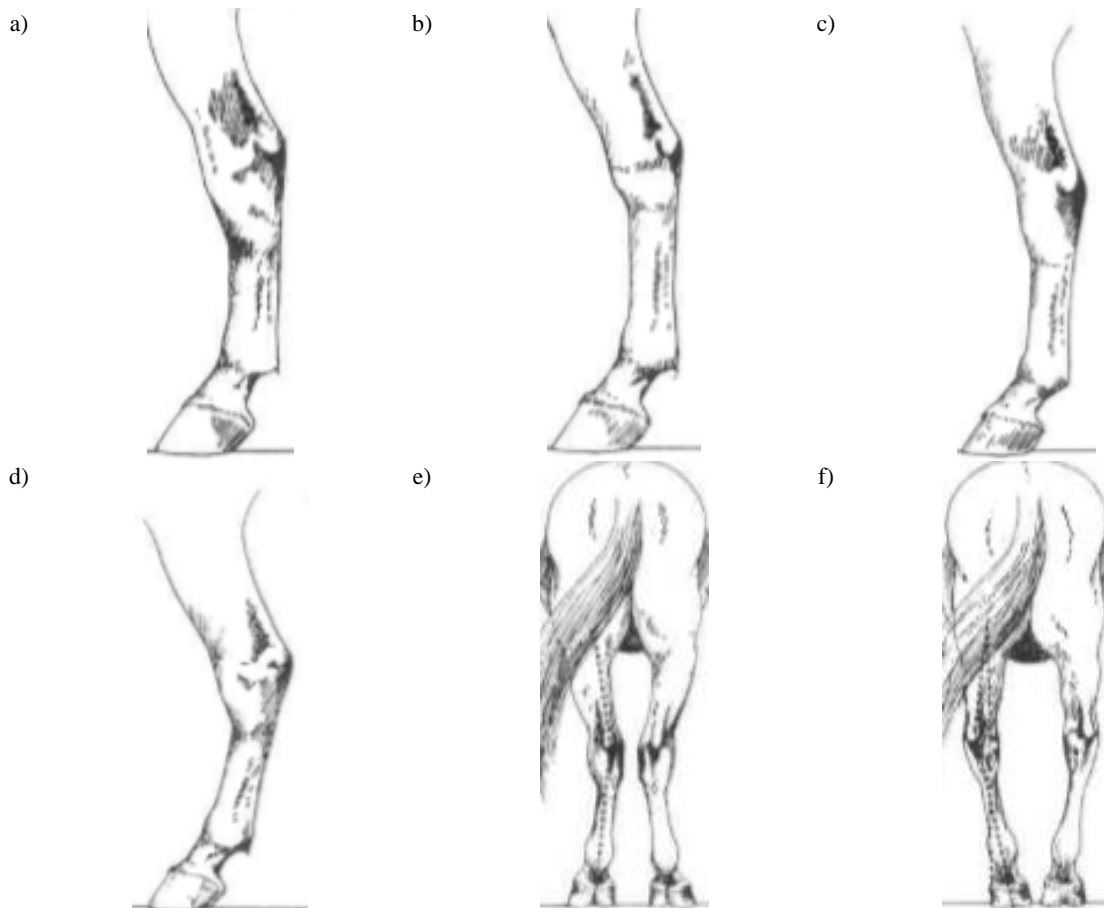
Lår og underlår skal være godt utviklet, hvor dølahestens lår skal være dype, brede og muskuløse (Norsk Hestesenter, 2016; Vangen, 2009b). Med dype lår menes at det skal være en god muskelsetting mot underlårene (Vangen, 2009b). I avlsplanen til fjordhest og nordlandshest/lyngshest omtales et krav ved bakbeina om at lår og underlår skal ha en god utviklet muskulatur, samt være sterke (Norsk Hestesenter, 2018b, 2018c). Et godt utviklet lår skal være bredt (Figur 5a) både når det ses fra siden og bakfra (Vangen, 2009b). Spede

underlår (Figur 5b) er dermed ikke ønsket. Figur 5c & 5d viser forskjellen mellom et kort underlår og et langt underlår.



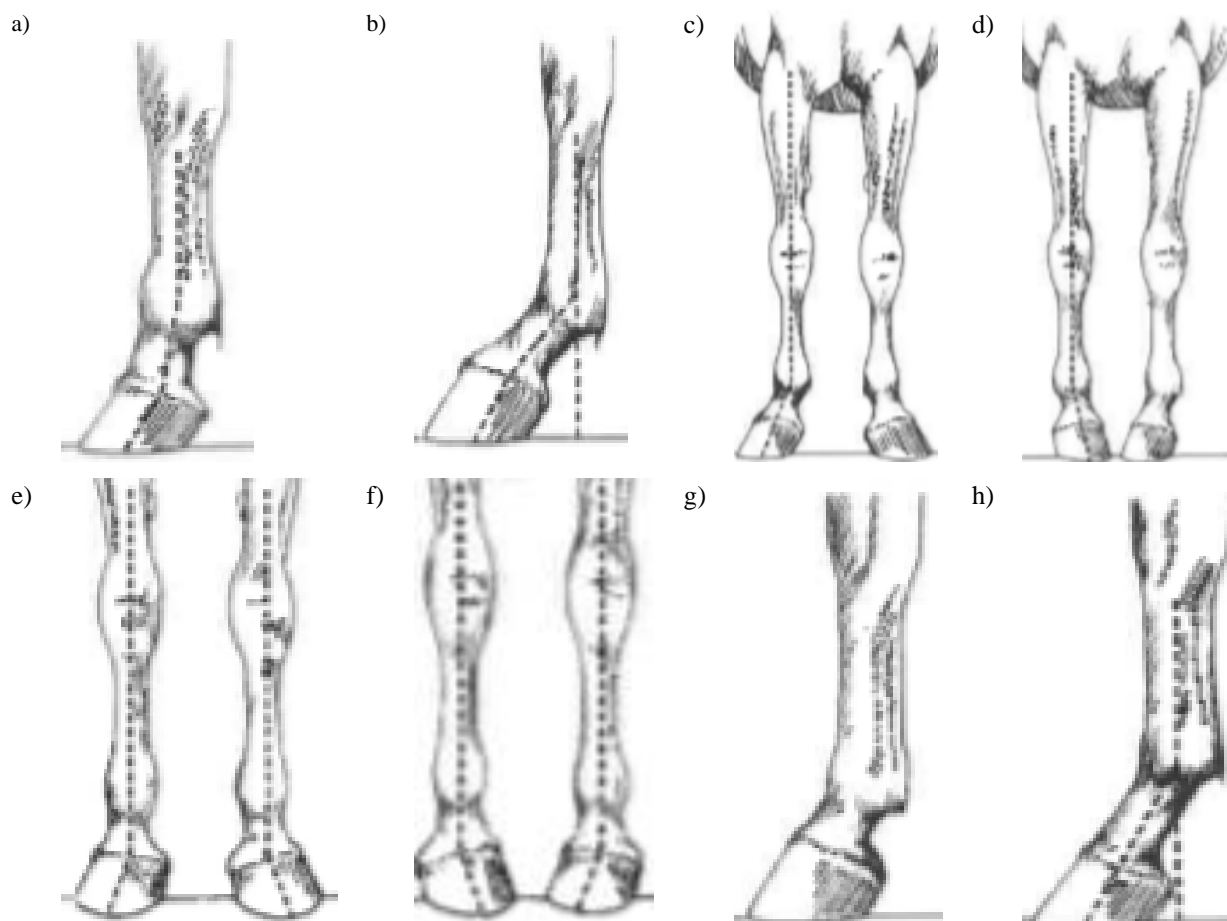
Figur 5 Sammenligning mellom a) et velutviklet bredt underlår sett fra siden og b) et spedt underlår sett fra siden, og c) et kort underlår sett fra siden mot d) et langt underlår sett fra siden (Norsk Hestesenter, 2012).

Hasen er området mellom underlåret og pipa og bør være av bred karakter både på oversiden og nedsiden for å fordele trykket under arbeid best mulig mellom knokler og leddflater. Dette gir hesten en større styrke og bedre holdbarhet. Normale haser skal være frie for unormale væskeansamlinger (Vangen, 2009b). I tillegg er det spesifisert et krav i de tre nasjonale rasenes respektive avlsplaner at hasene skal være godt markerte, sterkbygde og ha gode vinkler (Norsk Hestesenter, 2016, 2018b, 2018c). Figur 6a & 6b viser forskjellen mellom en godt markert has og en umarkert has. Dersom hasene har en større vinkel enn optimalt (154) kalles det steile haser (Figur 6c), og krokhaser (Figur 6d) dersom vinkelen er mindre enn optimalt (Holmström & Philipsson, 1993). Kuhaser (Figur 6e) er et annet uønsket bygningstrekk som er et aksebrudd innover i hasen, og som også kan kalles tranghaser beinstilling. Hasespissene vil med andre ord peke mot hverandre. Det motsatte av kuhaser er hjulbeint (Figur 6f) som er et aksebrudd som går utover i hasen. Altså hasespissene peker utover, mens høvene peker innover.



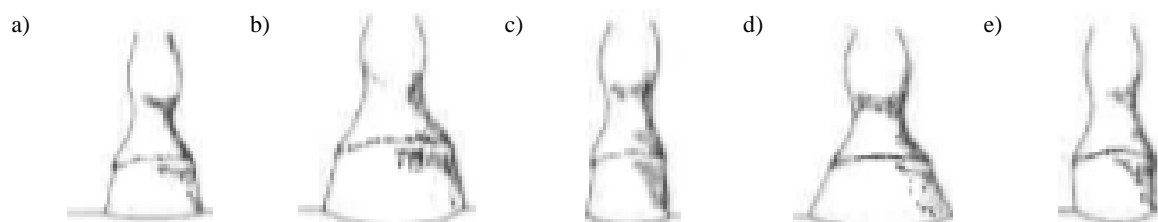
Figur 6 Forskjellen mellom en a) en markert has, b) en umakert has, og bygningstrekkene c) en steil has, d) en krokhas, e) en kuhas, og f) en hjulbeint has (Norsk Hestesenter, 2012).

Kodene skal ha rette tåakser, det vil si at kodene skal gå i samme retning som forkanten av hoven. Vinklene på kodene skal naturlig være steilere på bakbeina enn på frambeina. Kodene skal likevel ikke være for steile, da dette er et uønsket bygningstrekk (Figur 7a). Dersom vinkelen på koden er liten kalles det mjuke koder (Figur 7b) (Vangen, 2009b). Dersom det forekommer et brudd i beinaksen ved koden kalles det tåvid (brudd i aksen som går innover i koden) (Figur 7c) og tåtrang (brudd i aksen som går utover i koden) (Figur 7d). I tillegg kan tåaksen være brutt både innover eller utover og kalles da for brutt tåakse innover (Figur 7e) og brutt tåakse utover (Figur 7f) (Norsk Hestesenter, 2012; Vangen, 2009b). Disse er alle uønskede bygningstrekk og dersom en hest er tåvid eller tåtrang kan det forårsake ujevn belastning og vekst av hornlaget i hoven. Mange hesteeiere har en oppfatning om at dette kan justeres ved beskjæring og skoing av hesten. Dette stemmer ikke og beskjæring kan gi motsatt effekt og heller forsterke skjevheten (Vangen, 2009b). Kodens lengde skal være en tredjedel lengre enn hovens høyde, og halve lengden av hestens pipe. Dette måles på midten av koden. Dersom koden er for kort kalles bygningstrekket for korte koder (Figur 7g), mens om koden er for lang kalles det lange koder (Figur 7h) (Vangen, 2009b).



Figur 7 Sammenligning mellom bygningstrekkene a) steile framkode, b) mjuk framkode, c) tåvid, d) tåtrang, e) brutt tåakse innover, f) brutt tåakse utover, g) kort framkode og h) lang framkode (Norsk Hestesenter, 2012).

Eksteriørbedømmelsen tar også hensyn til høvene, og både form, størrelse og hornkvalitet vurderes. Høvene på frambeina er større, og tåa er rundere enn på bakbeina. Dette skyldes at de fleste hester har 60-65% av kroppsvekten på frambeina. Korrekt eksteriør er rette beinaksler og innsiden og utsiden av hoven skal være like høye (Vangen, 2009b). Figur 8 viser forskjellen fra hvordan en normal hov skal se ut mot store og små høver, samt vide og trange høver.



Figur 8 Forskjellen mellom en a) normal hov, mot b) en stor hov og c) en liten hov, og d) en vid hov og e) en trang hov (Norsk Hestesenter, 2012).

1.7. Tidligere forskning

Det er tidligere blitt utført arvegradsberegninger på bygningstrekk for bein i Norge. Dolvik & Klemetsdal (1999) beregnet arvegradene på eksteriøre beinegenskaper hos 847 norske

kaldblodstravere. Eksteriøret for bygningstrekkene på bein ble i deres studie evaluert fra siden, forfra og bakfra. Alle bygningstrekkene ble gradert på en skala fra 0 til 3, hvor 0 sto for normal, og 3 sto for store avvik. Resultatene viste forekomster over 25% for bygningstrekk som tåvid fram, tåtrang fram, fransk beinstilling, sabelbeint, x-beint og mjuke koder fram, og mjuke koder fram. For bakbein ble kuhaset og steile koder bak registrert med mange forekomster. Det ble dermed plukket ut og beregnet arvegrader for 10 bygningstrekk for frambein og 12 for bakbein. Mange av arvegradene beregnet i studien var svært lave hvor arvegradene både for marktrang, brutt tåakse fremover, tåtrang fram og steile koder fram hadde arvegrader på 0. Høyeste arvegraden som ble funnet på frambein var sabelbeint som fikk en arvegrad så høyt som 0,42. Høyeste arvegrad for alle bein ble funnet for steile haser med 0,65 (Dolvik & Klemetsdal, 1999).

Selle (2010) skrev en masteroppgave ved Universitet for miljø- og biovitenskap om genetisk analyse av utstillingsresultater for de norske hesterasene dølahest, fjordhest og nordlandshest/lyngshest. I masteroppgaven ble det ved hjelp av utstillingsdata og slektskapsdata for hester meldt til utstilling i perioden 2001-2009, fordelt på 2352 dølahester, 2692 fjordhester og 1326 nordlandshest/lyngshester. Det ble beregnet arvegrader for eksteriør, kroppsmål, bruksegenskaper og lynne, hvorav eksteriør besto av rasetype og preg, kroppsbygning og muskulatur, beinstilling og beinkvalitet, bevegelser, og gangarter fra løsmønstring. Arvegradene beregnet for eksteriør var for det meste middels, men beinstilling og beinkvalitet viste svært lav arvegrad på 0,04 (Selle, 2010).

Jönsson et al. (2013) registrerte eksteriør og beregnet arvegrader hos svensk varmblods ridehest. I studien ble eksteriør for type, hode, nakke-kropp, bein, mønstring i skritt og trav i skritt evaluert av erfarne dommere. Det ble inkludert 27 bygningstrekk for bein som ble registrert ved bruk av et standard dommerkort. De overordnede kategoriene ble i studien gitt en karakter på en skala fra 1 til 10, hvor 1 sto for veldig dårlig og 10 sto for veldig bra. Spesifikke bygningstrekk ble registrert binært hvor 0 sto for at hesten ikke hadde bygningstrekket, og 1 sto for at hesten hadde bygningstrekket. Resultatene viste relativt lave arvegrader for bein hvor studiens høyeste arvegrad for bein var for tåtrang fram og krokhasen på henholdsvis 0,14 og 0,15, og laveste arvegrad var for hovegenskapene trange høver og flate høver, knepet under framknærne, x-beint og stive koder med arvegrader på 0,01 (Jönsson et al., 2013).

Stock & Distl (2006, 2008) beregnet arvegrader ut fra bygningstrekk scoret på en skala fra 0 til 10 (hvor 0 = ikke vist, 1 = ikke tilfredsstillende og 10 = godt vist) hos tysk varmblods ridehest. Arvegradene beregnet for eksteriør var for egenskapene frambein og bakbein generelt og ble beregnet til henholdsvis 0,09 og 0,10 i begge studiene (Stock & Distl, 2006, 2008).

Ducro et al. (2009) estimerte arvegrader for egenskapene eksteriør frambein, kodevinkler, hovform, drakthøyde og beinkvalitet hos unge varmblods ridehester. Egenskapene ble registrert og scoret på en skala fra 1 til 40, hvor karakteren 20 skulle reflektere populasjonsgjennomsnittet, karakterer under 20 var ønsket. Ekstreme karakterer var likevel uønsket. Resultatene viste arvegrader mellom 0,16 og 0,27, hvor laveste arvegrad var beregnet for eksteriør frambein, mens hovform hadde høyeste arvegrad i studien (Ducro et al., 2009).

Van Bergen & van Arendonk (1993) estimerte arvegrader for eksteriør på egenskapene frambein: sett fra siden, bakbein: sett fra siden, kodevinkel, hovform, draktdybde og størrelsen på knokler i beina hos shetlandsponnier. Resultatene viste arvegrader mellom 0,07 og 0,31, hvor studiens høyeste arvegrad for bein var for størrelsene på knoklene i beina. Den laveste arvegraden for bein i studien var for bakbein: sett fra siden (van Bergen & van Arendonk, 1993).

1.8. Problemstilling

Å beskrive bygningstrekk i fritekst fører til at registreringer blir mindre konsistente over tid fordi ulike dommere bruker ulike ord for å beskrive de samme bygningstrekkene. I tillegg øker fritekst risikoen for at subjektive vurderinger inkluderes i bedømmingen. Det er også svært vanskelig å bruke slike tekstbeskrivelser for å overvåke utviklingen i en rase og dermed ha kontroll med avlsarbeidet. Forutsetningen for avl er at egenskapene det avles for er arvelige, og ved å bruke en slik bedømmingsmetode vil ikke bedømmelsene gi tilstrekkelig informasjon til å kunne beregne arvegrader for egenskapene beskrevet i avlsplanene, og dagens avlsarbeid drives dermed uten dokumentert effekt. Ved å prioritere og standardisere egenskaper på en lineær skala vil bedømmingene kunne utføres mer objektivt og resultatene vil dermed bli mer pålitelige (Olsen & Klemetsdal, 2019).

Dolvik & Klemetsdal (1999) og Jönsson et al. (2013) har beregnet arvegrader for spesifikke bygningstrekk for bein. Selle (2010) beregnet arvegrad for flere eksteriøre egenskaper, hvorav beinstillinger og beinkvalitet var blant egenskapene med beregnet arvegrad. Felles for alle var

at mange bygningstrekk, samt arvegraden for bein, viste seg svært lave ved bruk av dagens bedømmingssystem.

Målet med oppgaven har vært å beskrive og analysere de registreringer som er gjort i fritekst på ulike bygningstrekk knyttet til bein for hester av rasene dølahest, fjordhest og nordlandshest/lyngshest utstilt i perioden 2001 til 2018. De genetiske analysene har bestått i å beregne varianskomponenter med tilhørende arvegrader for disse bygningstrekkene, samt evaluering av dagens system for registrering av slike egenskaper med anbefaling om mulige forbedringer.

2. Materiale og metode

2.1. Data

Ved hjelp av Norsk Hestesenter sin database basert på dommerkort fra alle utstillinger for perioden 2001-2018, ble informasjonen om de eksteriøre bygningstrekkene knyttet til bein hentet ut, med hovedfokus på beinstillinger. Årgangen 2017 ble samlet fra fysiske permer på Norsk Hestesenter, mens resten av årgangene ble samlet ved hjelp av uttrekk fra databasen til Norsk Hestesenter. Hver observasjon inneholdt informasjon om: hest-ID, hestnavn, rase, kjønn, klasse, utstillingssted og utstillingsår.

De eksteriøre bygningstrekkene ble registrert og satt i et system i form av et datasett. På grunn av svært mange ulike formuleringer og uttrykk i dommerkortene er datasettet blitt bearbeidet ved at kategorier er blitt slått sammen, fjernet, satt på og ryddet i. Ord og uttrykk som har samme betydning ble slått sammen og definert i samarbeid med en veterinær/eksteriørdommer. Tabell 2 viser en oversikt over hvert standardiserte bygningstrekk og alle uttrykk de standardiserte bygningstrekkene inneholder. For eksempel ble benevnelser som «smale framknær», «korte framknær», «små/umarkerte knær», «små/umarkerte framknær», «spede frambein» «spede piper» og «smale piper» samlet til en benevnelse kalt «spedbeint» fordelt på om bygningstrekket gjaldt for frambein eller bakbein. Tilsvarende ble gjort for eksempel for benevnelserne «rette framknær», «sabelbeint begge fram (bf)», «sabelbeint høyre fram (hf)», «sabelbeint venstre fram (vf)», «flate framknær», «flate knær», «tendens til sabelbeint» og «moderat sabelbeint» som ble samlet til en benevnelse kalt «sabelbeint». Egenskapene ble i første omgang gradert, som for eksempel sabelbeint som var gradert til «tendens til sabelbeint», «sabelbeint» og «moderat sabelbeint» da det var et ønske å se forskjellene mellom hestene. På grunn av gå observasjoner var det ikke mulig å regne

arvegrader på de forskjellige graderingene. Graderingene ble dermed slått sammen til én samlet grad.

Tabell 2 Klassifisering av standardiserte bygningstrekk, antall observasjoner innenfor de standardiserte bygningstrekkene totalt på tvers av rase og ikke-standardiserte uttrykk som inkluderes under hvert standardiserte bygningstrekk.

Standardisert bygningstrekk	# obs.	Subjektive uttrykk brukt i dommerkortene			
Tåvid fram	2047	Tåvid/uttåa	Tåvid/uttåa bf	Tåvid/uttåa hf	Tåvid/uttåa vf
Tåtrang fram	1412	Tåtrang/inntåa	Tåtrang/inntåa bf	Tåtrang/inntåa hf	Tåtrang/inntåa vf
Spedebeint	1369	Smale framknær Korte framknær	Spede frambein Spede piper	Små/umarkerte knær	Små/umarkerte framknær
Sabelbeint	1196	Rette framknær Sabelbeint bf	Sabelbeint hf Sabelbeint vf	Flate framknær Flate knær	Tendens til sabelbeint Moderat sabelbeint
Små ledd	1021	Spede ledd	Umarkerte ledd		
Steile haser	767	Steile bakbein	Rette haser	Rake haser	Retthaset
Overbein innvendig	717	Overbein innvendig piper Overbein hf kne	Overbein innvendig under begge framknær	Overbein innvendig under kne vf	Overbein innvendig piper
Aksebrudd tåledd fram	500	Aksebrudd Ukorrekt frambeinstilling Skjevhet Skjeve frambein Skjev frambeinsakse Skeiv bf Omrotet hf	Aksebrudd innover hf Brutt akse hf Ukorrekt akse Ukorrekt vf Aksebrudd utover i kronrand Brutte vinkler Aksebrudd kode	Vridning i koder Små skjevheter i koder Ukorrente akser i tåledd Aksebrudd sett forfra Utoverbrutt akse Skjeve frampiper Krokete haser	Skjeve koder Vridd fra knærne og ned Aksebrudd fra kne og ned Skjeve tåakser Moderat brutte tåakser Innoverbrutt tåakse
Krokhaser	495	Vinklede haser	Krokete bakbein		
Mjuke koder fram	493	Slakke koder	Svake koder		
Spede lår og underlår	437	Grunne lår Snaue lår Snau muskulatur i lår	Dype lår Steile lår Grunne underlår	Snaue underlår Dype underlår	Snau muskulatur i underlår
Små haser	372	Umarkerte haser	Små haser	Lite markerte haser	
Steile koder	322	Stive koder Rette koder	Rake koder Anstrengte koder	Stramme koder	Steile koder
Fransk	297	Fransk bf Fransk hf Fransk vf	Uroterte framknær Vridde framknær	Høyre frambein vridt ut fra og med kne	Vridd kne vf Utoverstilte frambein Skjeve knær
Parallellforskjøvet	290	Moderat parallellforskjøvet	Parallellforskjøvet framkne	Tendens til parallellforskyvning	Parallellforkjøvede piper
X-beint	232	Knetrang	Trang forknestilling	Innknea	
Steile koder bak	228	Stive koder bak Rette koder bak	Rake koder bak	Anstrengte koder bak	Stramme koder bak
Tåvid bak	198	Tåvid/uttåa bak	Tåvid/uttåa hb	Tåvid/uttåa vb	
Korte koder fram	185				
Marktrang	166				
Kuhaser	150	Hasertrang	Trange haser	Innadvendte haser	
Små høver	146				
Aksebrudd framkne	133	Skjeve framknær Liten skjevhet i framkne	Skjev akse framkne Skjevhet i framkne	Ukorrente akser i framknærne	Aksebrudd innover i framkne
Understilte drakter	114				
Trange høver	110				
Lange underlår	106	Lange lår	Rette underlår		

Egenskapene ble registrert binært, det vil si at hester som hadde dommerkommentarer som kunne tolkes som at de hadde utslag på egenskapen fikk score 1, mens hester uten kommentarer på en egenskap fikk score 0. Det endelige, genererte datasettet besto av totalt 11936 observasjoner, hvorav 4347 for dølahester, 5128 observasjoner for fjordhest og 2461 observasjoner for nordlandshest/lyngshest (tabell 3). Ettersom utstillingene har vært åpne for vallaker kun de siste årene, og ikke hele perioden 2001-2018, ble vallaker og hingster plassert i én kategori (hankjønn). Én enkelt hest har i mange tilfeller deltatt på utstilling flere ganger, enten innenfor samme år eller spredt ut over flere år, og det er derfor avvik mellom antall observasjoner og antall individer (Tabell 3). Totalt består datasettet av 2226 dølahester, 2591 fjordhester og 1477 nordlandshest/lyngshester. Av disse var 35% hankjønn og 65% hunkjønn innenfor dølahest, 34% hankjønn og 66% hunkjønn innenfor fjordhest og 41% hankjønn og 59% hunkjønn innenfor nordlandshest/lyngshest.

Tabell 3 Antall individer og observasjoner fordelt på kjønn (hankjønn=♂ og hunkjønn=♀) og rase ($N_{Ind} = 6294, N_{Obs} = 11936$).

	# Individer			# observasjoner		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total
Døl	787	1439	2226	1331	3016	4347
Fjord	876	1715	2591	1558	3570	5128
N/I	602	875	1477	1063	1398	2461
Total	2265	9352	6294	9352	7984	11936

Siden hestene kan stille til utstilling flere ganger i løpet av livet, og dermed skape flere målinger for en egenskap, ble det undersøkt hvor mange ganger et individ har deltatt på utstilling mellom 2001 og 2018 (Tabell 4). De fleste individene har stilt mellom én og fire ganger. Dette viser en nødvendighet for å undersøke sammenhengen mellom målingene.

Tabell 4 Oversikt over antall ganger et individ har deltatt på utstilling ($N_{døl} = 2226, N_{fjord} = 2591, N_{N/I} = 1477$).

Antall ganger stilt	Døl	Fjord	N/I
1 gang	1033	1189	826
2 ganger	645	672	407
3 ganger	294	435	168
4 ganger	162	213	65
5 ganger	67	63	9
6 ganger	18	11	2
7 ganger	5	7	0
8 ganger	2	1	0

Datasettet inneholder kun individer fra alderen 1 år og oppover da de offisielle utstillingsklassene ikke har egne føllklasser. Det er 24 klasser inkludert i datasettet fordelt på både unghestklasser, hoppeklasser, hingsteklasser, vallakklasser, åpen klasse,

typegodkjenning og avkomstbedømming. På grunn av for få stilte hester innenfor hver klasse ble klassene slått sammen og gitt et standardisert klassenavn i form av tallene 1 til 6 hvor klassene 1-5 ble basert på alder og er uavhengige av kjønn, mens klasse 6 er for øvrige klasser uavhengig av alder og kjønn. Tabell 5 viser en oversikt over antall stilte innenfor de standardiserte klassene fordelt på rase, samt hvilke ordinære klasser hver enkel standardisert klasse består av.

Tabell 5 Standardisert klasseinndeling med tilhørende ordinære klasser og antall observasjoner innenfor hver standardisert klasse fordelt på rase for tidsintervallet 2001-2018. De standardiserte klassene 1-5 er fordelt på aldersintervaller, hvor 1 = 1 år, 2 = 2 år, 3 = 3 år, 4 = 4 år og 5 = 6 år og eldre, samt klasse 6 for øvrige ($N_{obs-døl} = 4347$, $N_{obs-fjord} = 5128$, $N_{obs-n/l} = 2641$).

Standardisert klasse	Ordinære klasser	# obs døl	# obs fjord	# obs n/l
1	Unghingst 1 år, unghoppe 1 år, ungvallak 1 år	530	779	275
2	Unghingst 2 år, unghoppe 2 år, ungvallak 2 år	1254	1343	623
3	Klasse 3, klasse 7, unghoppe 3 år, klasse 10	1079	1399	530
4	Klasse 2, 2a, 2b, klasse 6 og klasse 9	630	759	486
5	Klasse 1, 1a, 1b, klasse 4, klasse 5 og klasse 8	847	847	535
6	Åpen klasse, typegodkjenning og avkomstbedømming	7	1	12

Etter at data var lagt inn ble det oppdaget en registreringsfeil for bygningstrekkene knepet under framkneet, knepet under hasen og knepper. Disse ble ved en feil registrert som samme bygningstrekk. Det er viktig å merke seg at knepet og knepper er to forskjellige ting, da knepet under framkneet og knepet under hasen er to bygningstrekk, mens knepper er patellaopphakking i bakbeina (Gunnar Klemetsdal, pers.komm.). Bygningstrekkene ble derfor ekskludert fra oppgaven.

2.2. Pedigreefil

Pedigreefilene ble levert av Norsk Hestesenter og besto av totalt 66 453 hester fordelt på 35 145 dølahester, 26 712 fjordhester og 4596 nordlandshest/lyngshester fra 2018 og helt tilbake

til 1800-tallet som var de eldste stamtavleoppføringerne for dølahest og fjordhest, og 1906 for nordlandshest/lyngshest.

Filene ble levert med informasjon om ID, far, mor, kjønn, år og en intern-ID (som er unik for hvert individ) for hver rase, men ble bearbejdet sammen til én fil for alle rasene. Kun interne ID-nummere som var unike innen og over rase ble benyttet. Ny pedigreefil for alle tre rasene inneholdt dermed informasjon om hestens ID, far og mor.

2.3. Modellen

Varianskomponentene (additiv genetisk varians, permanent miljøvariens og fenotypisk variens), samt arvegraden og andelen permanent miljø av den totale fenotypen ble beregnet ved hjelp av analyseprogrammet ASReml. Gjentaksgarden ble beregnet ved hjelp av Excel når alle varianskomponentene var beregnet. For å estimere arvegraden på egenskapene ble det benyttet en univariat-dyremodell:

$$Y_{ijklmnop} = \mu_i + rase_j + kj\ddot{o}nn_k + utstillings\ddot{a}r_l + klasse_m + A_n + PE_o + e_p$$

hvor:

- Y er en egenskap på en hest som er scoret som 0 dersom hesten ikke har kommentar i dommerkortet om bygningstrekket, og 1 dersom hesten har kommentar i dommerkortet bygningstrekket,
- er konstantleddet,
- rase er en fast effekt (1-3) hvor 1=dølahest, 2=fjordhest og 3=nordlandshest/lyngshest,
- kjønn er en fast effekt (1 = hankjønn og 2 = hunkjønn),
- utstillingsår er en fast effekt (1-18) hvor 1 = 2001, ..., 18 = 2018,
- klasse er en fast effekt (1-6) hvor 1 = alle ettårsklasser, 2 = alle toårsklasser, 3 = alle treårsklasser, 4 = alle fire- og femårsklasser, 5 = alle klasser for seks år og eldre og 6 = alle øvrige klasser,
- A er additiv genetisk effekt $\sim N(0, A\sigma_A^2)$ hvor A er additiv slektskapsmatrise og σ_A^2 er additiv genetisk variens,
- PE er permanent miljøeffekt på en hest $\sim N(0, I\sigma_{PE}^2)$ hvor I er en identitetsmatrise og σ_{PE}^2 er permanent miljøvariens,
- e er residual $\sim N(0, I\sigma_e^2)$.

2.4. Analysen

Arvegrad (h^2) er et mål på hvor stor andel av den fenotypiske variansen som kan forklares med genetisk varians. Arvegraden vil alltid ligge mellom tallene 0 og 1. Arvegraden er et mål på arvbarhet og måler i hvilken grad et avkom vil arve sine foreldres egenskaper. Dersom en egenskap har høy arvegrad, vil foreldre dyr med høy fenotypisk verdi ofte avle frem avkom med høy fenotypisk verdi og motsatt. For dyr med høy arvegrad vil forskjellene mellom dyrene som regel skyldes ulike avlsverdier, mens det for dyr med lav arvegrad vil forskjellene mellom dyrene ofte skyldes ulikt miljø. Dess høyere arvegraden er, dess større vil avlsfremgangen være (Bourdon, 2014).

Arvegradene (h^2) ble beregnet ut fra formelen:

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_E^2} = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2}$$

Hvor σ_A^2 er additiv genetisk varians, σ_E^2 er tilfeldig miljøvariens og σ_P^2 er total fenotypisk varians.

Permanent miljøeffekt (PE) er en miljøeffekt som gjentar seg over flere år for et individ, eller som påvirker en gruppe dyr permanent (Vangen et al., 1994). Den genotypiske verdien, og komponentene innad som avlsverdien og genkombinasjonen, til et individ bestemmes allerede når foreldrene pares og effektene vil dermed bli permanente (Bourdon, 2014). Årstid for fødsel, individets alder, forskjeller mellom staller i fôring og stell, eller ulike miljø mellom områder er typiske eksempler på permanent miljøeffekter. Kjønn kan også beregnes som en permanent miljøeffekt da kjønnsforskjeller gjør at vi sammenligner individer på ulikt grunnlag (Vangen et al., 1994). Enkelte påvirkninger fra miljøet kan også påvirke individets potensiale for prestasjon permanent. For eksempel trening av unghesten kan gi en permanent effekt på hestens prestasjoner i løp senere i livet (Bourdon, 2014).

Andelen permanent miljø av den totale fenotypen (c^2) ble beregnet ut fra formelen:

$$c^2 = \frac{\sigma_{PE}^2}{\sigma_P^2}$$

Hvor σ_{PE}^2 er permanent miljøvariens og σ_P^2 er total fenotypisk varians.

Gjentaksgrad (r) er et mål på hvor sterk sammenhengen mellom gjentatte målinger er for en egenskap. Enkelte egenskaper kan observeres flere ganger hos samme individ og

gjentaksgarden kan dermed regnes ut for alle egenskaper hvor flere individer har flere enn en måling. Gjentaksgarden for en egenskap defineres som korrelasjonen mellom to målinger som er utført for samme egenskap på samme individ og likhetene mellom målingene betyr at det er en positiv korrelasjon mellom dem. Gjentaksgarden vil alltid ligge mellom 0 og 1. Et godt eksempel hvor en får gjentatte egenskaper innenfor hesteverden er i løpssammenheng hvor et individ får flere målinger på tid, eller prestasjoner under utstillinger (Bourdon, 2014).

Gjentaksgard og arvegrad henger sammen da begge er mål som måler hele populasjoner. Det vil si at de ikke kan regnes ut for enkeltindivider. Dersom en faktor spiller inn på og endrer arvegraden, vil derfor også gjentaksgarden berøres. Fordi disse målene varierer mellom populasjonene og mellom forskjellige miljøer er det viktig å merke seg at begge målene aldri er faste effekter i en modell, men tilfeldige effekter (Bourdon, 2014).

En egenskap har høyt gjentak dersom egenskapen er målt til å ha en gjentaksgard over 0,4, og lavt gjentak dersom egenskapen har en gjentaksgard under 0,2. En gjentaksgard tilnærmet 1 vil dermed gi en indikasjon om at egenskapen innen populasjonen er svært gjentagende, samt at en gjentaksgard tilnærmet 0 vil indikere at egenskapen gjentas minimalt (Bourdon, 2014).

Gjentaksgarden (r) ble beregnet ut fra formelen:

$$r = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2} + \frac{\sigma_{PE}^2}{\sigma_P^2}$$

hvor σ_A^2 er additiv genetisk varians, σ_{PE}^2 er permanent miljøvariens og σ_P^2 er total fenotypisk variens.

Det ble beregnet arvegrader for de 26 bygningstrekkene for bein på tvers av alle raser. (Tabell 2). Bygningstrekkene ble valgt på grunnlag av totalt antall observasjoner på tvers av rase (over 100).

2.5. F-test og T-test

Det ble utført t-tester for de faste effektene rase og kjønn.

En t-test for to uavhengige grupper brukes til å vurdere om det er signifikante forskjeller mellom gruppegjennomsnittene (Ringdal, 2013). Hypotesene i en slik test blir satt opp ut fra antagelsen om at det er forskjell mellom gruppene. Nullhypotesen (H_0) vil da påstå ingen forskjell, mens alternativhypotesen (H_1) vil påstå at det er forskjell mellom gruppene:

$$H_0: d = 0 \quad H_1: d \neq 0$$

Testobservatoren (T) gis utfra formelen:

$$T = \frac{d}{s_d}$$

hvor d er differansen mellom gruppegjennomsnittene s_d er standardfeilen til differansen (Ringdal, 2013).

T-testene er tosidig og testes dermed mot en kritisk verdi $\frac{t_\alpha}{2}$ med 5% signifikansnivå og ∞ frihetsgrader på grunn av store gruppestørrelser. Testobservatoren er tilnærmet normalfordelt på grunn av et stort utvalg hvor n er større enn 100 observasjoner. Den kritiske verdien ved 5% signifikansnivå er 1,96. Testen ble også kjørt med 1% signifikansnivå med kritisk verdi på 2,58. Dersom $T > \frac{t_\alpha}{2}$ eller $T < -\frac{t_\alpha}{2}$ er det signifikante effekter.

Dersom gruppestørrelsen er stor, kan det i enkelte tilfeller gi liten mening å gjennomføre parvise tester (Ringdal, 2013). Det er fordi mange parvise tester øker faren for å begå type I-feil, altså å feilaktig påstå en alternativhypotese når nullhypotesen er sann, øker. Det samlede signifikansnivået vil dermed bli dårligere enn 5 eller 1 prosent. For store gruppestørrelser er det mer hensiktsmessig å gjennomføre en F-test (samlet test) (Ringdal, 2013). På grunn av dette ble det derfor ikke utført t-test for de faste effektene utstillingsår og klasse, og det ble utført en F-test for alle faste effekter.

Hypotesene i en F-test blir dermed:

$$H_0: \text{alle gruppene er like} \quad H_1: \text{minst t grupper er like}$$

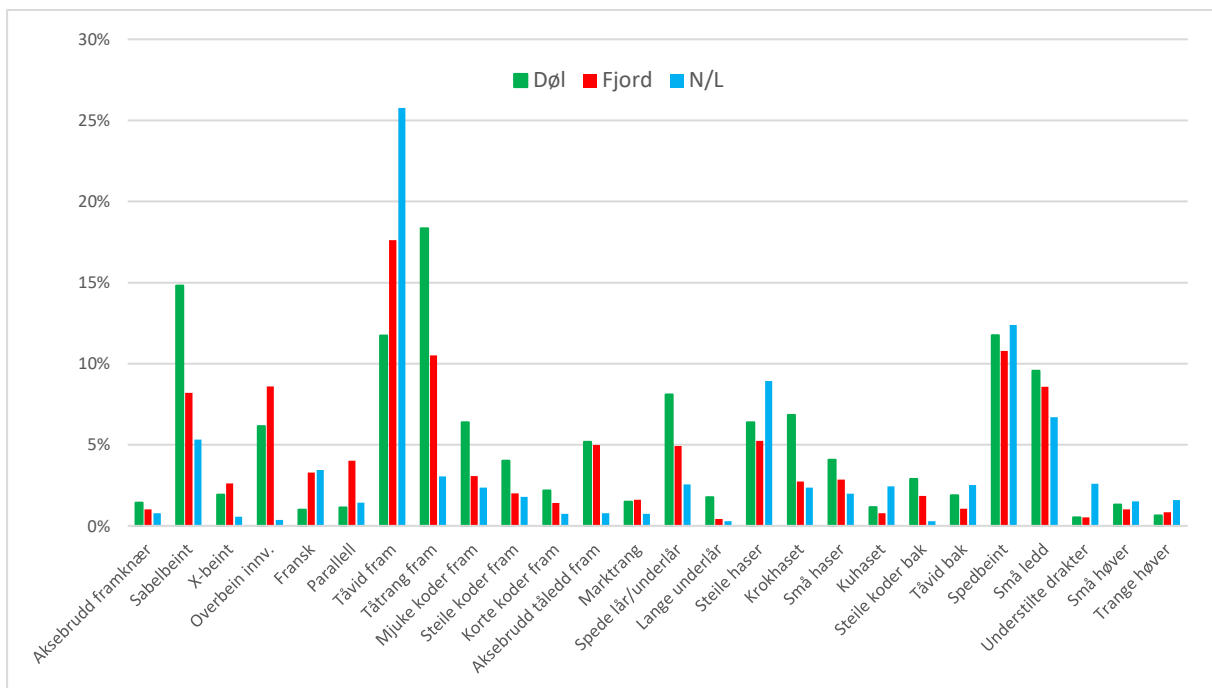
For å vurdere hypotesene benyttes en testobservator (F) som er F-fordelt og testene ble gjennomført med 5% og 1% signifikansnivå. Med 5% signifikansnivå ble følgende kritiske verdier brukt: $\text{rase}_{2,\infty} = 3,00$, $\text{kjønn}_{1,\infty} = 3,84$, $\text{utstillingsår}_{17,\infty}$ (ble tilnærmet 20 frihetsgrader for telleren i tabellen) = 1,57, og $\text{klasse}_{5,\infty} = 2,21$. Med tilsvarende frihetsgrader ble de kritiske verdiene med 1% signifikansnivå følgende: $\text{rase} = 4,61$, $\text{kjønn} = 6,63$, $\text{utstillingsår} = 1,88$, og $\text{klasse} = 3,02$. Faste effekter er signifikante dersom testobservatoren (F) er større enn kritisk verdi.

3. Resultater

Bygningstrekkene har generelt lave forekomster i hele perioden (Figur 9). Hovedtyngden av bygningstrekkene har under 5% forekomst innad i rasene. Unntakene er tåvid fra og

spedbeint, som eneste bygningstrekk med over 10% forekomst for alle rasene. Hos dølahesten var tåtrang fram (18%), sabelbeint (15%) og spedbeint (12%) de tre bygningstrekkene med de hyppigste forekomstene. Tåvid fram (18%), tåtrang fram (11%) og spedbeint (11%) er de bygningstrekkene med flest forekomster hos fjordhesten. Mens det er bygningstrekkene tåvid fram (26%) og spedbeint (12%) som skiller seg ut hos nordlandshest/lyngshesten.

Bygningstrekkene for frambein, bakbein og alle fire bein fordeler seg svært ujevnt med 13 bygningstrekk som sitter på frambein, 6 som sitter på bakbein og 5 som gjelder alle fire bein. Avviket er dermed størst for frambein og inkluderer tåvid fram og tåtrang fram som totalt er de hyppigste bygningstrekkene. For bakbein er det mest forekomst av steile haser, mens spedbeint er hyppigste bygningstrekket for alle fire bein.



Figur 9 Forekomst av bygningstrekkene tåvid, tåtrang, spedbeint, sabelbeint, små ledd, steile haser, overbein innvendig, aksebrudd tåledd fram, krokhaser, mjuke koder, spede lår og underlår, små haser, steile koder, fransk beinstilling, parallellforskjøvet, x-beint, steile koder bak, tåvid bak, korte koder, marktrang, kuhaser, små høver, aksebrudd framknær, understilte drakter, trange høver og lange underlår oppgitt i prosent, totalt for perioden 2001-2018 fordelt på rasene dølahest ($N_{obs} = 4347$), fjordhest ($N_{obs} = 5128$) og nordlandshest/lyngshest ($N_{obs} = 2461$).

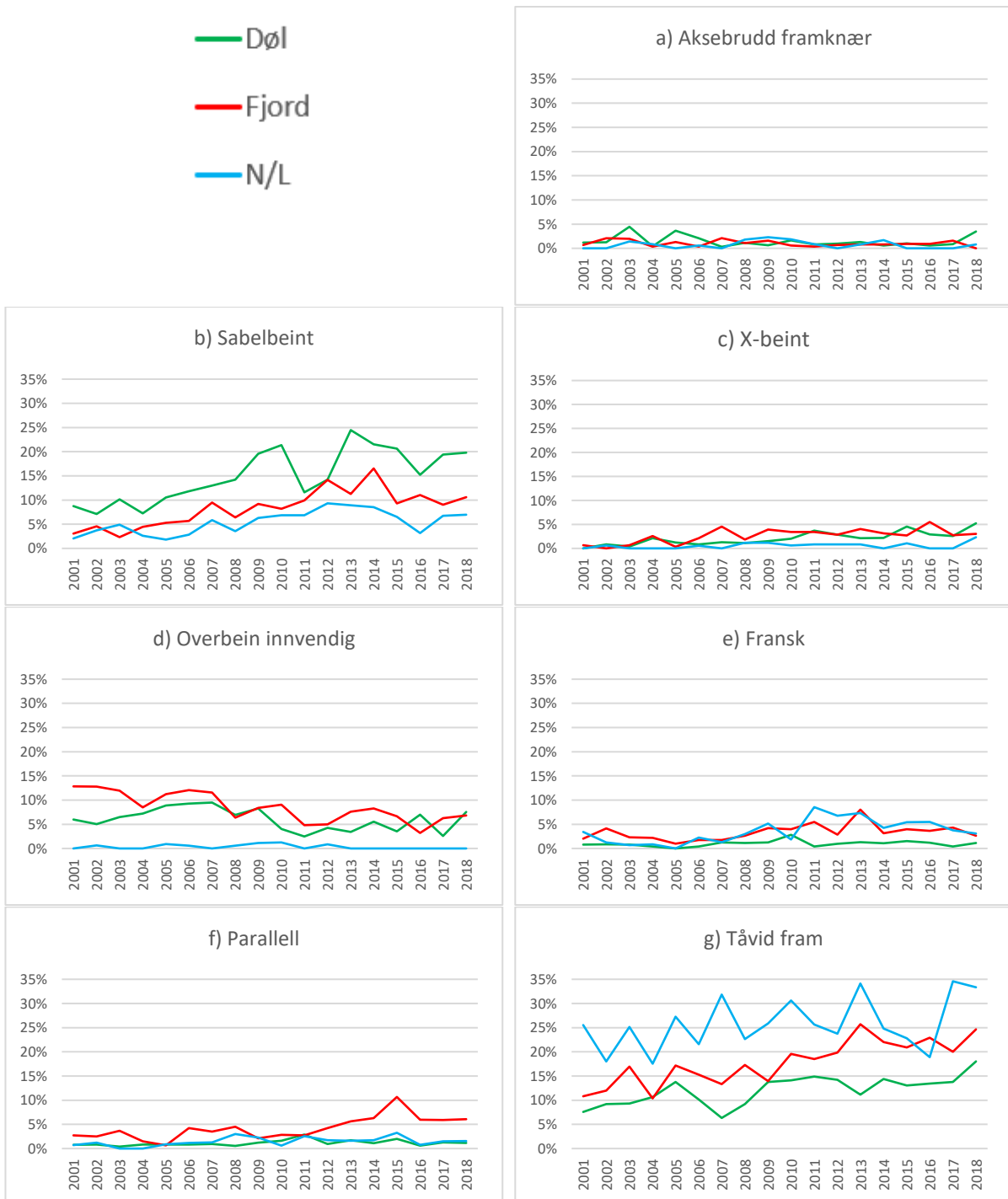
Utelatte bygningstrekk med frekvenser under 100 observasjoner på tvers av rase er oppsummert i Tabell 6. Det ble ikke regnet arvegrader av disse bygningstrekkene da så få observasjoner kan gi store feilmarginer.

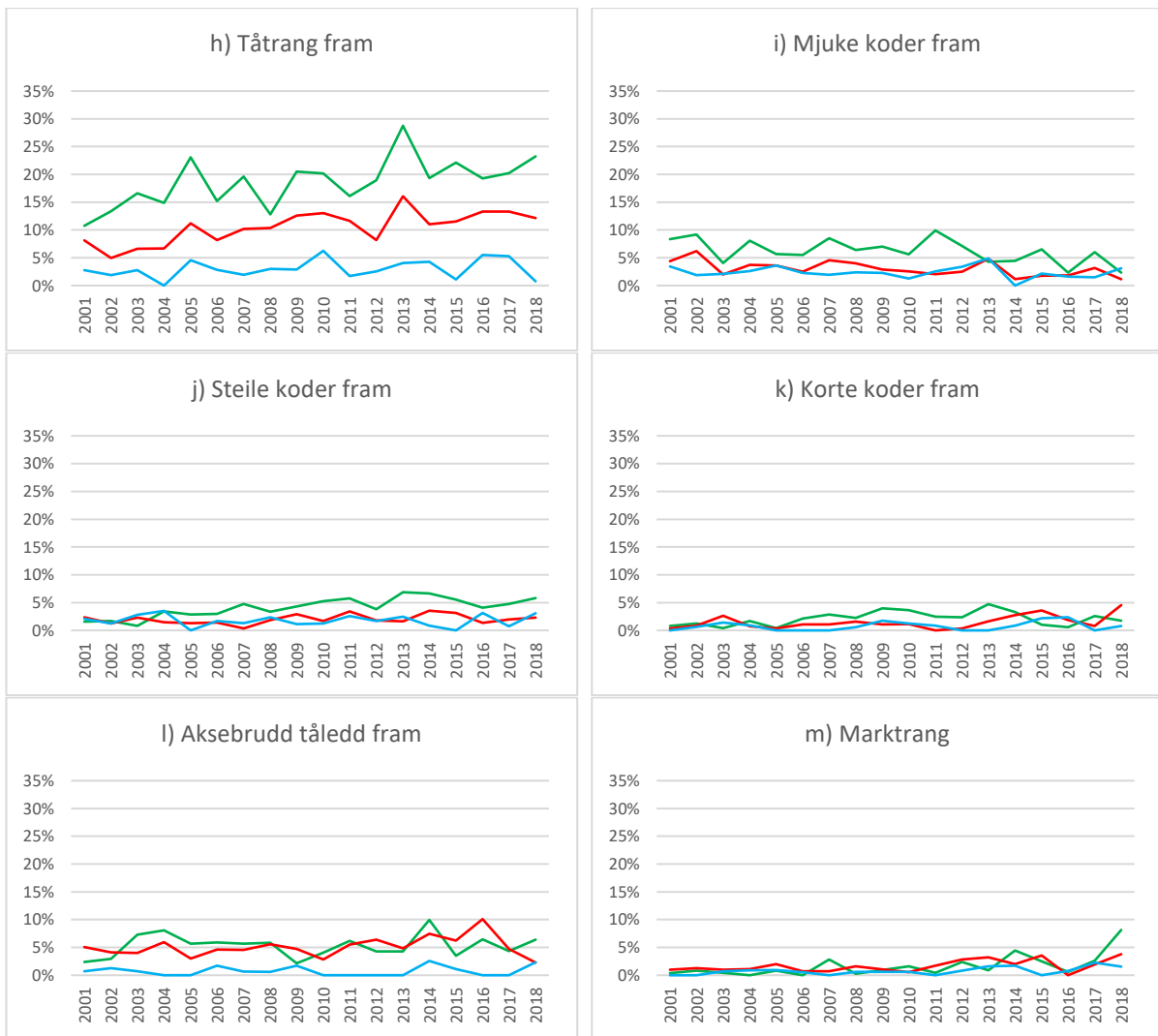
Tabell 6 Forekomst av de utelatte bygningstrekkene overbein utvendig, lave drakter, tåtrang bak, aksebrudd tåledd bak, mjuke koder bak, sigdformede haser, steile høver, asymmetriske høver, hjulbeint bak, bukkebeint, korte koder bak, lange koder fram, markvid, konkave høver og lange koder bak, oppgitt i prosent, totalt for perioden 2001-2018 fordelt på rasene dølahest ($N_{obs} = 4347$), fjordhest ($N_{obs} = 5128$) og nordlandshest/lyngshest ($N_{obs} = 2461$), og total forekomst på tvers av rase (alle) ($N_{obs} = 11936$).

Bygningstrekk	Døl	Fjord	N/I	Alle
Overbein utvendig	1,27%	0,66%	0,08%	0,76%
Lave drakter	0,69%	0,62%	0,65%	0,65%
Tåtrang bak	0,30%	0,80%	0,77%	0,61%
Aksebrudd tåledd bak	0,60%	0,49%	0,77%	0,59%
Mjuke koder bak	0,58%	0,31%	0,98%	0,54%
Sigdformede haser	0,37%	0,72%	0,37%	0,52%
Flå høver	0,28%	0,51%	0,89%	0,50%
Ustabile haser	0,12%	0,41%	1,34%	0,49%
Steile høver	0,85%	0,18%	0,53%	0,49%
Asymmetriske høver	0,32%	0,14%	0,85%	0,35%
Hjulbeint bak	0,14%	0,51%	0,16%	0,30%
Bukkebeint	0,21%	0,16%	0,20%	0,18%
Korte koder bak	0,32%	0,12%	0%	0,17%
Lange koder fram	0,18%	0,21%	0,20%	0,20%
Markvid	0,02%	0,12%	0%	0,06%
Konkave høver	0,02%	0,02%	0,08%	0,03%
Lange koder bak	0,02%	0%	0%	0,01%

Over tid vises de fleste bygningstrekkene for frambein seg med stabilt lave frekvenser rundt og under 5% gjennom hele perioden 2001-2018 for alle raser (Figur 10). Unntakene er bygningstrekkene sabelbeint overbein innvendig, tåvid fram og tåtrang fram. Sabelbeint viser store raseforskjeller hvor dølahest har en relativt hyppigere forekomst enn de øvrige rasene med opp mot 25% på det meste (Figur 10b). Forekomsten for alle rasene viser en økende trend gjennom årene med en antydning til videre økning i 2018. Bygningstrekket overbein innvendig viser en raseforskjell hvor både dølahesten og fjordhesten har hyppigere forekomst enn nordlandshest/lyngshesten (Figur 10d). Fjordhesten har hyppigst forekomst med opp mot 13% på det meste. Både dølahest og fjordhest viser en synkende trend gjennom årene, men viser begge en antydning til økning i 2018. Tåvid fram er det bygningstrekket med hyppigst forekomst for nordlandshest/lyngshest med en forekomst opp mot 35% på det meste (Figur 10g). Forekomsten for nordlandshest/lyngshest ligger gjennom hele perioden med en forekomst rundt og over 20%, men varierer veldig fra år til år. Bygningstrekket viser en økende trend for alle raser og vise en antydning til videre økning i 2018 for dølahest og fjordhest, mens nordlandshest/lyngshesten viser en antydning til nedgang. Tåtrang fram viser hyppigst forekomst for dølahest med opp mot 30% på det meste (Figur 10h). Rasen har

gjennom hele perioden 2001-2018 hatt en forekomst over 10% og viser en økende trend med antydning til videre økning i 2018.





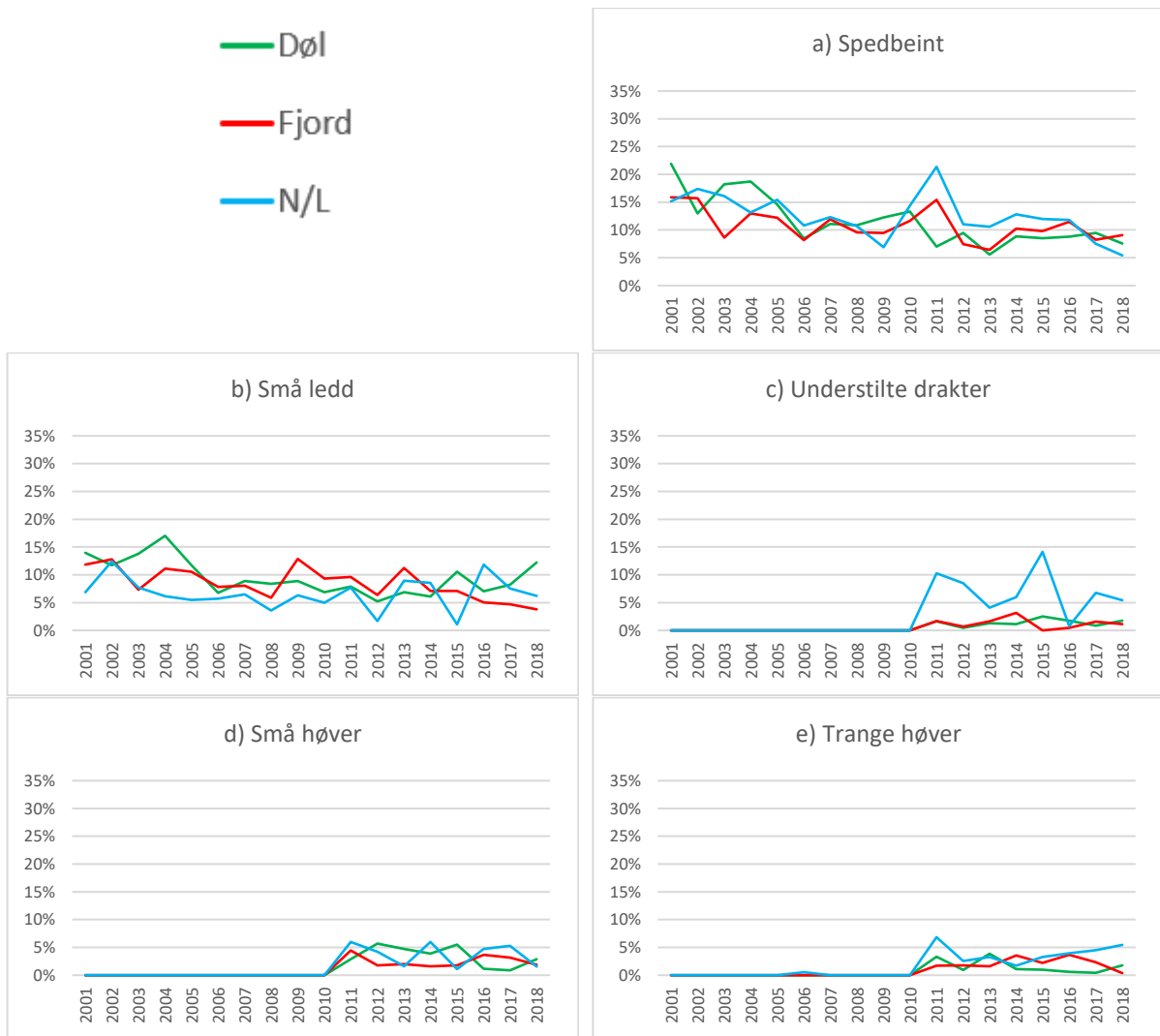
Figur 10 Forekomst av bygningstrekkene tilhørende frambein: a) aksebrudd framknær, b) sabelbeint, c) x-beint, d) overbein innvendig, e) fransk beinstilling, f) parallellforskjøvet, g) tåvid fram, h) tåtrang fram, i) mjuke koder fram, j) steile koder fram, k) korte koder fram, l) aksebrudd tåledd fram, m) marktrang, oppgitt i prosent, i perioden 2001-2018 innen rasene dølahest ($N_{obs} = 4347, N_{ind} = 2226$), fjordhest ($N_{obs} = 5128, N_{ind} = 2591$) og nordlandshest/lyngshest ($N_{obs} = 2461, N_{ind} = 1477$).

Med unntak av spede lår og underlår og steile haser, viser bygningstrekkene for bakbein stabilt lave forekomster gjennom perioden 2001-2018 for alle rasene (Figur 11). Dølahesten ha noe hyppigere forekomst av bygningstrekket spede lår og underlår gjennom hele perioden 2001-2018 enn de øvrige rasene (Figur 11a). Forekomsten for bygningstrekket ligger for det meste under 10% hele perioden med unntak av to tilfeller hvor forekomsten er opp mot 15%. Forekomsten har en svakt økende trend for nordlandshest/lyngshest, men ligger derimot jevnt både for dølahest og fjordhest. Forekomsten for dølahest viser antydning til å øke i 2018, men viser derimot en antydning til nedgang for fjordhest og nordlandshest/lyngshest. For bygningstrekket steile haser er raseforskjellen liten mellom 2001 og 2006 før nordlandshest/lyngshesten viser en hyppigere forekomst enn de øvrige rasene mellom 2007-

2018 (Figur 11c). Bygningstrekket viser en økende trend for nordlandshest/lyngshest og dølapest, mens fjordhesten viser en jevn forekomst gjennom hele perioden 2001-2018. I 2018 viser alle rasene en antydning til økning av forekomster.



Figur 11 Forekomst av bygningstrekkene tilhørende bakbein: a) spede lår og underlår, b) lange underlår, c) steile haser, d) krokhaser, e) små haser, f) kuhaset, g) steile koder bak, og h) tåvid bak, oppgitt i prosent, i perioden 2001-2018 innen rasene dølapest ($N_{obs} = 4347, N_{ind} = 2226$), fjordhest ($N_{obs} = 5128, N_{ind} = 2591$) og nordlandshest/lyngshest ($N_{obs} = 2461, N_{ind} = 1477$).



Figur 12 Forekomst av bygningstrekkene tilhørende alle fire bein: a) spedbeint, b) små ledd, c) understilte drakter, d) små høver, og e) trange høver, oppgitt i prosent, i perioden 2001-2018 innen rasene dølahest ($N_{obs} = 4347, N_{ind} = 2226$), fjordhest ($N_{obs} = 5128, N_{ind} = 2591$) og nordlandshest/lyngshest ($N_{obs} = 2461, N_{ind} = 1477$).

Bygningstrekket spedbeint viser liten raseforskjell gjennom hele perioden 2001-2018 (Figur 12a). Nordlandshest/lyngshest er likevel den rasen med noe hyppigere forekomst enn de øvrige rasene med 21% på det meste. Alle rasene viser en synkende trend, og det er kun fjordhest som viser antydning til økning av forekomster i 2018. Hovegenskapene viser forekomster på 0% frem til 2011, med unntak av noen registreringer av få individer i 2006 for bygningstrekket trange høver. Nordlandshest/lyngshesten har en hyppigere forekomst av underskutte drakter enn de øvrige rasene med opp mot 15% på det meste (Figur 12c). Bygningstrekket viser en økende trend for alle rasene, men det er kun dølahest som viser antydning til økning i 2018. Bygningstrekkene små høver og trange høver viser begge lave forekomster rundt og under 5% etter økningen i 2011 (Figur 12d & 12e). Nordlandshest/lyngshest har noe hyppigere forekomster av begge bygningstrekkene. Alle

rasene viser en svakt økende trend for begge bygningstrekkene. Dølahest viser en antydning til økning for begge bygningstrekkene, og nordlandshest/lyngshest viser antydning til økning for bygningstrekket trange høver.

Tabell 7 Varianskomponentene additiv genetisk varians (σ_A^2), permanent miljøvariens (σ_{PE}^2) og fenotypisk varians (σ_P^2) med standardfeil for bygningstrekkene aksebrudd framknær, sabelbeint, x-beint, overbein innvendig, fransk beinstilling, parallellforskjøvet, tåvid fram, tåtrang fram, mjuke koder fram, steile koder fram, korte koder fram, aksebrudd tåledd fram, marktrang, spede lår og underlår, lange underlår, steile haser, krokhaset, små haser, kuhaset, steile koder bak, tåvid bak, spedbeint, små ledd, understilte drakter, små høver og trange høver på tvers av raser ($N_{ind} = 6294, N_{obs} = 11936$).

	σ_A^2	σ_{PE}^2	σ_P^2
Aksebrudd framknær	$0,194 \cdot 10^{-3} \pm 0,724 \cdot 10^{-4}$	$0,571 \cdot 10^{-9} \pm 0$	$0,011 \pm 0,144 \cdot 10^{-3}$
Sabelbeint	$0,006 \pm 0,001$	$0,011 \pm 0,001$	$0,087 \pm 0,001$
X-beint	$0,806 \cdot 10^{-3} \pm 0,207 \cdot 10^{-3}$	$0,002 \pm 0,272 \cdot 10^{-3}$	$0,019 \pm 0,256 \cdot 10^{-3}$
Overbein innvendig	$0,003 \pm 0,636 \cdot 10^{-3}$	$0,009 \pm 0,803 \cdot 10^{-3}$	$0,055 \pm 0,753 \cdot 10^{-3}$
Fransk	$0,002 \pm 0,343 \cdot 10^{-3}$	$0,002 \pm 0,377 \cdot 10^{-3}$	$0,024 \pm 0,338 \cdot 10^{-3}$
Parallell	$0,001 \pm 0,313 \cdot 10^{-3}$	$0,004 \pm 0,372 \cdot 10^{-3}$	$0,024 \pm 0,329 \cdot 10^{-3}$
Tåvid fram	$0,016 \pm 0,002$	$0,017 \pm 0,002$	$0,140 \pm 0,002$
Tåtrang fram	$0,010 \pm 0,001$	$0,014 \pm 0,001$	$0,099 \pm 0,001$
Mjuke koder fram	$0,002 \pm 0,453 \cdot 10^{-3}$	$0,003 \pm 0,540 \cdot 10^{-3}$	$0,040 \pm 0,533 \cdot 10^{-3}$
Steile koder fram	$0,610 \cdot 10^{-3} \pm 0,219 \cdot 10^{-3}$	$0,002 \pm 0,362 \cdot 10^{-3}$	$0,026 \pm 0,345 \cdot 10^{-3}$
Korte koder fram	$0,938 \cdot 10^{-4} \pm 0,750 \cdot 10^{-4}$	$0,476 \cdot 10^{-3} \pm 0,155 \cdot 10^{-3}$	$0,013 \pm 0,172 \cdot 10^{-3}$
Aksebrudd tåledd fram	$0,301 \cdot 10^{-3} \pm 0,249 \cdot 10^{-3}$	$0,952 \cdot 10^{-3} \pm 0,478 \cdot 10^{-3}$	$0,040 \pm 0,515 \cdot 10^{-3}$
Marktrang	$0,215 \cdot 10^{-3} \pm 0,989 \cdot 10^{-4}$	$0,746 \cdot 10^{-4} \pm 0,166 \cdot 10^{-3}$	$0,014 \pm 0,178 \cdot 10^{-3}$
Spede lår og underlår	$0,801 \cdot 10^{-3} \pm 0,241 \cdot 10^{-3}$	$0,001 \pm 0,410 \cdot 10^{-3}$	$0,034 \pm 0,442 \cdot 10^{-3}$
Lange underlår	$0,451 \cdot 10^{-8} \pm 0$	$0,104 \cdot 10^{-3} \pm 0,941 \cdot 10^{-4}$	$0,009 \pm 0,113 \cdot 10^{-3}$
Steile haser	$0,004 \pm 0,796 \cdot 10^{-3}$	$0,007 \pm 0,0912 \cdot 10^{-3}$	$0,060 \pm 0,0829 \cdot 10^{-3}$
Krokhaset	$0,003 \pm 0,499 \cdot 10^{-3}$	$0,006 \pm 0,610 \cdot 10^{-3}$	$0,040 \pm 0,500 \cdot 10^{-3}$
Små haser	$0,297 \cdot 10^{-3} \pm 0,185 \cdot 10^{-3}$	$0,001 \pm 0,368 \cdot 10^{-3}$	$0,030 \pm 0,390 \cdot 10^{-3}$
Kuhaset	$0,304 \cdot 10^{-3} \pm 0,113 \cdot 10^{-3}$	$0,693 \cdot 10^{-3} \pm 0,173 \cdot 10^{-3}$	$0,124 \pm 0,163 \cdot 10^{-3}$
Steile koder bak	$0,508 \cdot 10^{-3} \pm 0,168 \cdot 10^{-3}$	$0,002 \pm 0,253 \cdot 10^{-3}$	$0,019 \pm 0,245 \cdot 10^{-3}$
Tåvid bak	- ¹	-	-
Spedbeint	$0,012 \pm 0,002$	$0,003 \pm 0,001$	$0,102 \pm 0,001$
Små ledd	$0,003 \pm 0,765 \cdot 10^{-3}$	$0,003 \pm 0,985 \cdot 10^{-3}$	$0,078 \pm 0,001$
Understilte drakter	$0,201 \cdot 10^{-3} \pm 0,650 \cdot 10^{-4}$	$0,250 \cdot 10^{-8} \pm 0$	$0,009 \pm 0,121 \cdot 10^{-3}$
Små høver	$0,277 \cdot 10^{-4} \pm 0,675 \cdot 10^{-4}$	$0,497 \cdot 10^{-3} \pm 0,143 \cdot 10^{-3}$	$0,012 \pm 0,154 \cdot 10^{-3}$
Trange høver	$0,980 \cdot 10^{-4} \pm 0,587 \cdot 10^{-4}$	$0,184 \cdot 10^{-3} \pm 0,112 \cdot 10^{-3}$	$0,009 \pm 0,117 \cdot 10^{-3}$

Varianskomponentene er brukt som bakgrunnstall for videre å beregne arvegrader, andelen permanent miljø av den totale fenotypen og gjentaksgader og er presentert i Tabell 7.

Bygningstrekkene viser generelt lave arvegrader (h^2) innenfor intervallet 0 og 0,12 (Tabell 8). Den høyeste arvegraden ble estimert for spedbeint på 0,12, mens lange underlår har den laveste arvegraden på 0. Alle bygningstrekk med arvegrader over 0,05, med unntak av to, var registrert for frambein. Disse bygningstrekkene var tåvid fram (0,11), tåtrang fram (0,10), sabelbeint (0,07), fransk beinstilling (0,07), parallellforskjøvet (0,06), mjuke koder fram

¹ Ikke konvergent i ASReml

(0,06) og overbein innvendig (0,05). Unntakene er steile haser (0,07) og krokhaset (0,07) (Tabell 8).

Andelene permanent miljø av den totale fenotypen (c^2) er tilsvarende generelt lave (Tabell 8). De er de fleste tilfeller noe høyere enn arvegradene, med unntak av bygningstrekkene aksebrudd framknær, marktrang, spedbeint og understilte drakter. Parallellforskjøvet er bygningstrekket med høyest effekt av andelen permanent miljø av den totale fenotypen med 0,17, mens understilte drakter og aksebrudd framknær har minst effekt med 0. Krokhaset (0,16), overbein innvendig (0,16), tåtrang fram (0,14), sabelbeint (0,13), x-beint (0,12), tåvid fram (0,12), steile haser (0,12), fransk beinstilling (0,09), steile koder bak (0,09), steile koder fram (0,08), mjuke koder fram (0,07) og små haser (0,06) har alle over 0,05 andel permanent miljø av den totale fenotypen (Tabell 8).

Gjentaksgradene (r) viser i likhet med arvegradene å være lave (Tabell 8). Tåvid fram har høyest gjentaksgard med 0,24, mens lange underlår, krokhaset og kuhaset alle har laveste gjentaksgarder med 0,01. Tåtrang fram (0,24), overbein innvendig (0,22), parallellforskjøvet (0,21), sabelbeint (0,20), steile haser (0,18), fransk beinstilling (0,17), x-beint (0,15), spedbeint (0,15), mjuke koder fram (0,13), steile koder bak (0,13), steile koder fram (0,10), små ledd (0,08) og spede lår og underlår (0,05) er alle bygningstrekk med en gjentaksgard over 0,05 (Tabell 8).

Tabell 8 Arvegrad (h^2), andelen permanent miljø av den totale fenotypen (c^2) og gjentaksgard (r) med standardfeil for bygningstrekkene aksebrudd framknær, sabelbeint, x-beint, overbein innvendig, fransk beinstilling, parallellforskjøvet, tåvid fram, tåtrang fram, mjuke koder fram, steile koder fram, korte koder fram, aksebrudd tåledd fram, marktrang, spede lår og underlår, lange underlår, steile haser, krokhaset, små haser, kuhaset, steile koder bak, spedbeint, små ledd, understilte drakter, små høver og trange høver underlår på tvers av raser ($N_{ind} = 6294, N_{obs} = 11936$).

	h^2	c^2	r
Aksebrudd framknær	0,02±0,01	0	0,02
Sabelbeint	0,07±0,01	0,13±0,01	0,20
X-beint	0,04±0,01	0,12±0,01	0,15
Overbein innvendig	0,05±0,01	0,16±0,01	0,22
Fransk	0,07±0,01	0,09±0,02	0,17
Parallell	0,06±0,01	0,17±0,02	0,21
Tåvid fram	0,11±0,02	0,12±0,02	0,24
Tåtrang fram	0,10±0,01	0,14±0,02	0,24
Mjuke koder fram	0,06±0,01	0,07±0,01	0,13
Steile koder fram	0,02±0,01	0,08±0,01	0,10
Korte koder fram	0,01±0,01	0,04±0,01	0,04
Aksebrudd tåledd fram	0,01±0,01	0,02±0,01	0,03
Marktrang	0,02±0,01	0,01±0,01	0,02
Spede lår og underlår	0,02±0,01	0,04±0,01	0,05
Lange underlår	0	0,01±0,01	0,01
Steile haser	0,07±0,01	0,12±0,02	0,18
Krokhaset	0,07±0,01	0,16±0,02	0,23
Små haser	0,01±0,01	0,04±0,01	0,04
Kuhaset	0,02±0,01	0,06±0,01	0,01
Steile koder bak	0,03±0,01	0,09±0,01	0,13
Spedbeint	0,12±0,01	0,03±0,01	0,15
Små ledd	0,04±0,01	0,04±0,01	0,08
Understilte drakter	0,02±0,01	0	0,02
Små høver	0,02±0,01	0,04±0,01	0,04
Trange høver	0,01±0,01	0,02±0,01	0,03

Tabell 9 viser testobservatorene til de faste effektene fra gjennomførte F-tester. Utstillingsår var signifikant for alle bygningstrekkene med unntak av steile koder fram, spede lår og underlår og lange underlår. Mens klasse var signifikant for alle bygningstrekkene utenom aksebrudd framknær, fransk beinstilling og kuhaset.

Tabell 9 Testobservatorer med f-test med 5% signifikansnivå (*) og 1% signifikansnivå (**) for de faste effektene rase, kjønn, utstillingsår og klasse for bygningstrekkene aksebrudd framknær, sabelbeint, x-beint, overbein innvendig, fransk beinstilling, parallellforskjøvet, tåvid fram, tåtrang fram, mjuke koder fram, steile koder fram, korte koder fram, aksebrudd tåledd fram, marktrang, spede lår og underlår, lange underlår, steile haser, krokhaset, små haser, kuhaset, steile koder bak, spedbeint, små ledd, understilte drakter, små høver og trange høver.

	Rase	Kjønn	Utstillingsår	Klasse
Aksebrudd framknær	1,73	8,15**	1,69*	0,80
Sabelbeint	1,61	14,63**	9,31**	20,91**
X-beint	0,89	17,76**	2,99**	4,04**
Overbein innv.	4,95**	0,03	2,70**	28,50**
Fransk	1,57	1,60	3,37**	0,75
Parallell	1,03	14,33**	3,35**	7,09**
Tåvid fram	2,92	142,85**	3,54**	4,83**
Tåtrang fram	5,38**	43,41**	7,81**	44,10**
Mjuke koder fram	0,03	25,26**	2,48**	9,50**
Steile koder fram	1,44	35,01**	1,48	5,63**
Korte koder fram	1,13	40,49**	1,90**	10,28**
Aksebrudd tåledd fram	7,07**	31,89**	2,14**	7,38**
Marktrang	0,64	3,15	5,16**	4,77**
Spede lår og underlår	17,52**	2,96	1,11	13,91**
Lange underlår	30,10**	0,59	1,40	5,65**
Steile haser	0,54	14,16**	7,88**	6,48**
Krokhaset	1,40	0,20	3,14**	7,99**
Små haser	1,96	2,87	3,48**	11,32**
Kuhaset	0,93	0,61	4,29**	0,20
Steile koder bak	1,48	108,27**	1,84*	2,53*
Spedbeint	2,38	35,80**	3,91**	7,83**
Små ledd	2,34	11,49**	2,56**	15,42**
Understilte drakter	2,83	5,10*	11,95**	9,00**
Små høver	0,83	22,60**	13,68**	4,94**
Trange høver	1,31	14,66**	10,23**	3,76**

F-testen i Tabell 9 og de parvise t-testene i Tabell 11 viser at den faste effekten kjønn er signifikant for de fleste bygningstrekkene, med noen unntak som for eksempel fransk beinstilling, lange underlår, krokhaset, kuhaset og små ledd.

Rase er på den andre siden kun signifikant for noen få bygningstrekk (Tabell 9). Likevel viser de parvise t-testene i Tabell 10 at det er parvise signifikante forskjeller mellom enkelte raser for flere bygningstrekk som for eksempel tåtrang farm fjordhest og dølahest og nordlandshest/lyngshest.

Tabell 10 Testobservatorer med t-test med 5% signifikansnivå (*) og 1% signifikansnivå (**) for den faste effekten rase for bygningstrekkene aksebrudd framknær, sabelbeint, x-beint, overbein innvendig, fransk beinstilling, parallellforskjøvet, tåvid fram, tåtrang fram, mjuke koder fram, steile koder fram, korte koder fram, aksebrudd tåledd fram, marktrang, spede lår og underlår, lange underlår, steile haser, krokhaset, små haser, kuhaset, steile koder bak, spedbeint, små ledd, understilte drakter, små høver og trange høver for fjordhest vs. Dølahest, nordlandshest/lyngshest vs. Dølahest og nordlandshest/lyngshest vs. Fjordhest.

	Fjord vs. Døl	N/l vs. Døl	N/l vs. Fjord
Aksebrudd framknær	-1,64	-1,45	-0,02
Sabelbeint	-1,40	-1,78	-0,60
X-beint	0,92	-0,52	-1,35
Overbein innvendig	0,48	-2,66**	-3,15**
Fransk	1,48	1,51	0,26
Parallell	0,86	-0,64	-1,41
Tåvid fram	1,73	2,19*	0,73
Tåtrang fram	-2,31*	-3,36**	-1,41
Mjuke koder fram	-0,21	-0,21	-0,03
Steile koder fram	-1,27	-1,85	-0,77
Korte koder fram	-0,58	-1,96*	-1,57
Aksebrudd tåledd fram	-0,48	-3,76**	-3,60**
Marktrang	0,56	-0,63	-1,20
Spede lår og underlår	-5,89**	-4,14**	1,06
Lange underlår	-6,98**	-6,13**	-0,47
Steile haser	-0,95	-0,06	0,76
Krokhaset	-1,29	-1,31	-0,21
Små haser	-1,08	-2,03*	-1,16
Kuhaset	0,26	1,42	1,25
Steile koder bak	0,47	-1,44	-1,94
Spedbeint	-1,53	-1,99*	-0,70
Små ledd	-1,35	-2,09*	-0,95
Understilte drakter	-0,34	1,69	2,09*
Små høver	-0,80	0,20	0,97
Trange høver	0,52	1,25	0,85

Tabell 11 Testobservatorer med t-test med 5% signifikansnivå (*) og 1% signifikansnivå (**) for den faste effekten kjønn for bygningstrekkene aksebrudd framknær, sabelbeint, x-beint, overbein innvendig, fransk beinstilling, parallellforskjøvet, tåvid fram, tåtrang fram, mjuke koder fram, steile koder fram, korte koder fram, aksebrudd tåledd fram, marktrang, spede lår og underlår, lange underlår, steile haser, krokhaset, små haser, kuhaset, steile koder bak, spedbeint, små ledd, understilte drakter, små høver og trange høver på tvers av raser for hunkjønn (♀) vs. Hankjønn (♂).

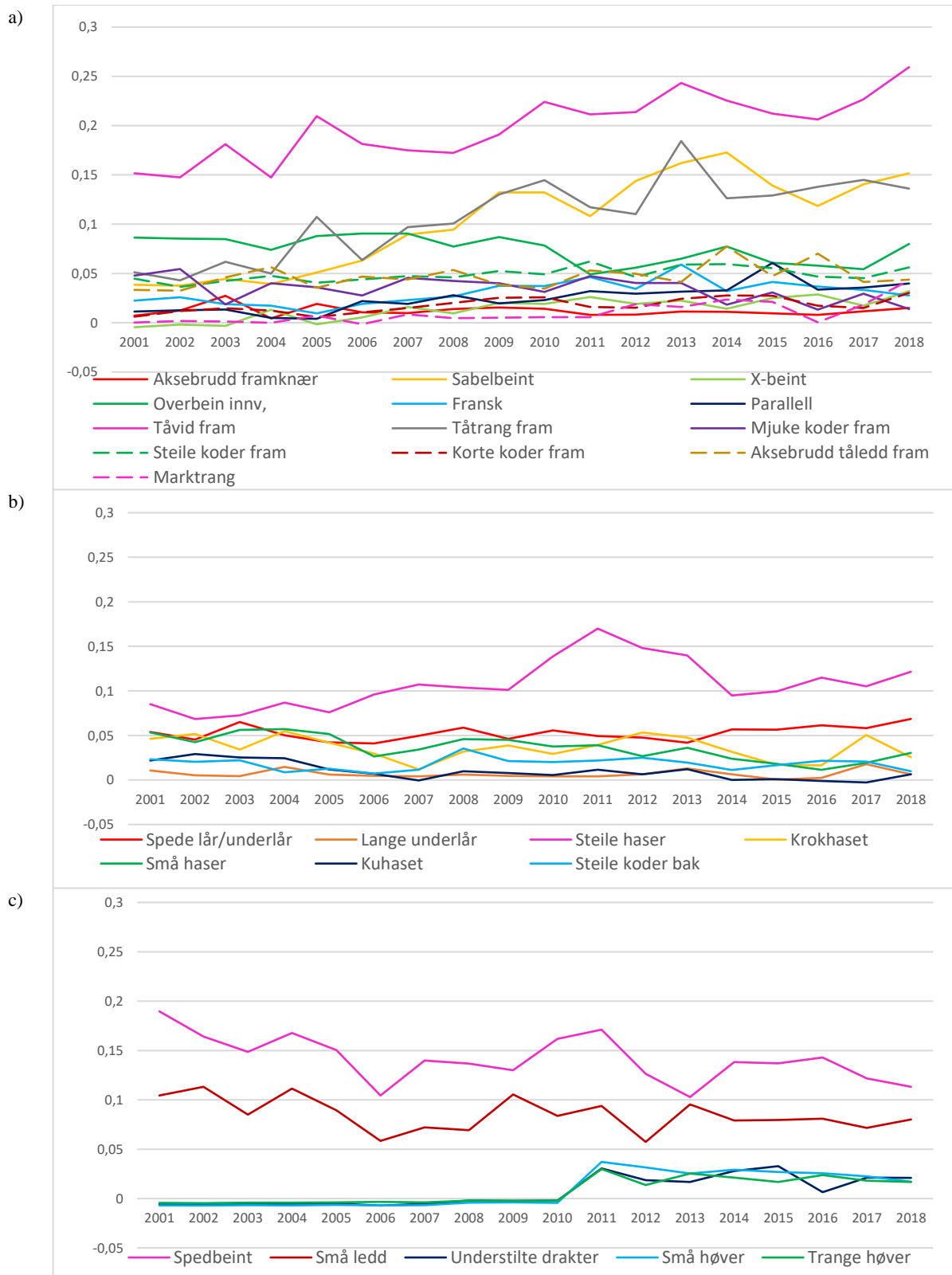
	♀ vs. ♂
Aksebrudd framknær	2,50*
Sabelbeint	3,84**
X-beint	-3,83**
Overbein innvendig	-2,01*
Fransk	-0,69
Parallell	3,64**
Tåvid fram	-10,82**
Tåtrang fram	4,52**
Mjuke koder fram	-5,82**
Steile koder fram	-5,64**
Korte koder fram	-6,97**
Aksebrudd tåledd fram	-6,03**
Marktrang	-2,14*
Spede lår og underlår	-2,94**
Lange underlår	-0,75
Steile haser	-3,73**
Krokhaset	-0,40
Små haser	-3,46**
Kuhaset	0,33
Steile koder bak	-10,42**
Spedbeint	5,71**
Små ledd	1,80
Understilte drakter	-2,20*
Små høver	-3,78**
Trange høver	-3,40**

Effektene for den faste effekten utstillingsår er vist i Figur 13. For frambein har utstillingsår hatt en betydning for bygningstrekket tåvid fram, sabelbeint og tåtrang fram (Figur 13a).

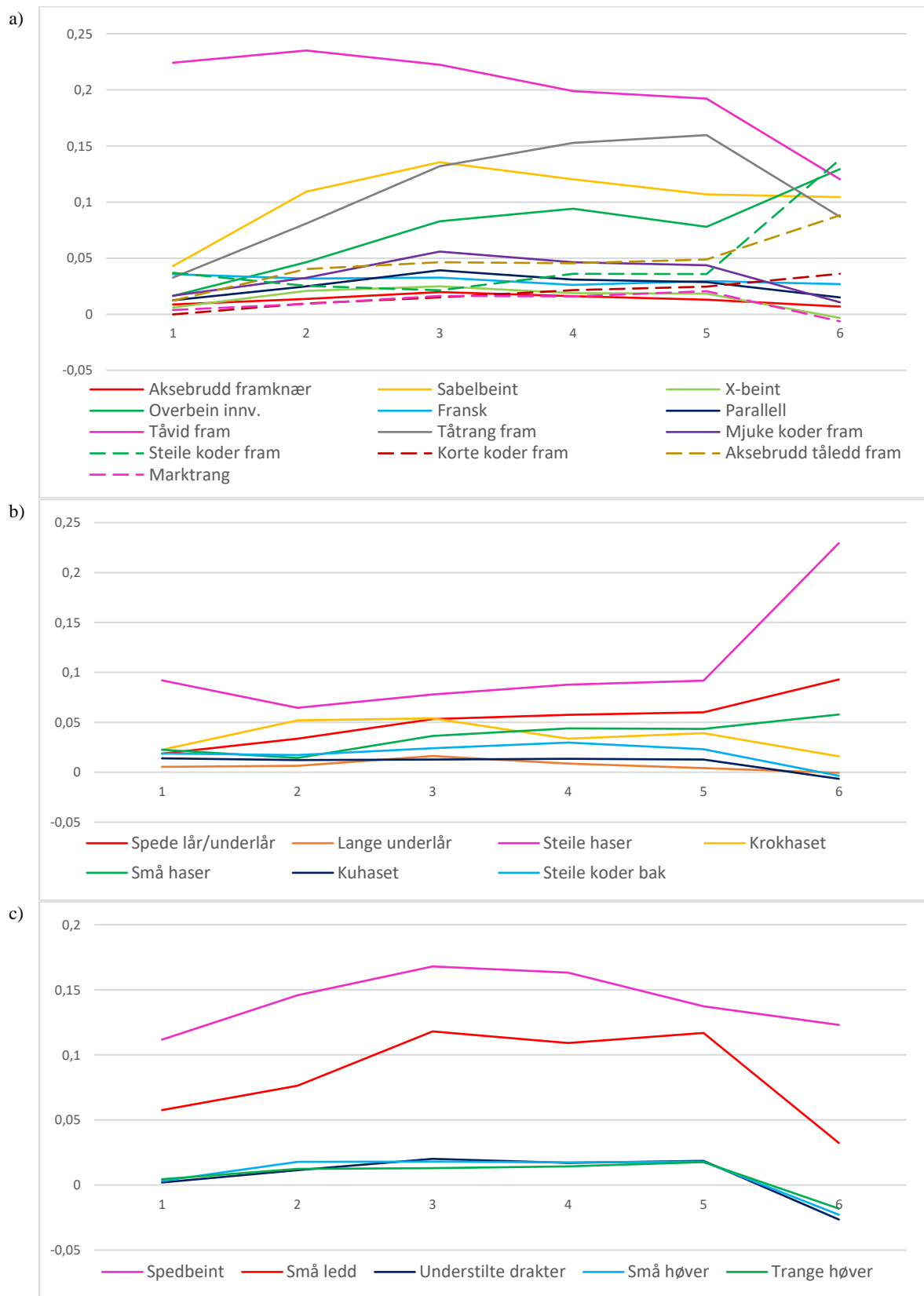
Effekten av utstillingsår på disse tre bygningstrekkene viser en stigende trend gjennom hele perioden. Det betyr at det er betydelige forskjeller i effekten fra første til siste år. For øvrige bygningstrekk for frambein har utstillingsår en relativt flat effekt.

For bygningstrekkene som går på bakbein hadde utstillingsår størst effekt på steile haser, og spesielt for utstillingsårene 2011 til 2013 (Figur 13b). Utstillingsår hadde flat effekt og liten betydning for de andre bygningstrekkene for bakbein.

Effekten av utstillingsår på bygningstrekkene som går på alle bein var størst for spedbeint og små ledd (Figur 13c). Figuren viser at effekten for spedbeint var lavere for de nyeste utstillingsårene sammenlignet med de første årene. For bygningstrekkene små høver, trange høver og understilte drakter har utstillingsår hatt tilnærmet 0 effekt fra 2001 til og med 2010. Fra 2011 hadde effekten for alle tre egenskapene en markant økning.



Figur 13 Effekten av utstillingsårene 2001-2018 for a) frambein, b) bakbein, og c) alle bein.



Figur 14 Effekten av klasse (1=hester 1 år, 2=hester 2 år, 3=hester 3 år, 4=hester 4 og 5 år, 5=hester 6 år og eldre, og 7=øvrige klasser) for a) frambein, b) bakbein, og c) alle bein.

Effektene for den faste effekten klasse er vist i Figur 14. Klasse har hatt relativt stor effekt på bygningstrekkene tåtrang fram, tåvid fram, sabelbeint og overbein innvendig (Figur 14a).

Den faste effekten klasse er en standardisert effekt hvor klassene 1 til 5 er satt ut ifra hestenes alder, hvor klasse 1 er de yngste og 5 er de eldste. Utviklingen av effekt viser at alder har mye å si for bygningstrekkene, spesielt for tåvid fram, tåtrang fram, sabelbeint (Figur 14a), steile haser (Figur 14b) og spedbeint (Figur 14c). For de andre bygningstrekkene har klasse hatt liten effekt og kan skyldes de generelt lave forekomstene.

Figuren viser relativt store endringer i effekten av klasse 6, men det er verdt å merke seg at dette er en liten samlekasse for klasser som ikke er aldersbestemt og dermed ikke passer inn i klasse 1 til 5 (Tabell 5). Resultatene for klasse 6 er ubestemmelige kan ses bor i fra.

4. Diskusjon

Under datainnsamlingen ble det oppdaget mange dommerkort med kommentaren «aksebrudd». Denne kommentaren er svært vanskelig å tolke da det er et lite definert uttrykk. Dersom dette uttrykket skal kunne brukes er det viktig at det defineres hvor på beinet aksebruddet sitter, og om det går innover eller utover. I samråd med veterinær/eksteriørdommer, ble det gjort en antagelse om at uttrykket «aksebrudd» gjaldt tåleddet da aksebrudd i kode og knær går under andre navn. Korrekte uttrykk er «brutt tåakse innover» og «brutt tåakse utover» (Norsk Hestesenter, 2012). Samtidig ble det også oppdaget mange dommerkort med uttrykket «aksebrudd kode» noe som kan bety to ting; tåvid eller tåtrang, som begge er et aksebrudd henholdsvis innover og utover i koden (Norsk Hestesenter, 2012). Tilsvarende gjelder for uttrykket «aksebrudd framknær» som heller burde betegnes som x-beint eller hjulbeint, som begge er et aksebrudd henholdsvis innover og utover i kneet (Norsk Hestesenter, 2012). Uttrykket «aksebrudd kode» ble i datasettet slått sammen med registreringene for «aksebrudd tåledd», mens uttrykket «aksebrudd framknær» ble vurdert som et egen bygningstrekk da det ikke kunne spekuleres i om dommeren faktisk mente tåvid/tåtrang (aksebrudd kode) eller x-beint/hjulbeint (aksebrudd framknær). Samtidig kunne det heller ikke spekuleres i om dommer mente at aksebruddet gikk innover eller utover, og kunne dermed heller ikke skille mellom uttrykkene tåvid og tåtrang, eller x-beint og hjulbeint. På grunn av lite data og små klasseinndelinger innenfor hver enkel rase ble det tidlig besluttet å kjøre analysene på tvers av rase, men samtidig vise raseforskjeller for alle bygningstrekkene og utviklingen gjennom årene 2001-2018. Ved å kjøre analysene på tvers av rase ble observasjonene flere og klassene større noe som førte til at estimatene både for

varianskomponentene, arvegradene, andelen for permanent miljø av den totale fenotypen og gjentaksgradene ble sikrere. Rase, kjønn, utstillingsår og klasse var faste effekter i modellen. I et forsøk på å avdekke dommereffekter ble det forsøkt å inkludere en samspillseffekt (utstillingsID x klasse) i modellen, noe som senere måtte forkastes på grunn av for små og for få grupper. UtstillingsID er en unik ID som inkluderer informasjon om utstillingsår og sted. Samspillseffekten ble derfor byttet ut til fordel for de faste effektene utstillingsår og klasse som begge er viktige effekter i forsøket på å fange opp eventuelle dommereffekter, men også den permanente miljøeffekten. Klasse er en viktig effekt i diskusjonen om aldersgruppene bedømmes ulikt. Utstillingsår er viktig som fast effekt på grunn av utskiftninger av dommere, endring i utstillingsreglement og utførelse, utskiftning av skjemaer og eventuelle endringer i utdanning.

Ved å kjøre en lineær modell vil resultatene vises på en synlig skala som vil gjenspeile hva dommerne ser når de bedømmer en hest. Dersom oppgaven skulle tatt et steg lenger, ville det vært rimelig å undersøke bygningstrekkene og arvegrader med en terskelmodell med en farmodell for å undersøke den underliggende skalaen. Dermed vil den synlige og den underliggende skalaen kunne danne et sammenligningsgrunnlag og den underliggende skalaen vil kunne vise om statistikken bak støtter opp under den synlige skalaen som dommerne dømmer etter.

Forekomstene av bygningstrekkene totalt over perioden 2001-2018 (Figur 9) viser hvilke bygningstrekk det har blitt registrert mest av gjennom 18 år. Frekvensene viser hvor store avvik det er fra normalen og viser dermed et interessant bilde av beinstillingene hos de nasjonale rasene. Bygningstrekk med høye forekomster burde vektlegges i en vurdering av hvilke bygningstrekk som burde prioriteres i en bedømming for videre avlsarbeid. En vurdering av viktige bygningstrekk bør likevel ikke prioriteres på grunnlag av tidligere forekomster alene, da disse kan være et resultat av subjektive oppfatninger av avlsplanen. Det er derfor viktig å se nærmere på hvilke funksjonaliteter bygningstrekkene fører med seg da det er dette som har den største praktiske betydningen for hesten. I tillegg inneholder enkelte bygningstrekk, som spedbeint og spede lår og underlår, flere ord og uttrykk brukt gjennom en periode på 18 år før de i denne oppgaven ble satt inn i standardiserte bygningstrekk (Tabell 2). Siden noen av disse bygningstrekkene over tid kan bli store og inneholde svært mange ord og uttrykk, er det viktig med en grundig beskrivelse av hvordan de skal registreres og hva hvert enkelt bygningstrekk inkluderer. Slik det er i dag fungerer disse bygningstrekkene som

samlebetegnelse og registreringene er svært ulike mellom dommere. En konsekvens av dette er lave arvegrader.

For sportshester er det viktig med et godt eksteriør for å opprettholde en god og langvarig holdbarhet (Dolvik & Klemetsdal, 1999). Hester med et godt eksteriør vil i de fleste tilfeller prestere bedre over en lengre periode enn hester med et dårligere eksteriør (Wallin et al., 2001). Hester med ugunstige beinstillinger vil i utgangspunktet ha dårligere holdbarhet og sannsynligheten for at hesten pådrar seg skader senere i livet vil øke (Wallin et al., 2001).

Tåvid fram og tåtrang fram er i denne oppgaven sett på som ulike bygningstrekk, men som motsatser kan de ansees som samme bygningstrekk og bør i et lineært bedømmingsskjema utgjøre hvert sitt ytterpunkt av skalaen. Dette er to av de mest vanlige registrerte bygningstrekkene i hele perioden 2001-2018 (Figur 9), og med en økende trend (Figur 10g & 10h). I tillegg er dette bygningstrekk som har betydning for hestens funksjonalitet da bygningstrekket gir skjevbelastninger og dermed ujevn vekst av hornlaget i hoven (Vangen, 2009b). At bygningstrekket tåvid fører til skjevbelastning mot midten av beinet, mens tåtrang fører til en skjevbelastning mot siden av beinet (Devereux & Morrison, 1996 via Nikolić, 2009). Tåvid fram og tåtrang fram er i denne oppgaven blant bygningstrekkene med høyest arvegrader på henholdsvis 0,11 og 0,10 (Tabell 8). Jönsson et al. (2013) beregnet tilsvarende arvegradener på henholdsvis 0,08 og 0,14. Arvegradener for bygningstrekkene er tidligere beregnet i Norge, men er relativt arvegrader på henholdsvis 0,04 og 0,00 (Dolvik & Klemetsdal, 1999).

Spedbeint er bygningstrekket med tredje flest forekomster i hele perioden 2001-2018 (Figur 9), og har en synkende trend (Figur 12a). Bygningstrekket kan påvirke hestens holdbarhet og føre til at hesten lettere påføres belastningsskader (Turid Helfjord, pers.komm.), og bør på grunnlag av dette prioriteres i et lineært skjema. Fjordhest var den eneste rasen som viste en tendens til økning av forekomster i 2018, og dersom bygningstrekket reduserer til å ha en forekomst under 5% er det kanskje ikke nødvendig å prioritere dette i et lineært bedømmingsskjema i fremtiden da forekomstene blir for lave. Skal det likevel tas hensyn til forekomstene i perioden 2001-2018, burde bygningstrekket inkluderes for en ny vurdering i fremtiden.

Steile haser og krokhaser er i denne oppgaven sett på som to separate bygningstrekk, men er (i likhet med tåvid fram og tåtrang fram) motsatser av hverandre og bør derfor danne hvert sitt ytterpunkt av en skala i et lineært bedømmingsskjema. Dermed kan de ansees som ett og

samme bygningstrekk og forekomstene kan slås sammen. Forekomstene for steile haser har i løpet av 18 år vist en økende trend (Figur 11c), og er generelt hyppigere enn forekomstene for krokhaset som jevnt over er relativt lave (Figur 11d). Til tross for dette er det likevel viktig å inkludere begge bygningstrekkene i et lineært bedømmingsskjema. Samlet er steile haser og krokhaset på topp fem over høyest forekomster på tvers av rase i perioden 2001-2018. Holmström & Philipsson (1993) rapporterte i sin artikkel om funnet til Müller & Schwark (1979) om at hasens optimale vinkel er 154. Funnet inkluderte også at en hasevinkel både større og mindre enn 154 vil ha en negativ effekt på hestens evne til å ris samlet, noe som er spesielt viktig for dressurhester på høyere nivåer. Steile haser har en større hasevinkel enn 154 (Holmström & Philipsson, 1993) og er et svært uheldig bygningstrekk hos ride- og kjørehester da det fører til kortere steglengde (Vangen, 2009b). Avlsplanen til fjordhest omtaler krokhaset som et uønsket bygningstrekk da det kan føre til spatt (Norsk Hestesenter, 2018b). Eksell et al. (1998) fant tegn på spatt hos 23% av islandshestene inkludert i sin studie (379 hester) og fant videre at krokhaset eksteriør hadde en signifikant sammenheng med økt risiko for spatt. Spatt er definert som en kronisk betennelse i hasens glideledd og vil som oftest føre til kronisk halthet (Velle, 2019). Steile haser og krokhaset eksteriør spiller dermed en viktig rolle for hestens holdbarhet og funksjonalitet og bør derfor inkluderes i et lineært bedømmingsskjema. Steile haser og krokhaset viser begge arvegrader på 0,07 (Tabell 8). Jönsson et al. (2013) fant en tilsvarende arvegrad for steile haser med en arvegrad på 0,04. Samtidig er det rapportert om relativt mye høyere arvegrad av Dolvik & Klemetsdal (1999) som viser en arvegrad på 0,65. Det motsatte gjelder for krokhaset hvor Dolvik & Klemetsdal (1999) beregnet en arvegrad på 0,09, mens Jönsson et al. (2013) rapporterer om en arvegrad på 0,15.

Bygningstrekket sabelbeint viste en økning av forekomster gjennom årene 2001-2018 (Figur 10b) og ut fra forekomstene alene er sabelbeint et svært viktig bygningstrekk å inkludere i et lineært bedømmingsskjema. Avlsplanen til fjordhest omtaler sabelbeinhet som et svært uønsket bygningstrekk da det kan føre til forkneleddsbetennelse (Norsk Hestesenter, 2018b). Sabelbeinhet resulterer i en bakovervendt kurve av underbeinet som fører til økt kompresjon mot kneleddene (Dolvik & Klemetsdal, 1994). Dolvik & Klemetsdal (1994) fant i sin studie at sabelbeint var blant bygningstrekkene med størst sannsynlighet for å utvikle forkneleddsbetennelse, og bekrefter dermed avlsplanens påstand. Sabelbeinhet resulterer i en bakovervendt kurve av underbenet som fører til økt kompresjon mot kneleddene, og sannsynligheten for å utvikle forkneleddsbetennelse er dermed stor (Dolvik & Klemetsdal,

1994). Sabelbeinthet vil derfor ha stor betydning for hestens funksjonalitet, og bør i aller høyeste grad inkluderes i et lineært bedømmingsskjema. Motsatsen til sabelbeint er bukkebeint (aksebrudd som går framover i kneet) (Norsk Hestesenter, 2012). I denne oppgaven ble ikke bukkebeint inkludert som et bygningstrekk grunnet for lav forekomst (Tabell 6). Til tross for dette er likevel viktig å inkludere bukkebeint i et lineært bedømmingsskjema i motsatt ytterpunkt av en skala som sabelbeint. I masteroppgaven til Nikolić (2009) vises det til funn av Holmström et al. (1990) om at bukkebeint er mer vanlig hos elite sportshester enn sabelbeint. De nasjonale rasene avles for ulike egenskaper og kan være en årsak til at forekomsten for bukkebeint er lavere for de nasjonale rasene. I denne oppgaven er arvegraden for sabelbeint beregnet til 0,07 (Tabell 8). Dette er en relativt lav arvegrad og kan sammenlignes med Jönsson et al. (2013) sin arvegrad på 0,04. Dolvik & Klemetsdal (1999) beregnet derimot arvegrad for sabelbeint og fikk en moderat til høy arvegrad på 0,42.

Underskutte drakter, små høver og trange høver er alle hovegenskaper uten forekomster før 2011, med unntak av noen registrerte individer for trange høver i 2006 (Figur 12c, 12d & 12e). Høver ble inkludert som egne egenskaper i 2011 og det ble fra da dermed mer fokus på høver (Turid Helfjord, pers.komm.). Om egenskapen trange høver alt var oppe til diskusjon i 2006 og ble registrert av noen dommere som et prøveprosjekt eller om dette er en registreringsfeil er usikkert. Både små høver og trange høver gir dårligere blodsirkulasjon til resten av beinet (Turid Helfjord, pers.komm.) og både størrelse og fasong er derfor viktig å inkludere i et lineært bedømmingsskjema. Forekomstene av bygningstrekkene bør på sin side overvåkes fremover da de per nå er for lave til å inkluderes i et lineært skjema. Samtidig er det usikkerhet om hvordan disse egenskapene vil utvikle seg de neste årene. Da forekomstene kun vises over 8 år, hvor de øvrige bygningstrekkene viser forekomster over 18 år, er det ikke tilstrekkelig informasjon om forekomstene per i dag. Arvegraden for trange høver er beregnet til 0,01 (Tabell 8), noe som kan sammenlignes med Jönsson et al. (2013) sin beregning av arvegrad på 0,01. I denne oppgaven ble understilte drakter og små høver beregnet arvegrader til 0,02 (Tabell 8). Jönsson et al. (2013) regnet ikke arvegrader for disse bygningstrekkene, men fikk lave arvegrader på 0,01 for de hovegenskapene som ble beregnet (flate og trange høver). Ducro et al. (2009) og van Bergen & van Arendon (1993) beregnet i sine studier arvegrad for hovform og rapporterte om arvegrader på henholdsvis 0,16 og 0,15.

Spede lår og underlår inkluderer flere ord og uttrykk, og inkluderer blant annet uttrykk omhandlende svak muskelsetting i lår og underlår (Tabell 2). Avlsplanen til fjordhest omtaler

i avlsmålet krav om god muskelsetting i lår og underlår (Norsk Hestesenter, 2018b). Lårmusklene er de kraftigste musklene i hestens kropp (Lawrence, 2001) og generelt bør muskelsettingen være glatt og definert (Duberstein, 2012). Underlåret på sin side bør også være bred og definert fra kneleddet og ned rundt underlårets innside og utside (Duberstein, 2012), så vel som at det bør være dypt (Lawrence, 2001). Spede lår og underlår har dårlig muskelsetting enten i lår, underlår eller begge og kan føre til belastningsskader og nedsatt holdbarhet (Turid Helfjord, pers.komm.). Spede lår og underlår vil derfor ha en betydning for hestens funksjonalitet og det er rimelig å inkludere et slikt bygningstrekk i et lineært bedømmingsskjema. Forekomstene gjennom perioden 2001-2018 er viser en jevn og stabil utvikling og kan støtte opp en beslutning om å inkludere bygningstrekket i et lineært skjema og videre holde et øye med forekomstene i tiden som kommer.

Lange underlår er i denne oppgaven registrert som et negativt bygningstrekk. Lengden på underlåret betyr noe for hestens bruksegenskaper (Vangen, 2009b). Et langt underlår vil sikre at hesten får godt feste for musklenes drivkraft i bakbeina og vil dermed være ideelt for sportshester, som lettere ridehester, fullblods (Lawrence, 2001) og andre løpshester (Vangen, 2009b). Korte underlår kan føre til kortere steglengder og er dermed mer ideelt for de tunge trekkhesttypene (Vangen, 2009b). Samtidig er det vist at lengden på underlår har en betydning for hasevinklene. Mostafa et al. (2019) fant at 16% av studiens fullblodshester hadde steile haser, og lengden på underlåret viste en signifikant ($P < 0,05$) reduksjon hos de berørte hestene. Dersom lengden på underlåret fører med seg bygningstrekkene steile haser og krokhaset, vil det av den grunn være viktig å prioritere både lange og korte underlår som hvert sitt ytterpunkt i et lineært skjema. Forekomstene gjennom 18 år er derimot svært lave, og det er dermed ikke sikkert at lengden på underlår trengs å prioriteres. Det er likevel viktig å fange opp individer med ugunstig lengde på underlårene da det indirekte vil få konsekvenser for hestens funksjonalitet.

Aksebrudd tåledd fram og aksebrudd framknær har i denne oppgaven vært hvert sitt bygningstrekk på grunn av lite definerte kommentarer under registreringen av data. Uttrykkene «aksebrudd», «aksebrudd kode» og «aksebrudd framknær» er svært lite definerte uttrykk som ikke burde inkluderes i et lineært bedømmingsskjema. Aksebrudd tåledd fram er inkludert uttrykk som bare «aksebrudd» og «aksebrudd kode». Dersom aksebrudd tåledd fram hadde blitt registrert på en mer korrekt måte ville bygningstrekket hatt hvert sitt ytterpunkt i en lineær skala med «brutt tåakse innover» og «brutt tåakse utover». I tillegg ville aksebrudd kode blitt registrert som tåvid eller tåtrang, avhengig av om bruddet hadde gått innover eller

utover i koden. Med en så lav forekomst som aksebrudd tåledd fram har registrert i denne oppgaven, er det ingen grunn til å inkludere bygningstrekket i et lineært bedømmingsskjema. Likevel ville det vært interessant å se hvilken forekomst bygningstrekkene brutt tåakse innover og brutt tåakse utover hadde fått dersom bygningstrekkene hadde vært korrekt registrert og ut ifra forekomstene for aksebrudd tåledd fram er det derfor svært vanskelig å avgjøre om bygningstrekket burde inkluderes eller ekskluderes fra et slikt skjema. Aksebrudd framknær viser en svært lav forekomst for alle raser gjennom 18 år (Figur 10a) og bør i utgangspunktet ikke inkluderes i et lineært bedømmingsskjema basert på forekomster alene. Aksebrudd framknær er ikke et bygningstrekk. Likevel er det registrert nok antall observasjoner for uttrykket at det i denne oppgaven har opptrådt som et eget bygningstrekk. Dette er et viktig eksempel på at en god beskrivelse av bygningstrekk og skala er viktig. Skulle uttrykket blitt korrekt registrert ville bygningstrekkene x-beint (aksebrudd innover i kneet) og hjulbeint (aksebrudd utover i kneet) blitt brukt (Norsk Hestesenter, 2012). Det ville vært interessant å se disse registreringene gjort korrekt som enten x-beint eller hjulbeint og undersøkt den nye forekomsten. Det er derfor svært vanskelig å avgjøre om bygningstrekkene x-beint og hjulbeint fram burde inkluderes i et lineært bedømmingsskjema, da x-beint per nå viser svært lave forekomster (Figur 10c).

Arvegradene er generelt svært lave (Tabell 8) med et gjennomsnitt på 0,04 for alle arvegradene beregnet. Dette kan sammenlignes med Selle (2010) som beregnet arvegrader for eksteriør, derav beinkvalitet og beinstillinger. Bein som en samlet betegnelse for alle bygningstrekk, ord og uttrykk ble beregnet til å ha en arvegrad på 0,04 (Selle, 2010). Ducro et al. (2009) beregnet arvegraden for beinkvalitet til 0,19. Videre kan arvegradene i denne oppgaven sorteres ut fra frambein og bakbein. Gjennomsnittlig arvegrad for bygningstrekkene tilhørende frambein er 0,05, mens gjennomsnittlig arvegrad for bygningstrekkene tilhørende bakbein er 0,03. Stock & Distl (2006, 2008) regnet arvegrader hvor frambein og bakbein ble brukt som samlede bygningstrekk for alle ord og uttrykk tilhørende fram, og bak. De beregnede arvegradene var henholdsvis 0,09 og 0,10 for begge studiene. Van Bergen & van Arendonk (1993) beregnet også arvegrader for frambein og bakbein som hver sine bygningstrekk hvor data inkludert i bygningstrekkene tilhørte fram- og bakbein sett fra siden. Arvegradene var på henholdsvis 0,21 og 0,07. Videre beregnet også Ducro et al. (2009) på arvegraden for bygningstrekket kalt for eksteriør frambein på 0,16.

At arvegradene er så lave som i denne oppgaven indikerer at informasjonen ikke er tilstrekkelig for beregning av arvegrader. I en vurdering om forbedring av utstillingssystemet

med et lineært bedømmingssystem er dette et viktig poeng, fordi arvegrader er et mål på arvbarhet og i hvilken grad avkom vil kunne arve foreldrenes bygningstrekk (Bourdon, 2014).

I likhet med arvegradene var andelen permanent miljøvarians av den totale fenotypiske variansen svært lave. Det innebærer at den permanente miljøvariansen er relativt lav i forhold til den fenotypiske variansen. Data tyder på at bygningstrekkene i liten grad bli påvirket av permanent miljø. I kombinasjon med de lave arvegradene betyr dette at det hverken er den genetiske variasjonen eller permanent miljøvarians som forklarer største delen av variansen i fenotypene.

De fleste individene stiller på utstilling mellom én og tre ganger i løpet av livet, men enkelte individer har deltatt opp til 8 ganger (Tabell 4). Dette gir grunnlag for gjentatte målinger for enkelte individer, noe som kan gjøre arvegradsberegningene sikrere (Vangen et al, 1994). Gjentaksgarden henger sammen med arvegraden, og er derfor generelt lave (Tabell 8). Dersom gjentaksgarden er under 0,2 ansees den som lav (Bourdon, 2014) Med andre ord er samtlige gjentaksgarden relativt lave, og de høyeste gjentaksgarden på 0,24 vil være svakt moderate. Dette betyr at det er en svak sammenheng mellom de gjentatte målingene, og for å gjøre arvegradsberegningene sikrere er det ønskelig med flere gjentatte målinger med høyere sammenheng (Vangen et al., 1994).

Da modellen ble laget ble det gjort en antagelse om at de faste effektene rase, kjønn, utstillingsår og klasse alle var viktige parametere å inkludere i modellen. F-tester og t-tester tyder på at kjønn, utstillingsår og klasse var signifikante faste effekter for de fleste bygningstrekkene, med noen få unntak. Med andre ord var dette viktige faste effekter å inkludere i modellen. Derimot var den faste effekten rase ikke signifikant for de fleste bygningstrekkene, men kun signifikant for noen få egenskaper. Dette til tross for flere parvise signifikante forskjeller mellom rasene. Rase ble likevel inkludert som fast effekt i modellen for å fange opp mulige raseforskjeller.

F-testen tester flere grupper mot hverandre, der en T-test kun vil teste to grupper mot hverandre. En F-test fungerer dermed som en samlet test som viser om de faste effektene har noen effekt på modellen i store trekk. De kritiske verdiene vil derfor opptre strengere og dermed fungere som en gjennomsnittlig t-test. Det et bygningstrekk i t-testen visen én signifikant rasekombinasjon, mot to ikke-signifikante faste effekter var få forekomster for de fleste bygningstrekkene. Få observasjoner øker standardfeilen til estimerte faste effekter, noe som øker den statistiske usikkerheten. Høyere standardfeil vil gi lavere testobservator og

dermed øke sannsynligheten for at nullhypotesen, det vil si ingen faste effekter, ikke kan forkastes.

Alle dommere går gjennom den samme utdanningen, og det forutsettes at disse forsøker å være så objektive som mulig. Likevel er dommere mennesker som vil kunne påvirkes av subjektive oppfatninger og dermed dømme ulikt både mellom hverandre og over tid. Det finnes heller ingen klar instruks på hvordan dommerne skal foreta bedømmingene og hva som skal registreres og ikke. Van Bergen & van Arendonk (1993) utførte en studie på shetlandsponnier i Nederland hvor individene ble bedømt av tre forskjellige dommere. For alle egenskapene som ble bedømt i studien ble det funnet en signifikant forskjell mellom alle dommerne ($p < 0,05$), altså var det forskjell i bedømmingene mellom dommerne.

Noen dommere er fysisk borte og kjenner på hesten og registrerer fyllinger og overbein, mens andre kun registrerer hva de ser på avstand. I denne oppgaven viste det seg at hvilken utstilling hesten stilte på spilte en stor rolle for resultatene. Under dataregistreringen ble det oppdaget enkelte utstillinger med svært gode resultater for bein hvor kommentarene kun var «føre og bra bein» som på dommerspråket betyr at beina er bra. Det ville vært interessant og sett om dette faktisk var fordi hestene på disse utstillingene faktisk hadde bra bein eller om registreringene av bein i disse tilfellene ikke var blitt gjort nøye nok. Etter å ha registrert de samme hestene i senere år, men på flere andre utstillinger ble det oppdaget at disse hestene hadde flere bygningstrekk som ikke var registrert ved tidligere nevnte utstilling. Samme hest hadde ofte samme bygningstrekk flere år på rad ved samme utstilling, med ble omtalt med «bra bein» ved en annen. Noen bygningstrekk vil kanskje utvikles over år på grunn av hest i vekst.

Det er svært viktig at dommerne forstår karakterskalaen de jobber med, noe som krever grundig opplæring av dommerne. Både personlige synspunkter og erfaringer, samt at noen dommere aldri bruker ytterpunktene av karakterskalaen er viktige faktorer for bedømningsfeil (Rudner, 1992). For å veilede dommerne i hvilke egenskaper som burde prioriteres i en bedømming og hva som er viktige egenskaper for videre avlsarbeid bør det gis en grundig beskrivelse av skalaen. Det vil også være behov for opplæring i forståelse av skalaen hvor dommerne også vil lære beskrivelsene av hver karakter slik at de med opplæringen kan begynne å ta i bruk hele karakterskalaen. En slik type opplæring vil være fordelaktig for validiteten og påliteligheten av resultatene.

I en studie av Druml et al. (2015) ble enigheten mellom seks dommere målt. Det ble gjennom opplæring fokusert på definisjoner av egenskaper og bruk av skala. Resultatene ble beregnet til å ha en korrelasjon mellom 0,16 og 0,53, noe som betyr at enigheten mellom dommerne kun var lav-moderat. Forskjellen mellom dommerne i definisjoner av egenskaper skyldes individuell vektlegging og forskjellen i bruk av skalaen skyldes utdanning og erfaring (Druml et al., 2015). Videre fant de en forskjell i gjennomsnitt mellom dommerne noe som gjenspeiler dommernes personlige vektlegging av egenskaper, derimot forskjellene funnet i skalaen er en effekt av opplæring og erfaring. Dommereffekten er vanskelig å fange opp da variasjonen av hestene og variasjonen av dommerne slås sammen under utstilling (Druml et al., 2015). I tillegg fungerer ikke dagens dommerteam og eventuelle dommereffekter kan glemmes bort ved at dommerne diskuterer seg frem til en felles vurdering av hvert individ. En løsning på dette kan være at alle dommerne i teamet gir hver sin bedømming og deretter tar et gjennomsnitt som danner den endelige vurderingen av et individ. I tillegg bør det føres en oversikt over hvilke dommere som dømmer hvert individ, slik at dommereffekten lettere kan fanges opp og vurderes. For å danne bedre datastruktur bør hver observasjon være tilknyttet en unik utstillingsID, som ikke bare inneholder informasjon om utstillingssted og år, men også inkluderer informasjon om dommere.

Dagens eksteriørvurdering bedømmes ut fra en skala fra 1 til 10 i tillegg til at dommerne kan skrive kommentarer knyttet til karakterene (Olsen et al., 2005). Det finnes ingen detaljbeskrivelse av de ulike karakterene på skalaen, og kombinert med muligheten til å benytte fritekst til å beskrive egenskapene gis det rom for mange udefinerte uttrykk og subjektivitet i bedømmingene. En slik bedømming utføres ved at hestene bedømmes av flere dommere basert på dommernes personlige inntrykk av hestens utseende. Eksteriørbedømming vurderes på samme måte internasjonalt og dommernes personlige preferanser spiller en stor rolle i vurderingen, noe som er to svært viktige ulemper ved denne bedømmingsmetoden (Rustin et al., 2009). Dette fører til at resultatene ikke blir konsekvente mellom dommere eller over tid. Når eksteriør bedømmes subjektivt, vil det inkludere mange egenskaper som ikke kan måles med kvantitative metoder (Holmström & Philipsson, 1993).

For å korrigere dommernes subjektivitet og som et hjelpemiddel for objektiv bedømming bør det tas i bruk et bedømmingsskjema som tar for seg prioriterte og standardiserte egenskaper. I tillegg bør egenskapene bedømmes på en lineær skala hvor dommerne må krysse av og gradere forhåndsoppgitte standardiserte egenskaper. Et slikt standardisert skjema på en lineær skala vil kunne gi mer objektive bedømminger samtidig som at resultatene vil bli mer

pålitelige (Olsen & Klemetsdal, 2019). I tillegg vil et slikt skjema fjerne muligheten for fritekst og dermed bidra til mer objektiv bedømming. På et lineært bedømmingsskjema vil hver egenskap bli scoret ut fra en lineær skala mellom to ytterpunkter (Rustin et al., 2009). Et godt eksempel er bygningstrekkene tåvid fram og tåtrang fram. En kan dermed se for seg en skala fra 1 til 10 hvor tåvid fram og tåtrang fram er plassert på hvert sitt ytterpunkt av skalaen (tåvid = 1 og tåtrang = 10). En hest som er helt korrekt, vil i dette tilfelle få karakter 5. Ved å ta i bruk en slik lineær bedømming og ved å bedømme hver egenskap for seg vil forskjellene mellom individer vises i større grad. Dermed kan også egenskapene lettere analyseres ved hjelp av en lineær mixed-modell som i dag er den modellen som brukes ved estimering av avlsverdier (Rustin et al., 2009). Ved å innføre et standardisert skjema med en lineær skala vil ikke bare subjektiviteten korrigeres for, men også estimering av avlsverdier og arvegrader kan bli sikrere.

På den annen side vil dommerne kunne fange opp egenskaper som ikke står i et standardisert skjema ved bruk av fritekst og en ubeskrevet skala. Dommerne vil ved bruk av egen erfaring og kunnskap kunne vurdere relevante egenskaper på en slik måte som gjenspeiler individet som bedømmes (Duensing et al., 2014). Ved å inkludere kommentarer i form av fritekst vil dommerne kunne dekke et bredere utvalg av egenskaper og samtidig utdype sine vurderinger av hvert individ. Likevel vil et standardisert skjema ivareta de prioriterte egenskapene som vektlegges i det videre avlsarbeidet, da det vil være behov for en klar beskrivelse i avlsarbeidet.

Selle (2010) undersøkte i sin masteroppgave hvordan dommerne benyttet karakterskalaen i en eksteriørbedømming. I karakterskalaen brukt for beinkvalitet og beinstillinger er 4 gitt som laveste karakter, mens 9 er den høyeste registrerte karakteren. For rasetype og preg, kroppsbygning og muskulatur og bevegelser er 4 laveste karakter for rasetype og preg, mens 10 kun har noen få registreringer for rasetype og preg og bevegelser. Forekomsten av karakterer under 5 som ble gitt (inkludert bruksprøvekarakterer) var så lav som 0,3% (Selle, 2010). Ut fra disse tallene kan det se ut til at de stilte individene er svært gode. Siden kun øvre del av skalaen benyttes, kan det spekuleres i om dette skyldes et sterkt ønske om å beholde nåværende deltagere og en frykt for at folk ikke lenger ønsker å stille dersom de får lave karakterer.

5. Konklusjon

Resultatene i denne oppgaven viser at utstillingssystemet har behov for en modernisering. Lave arvegrader er et resultat av lite definerte bygningstrekk og at egenskapen for bein er et sammensatt uttrykk som skal dekke mange ulike bygningstrekk. Informasjonen hentet ut fra fritekstbeskrivelsene spriker i form av mange ulike ord og uttrykk som trenger en grundig definisjon. Innføring av et lineært bedømmingsskjema vil bidra til å skape et mer robust system og øke kvaliteten på registreringene av egenskaper i avlsmålet som dermed vil gi sikrere arvegrader. I arbeidet med utviklingen av et lineært skjema bør det legges vekt på bygningstrekk som påvirker hestens funksjonalitet og tidligere registrerte forekomster.

6. Referanser

- Borchgrevink, O. (1906). *Stambog over Heste af Gudbrandsdalsk rase – Bind III hopper født til og med aaret 1900*. Kristiania: Grøndahl & Søn.
- Bourdon, R. (2014). *Understanding Animal Breeding* (2. utgave). Essex: Pearson Education Limited.
- Dahle, H. K. (2009). *Der hester og hestefolk møtes*. I: Dahle, H.K. (red.) *Hesten i vår tid*, s 187-209. Oslo: Tun Forlag.
- Dahle, H. K. & Vangen, O. (2009). *Fra stambok til avlsplan*. I: Dahle, H. K. (red.) *Hesten i vår tid*, s 233-247. Oslo: Tun Forlag.
- Dahle, H. L., Nybråten, H., Gramstad, A. & Sårheim, I. (2004). *Fjordhest – en brukshåndbok*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Dolvik, N. I. & Klemetsdal, G. (1994). Arthritis in the carpal joints of Norwegian trotter – heritability, effects of inbreeding and conformation. *Livestock Production Science*, 39 (3): 283-290. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90208-9](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90208-9)
- Dolvik, N. I. & Klemetsdal, G. (1999). Conformational Traits of Norwegian Cold-blooded Trotters: Heritability and the Relationship with Performance. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 49 (3): 156-162. <https://doi.org/10.1080/090647099424060>
- Druml, T., Dobretsberger, M. & Brem, G. (2015). The use of novel phenotyping methods for validation of equine conformation scoring results. *The Animal Consortium* 6 (9): 928-937. <https://doi.org/10.1017/S1751731114003309>
- Duberstein, K. J. (2012). *Evaluating Horse Conformation*. Cooperative extension: The University of Georgia. 10 s.
- Ducro, B. J., Bovenhuis, H. & Back, W. (2009). Heritability of foot conformation and its relationship to sports performance in a Dutch Warmblood horse population. *Equine Veterinary Journal*, 41 (2), 139-143. <https://doi.org/10.2746/042516409X366130>
- Duensing, J., Stock, K. F. & Krieter, J. (2014). Implementation and Prospects of Linear Profiling in the Warmblood Horse. *Journal of Equine Veterinary Science* 34: 360-368. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.09.002>

- Eksell, P., Axelsson, M., Brostrom, H., Roneus, B., Haggstrom, J. & Carlsten, J. (1998). Prevalence and risk factors of bone spavin in Icelandic horses in Sweden: A radiographic field study. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 39 (3): 339-348.
- Forskrift om identifikasjon av hestedyr. (2010). Forskrift om identifikasjon av dyr i hestefamilien. (FOR-2017-05-24-676). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-04-28-631>
- Holmström, M. & Philipsson, J. (1993). Relationships between conformation, performance and health in 4-year-old Swedish Warmblood Riding Horses. *Livestock Production Science*, 33 (3-4): 293-312. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90009-7](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90009-7)
- Jönsson, L., Näsholm, A., Roepstorff, L., Egenvall, A., Dalin, G. & Philipsson, J. (2013). Conformation traits and their genetic and phenotypic associations with health status in young Swedish warmblood riding horses. I: Jönsson, L. (2013). *Orthopeaedic Health, Conformation and Longevity in Riding Horses: a genetic and phenotypic study* (Doctoral thesis). Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Landslaget for Dølahest. (u.å.). Om oss. Lest 04.11.2019. Hentet fra <http://www.dolehesten.no/index.php/om-oss>
- Lawrence, L. A. (2001). *Horse Conformation Analysis*. Cooperative extension: Washington State University. 10 s.
- Mostafa, M., Senna, N., Abu-Seida, A. & Elemmawy, Y. (2019). Evaluation of Abnormal Limb Conformation in Jumping Thoroughbred Horses. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 70 (2): 1533-1540. <https://doi.org/10.12681/jhvms.20859>
- Nestaas, T. (2010). *Fjordhesten gjennom tidene*. Nordfjordeid: Norges Fjordhestlag.
- Nikolić, D. (2009). *Inherited disorders and their management in some European warmblood sport horse breeds*. Uppsala: Masteroppgaveoppgave i Animal Breeding and Genetics – Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 2009. 83 s.
- Norges Fjordhestlag. (u.å.). Norges Fjordhestlag. Lest 16.01.2020. Hentet fra <https://fjordhest.net/blogg/norges-fjordhestlag/>

Norsk Genressurssenter. (2019). Grad av truethet for de nasjonale rasene. Lest 12.03.2020. Hentet fra <https://www.nibio.no/tema/mat/husdyrgenetiske-ressurser/status-for-norske-husdyrraser/grad-av-truethet-for-de-nasjonale-rasene>

Norsk Hestesenter. (2011) *Handlingsplan for nasjonale hesteraser 2011-2020*. 32 s.

Norsk Hestesenter. [2012]. *Hestens eksteriør* [Brosjyre].

Norsk Hestesenter. (2016). *Avlsplan for dølahest*. Lest 04.11.2019. Hentet fra https://drive.google.com/file/d/1t9VMIVeXWYt8q5S_8LIG0XrEcP1iahY-/view

Norsk Hestesenter. (2018a). *Nøkkeltall om de nasjonale hesterasene - rapport for 2018*. 27 s.

Norsk Hestesenter. (2018b). *Avlsplan for den norske fjordhesten*. Lest 10.12.2019. Hentet fra http://fjordhest.net/blogg/wp-content/uploads/2018/03/Avlsplan_Fjordhest_2018.pdf

Norsk Hestesenter. (2018c). *Avlsplan for nordlandshest/lyngshest*. Lest 05.11.2019. Hentet fra <http://rimfakse.no/getfile.php/4122414.2559.qs7lqpktdwkjajj/Avlsplan+nordlandshest-lyngshest+310118.pdf>

Norsk Hestesenter. (u.å.-a). Nasjonale hesteraser. Lest 11.12.2019. Hentet fra <https://www.nhest.no/nasjonale-hesteraser.475247.no.html>

Norsk Hestesenter. (u.å.-b). Stifterorganisasjonene. Lest: 07.02.2020. Hentet fra <https://www.nhest.no/stifterorganisasjonene.476713.no.html>

Norsk Hestesenter. (u.å.-c). Nasjonalt senter for dølahest. Lest: 07.02.2020. Hentet fra <https://www.nhest.no/doelahestsenter.475249.no.html>

Norsk Hestesenter. (u.å.-d). Avlsplaner. Lest 07.02.2020. Hentet fra <https://www.nhest.no/avlsplaner.475248.no.html>

Norsk Hestesenter. (u.å.-e). Nordlandshest/lyngshest. Lest 08.11.2019. Hentet fra <https://www.nhest.no/nordlandshest-lyngshest.476360.no.html>

Norsk Hestesenter (u.å.-f). Regler for offisielle hesteutstillinger i regi av Norsk Hestesenter. Lest 13.10.2019. Hentet fra <https://www.nhest.no/getfile.php/4412884.2562.ajsapwstswmitu/Utstillingsreglement+2019.pdf>

- Olsen, H. F. & Klemetsdal, G. (2010). Management to ensure effective population size in a breeding programme for the small Norwegian horse breeds – a simulation study. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 60 (1): 60-63. <https://doi.org/10.1080/09064700903567799>
- Olsen, H. F. & Klemetsdal, G. (2019). Validation of a temperament test in the Norwegian horse breeds. *Applied Animal Behavior Science* 219. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104836>
- Olsen, H. F., Klemetsdal, G., Ruane, J. & Helfjord, T. (2010). Pedigree structure and genetic variation in the two endangered Norwegian horse breeds: Døle and Nordland/Lyngen. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 60 (1), 13-22. <https://doi.org/10.1080/09064701003639884>
- Olsen, H. F., Tenhunen, S., Dolvik, N. I., Våge, D. I. & Klemetsdal, G. (2020). Segment-based coancestry, additive relationship and genetic variance within and between the Norwegian and the Swedish Fjord horse populations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064702.2019.1711155>
- Olsen, H.F., Klemetsdal, G., Bakken, M., Dolvik, N.I., Flaas, J., Karlsen, K., Kvam, T. (2005). *Utredning av pilotprosjekt med avlsutstillinger på nordlandshest/lyngshest*. Prosjektrapport, Norsk Hestesenter, 35 s.
- Proff – The Business Finder. (u.å.). Nasjonalt senter for nordlandshest/lyngshest. Lest: 07.02.2020. Hentet fra <https://www.proff.no/selskap/nasjonalt-senter-for-nordlandshest-lyngshest-as/moen/jordbruk/IFR9HNG100F/>
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold – Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*, (3. utgave), Bergen: Fagbokforlaget.
- Rudner, L. M. (1992). Reducing Errors Due to the Use of Judges. *Practical Assessment, Research & Evaluation* 3 (3). <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=3&n=3>.
- Rustin, M., Janssens, S., Buys, N. & Gengler, N. (2009). Multi-trait animal model estimation of genetic parameters for linear type and gaits in the Belgian warmblood horse. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 126 (5), 378-386. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2008.00798.x>
- Statens Stambokkontor. (1936). *Stambok over Hester av Gudbrandsdalsk rase (Østlandshesten) – Bind XXIV hingster født til og med året 1932*. Oslo: Grøndahl & Søn.

- Stock, K. F. & Distl, O. (2006). Genetic correlations between conformation traits and radiographic findings in the limbs of German Warmblood riding horses. *Genetics Selection Evolution*, 38. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-38-6-657>
- Stock, K. F. & Distl, O. (2008). Multiple-trait selection for radiographic health of the limbs, conformation and performance in Warmblood riding horses. *The Animal Consortium*, 2 (12), 1724-1732. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003091>
- Selle, T. (2010). *Genetisk analyse av utstillingsresultat for de norske hesterasene dølahest, fjordhest og nordlandshest/lyngshest*. Ås: Masteroppgave i Husdyrvitenskap – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås, 2010. 62 s.
- van Bergen, H. M. J. M. & van Arendonk, J. A. M. (1993). Genetic parameters for linear type traits in Shetland Ponies. *Livestock Production Science*, 36 (3), 273-284. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90058-P](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90058-P)
- Vangen, O. (2009a). De nasjonale hesterasene. I: *Hest og Hestehold: lærebok for Vg2 programområde Hest- og hovslagerfaget*, s. 65-75. Oslo: Tun forlag.
- Vangen, O. (2009b). *Eksteriør*. I: Bakken, Ø., Bøhn, E. C., Heidenberg, T., Kvævelsrud, T., Næsset, J. A. & Vangen, O. (2009). *Hest og hestehold: lærebok for Vg2 programområde Hest- og hovslagerfaget*, s. 23-26. Oslo: Tun Forlag.
- Vangen, O. (2009c). Fransk beinstilling. Lest 25.02.2020. Hentet fra https://snl.no/fransk_benstilling
- Vangen, O. (2016a, 22. august). Dølehest. Lest 04.11.2019. Hentet fra <https://snl.no/dølehest>
- Vangen, O. (2016b, 22. august). Fjordhest. Lest 08.11.2019. Hentet fra <https://snl.no/fjordhest>
- Vangen, O. (2017, 24. februar). Nordlandshest/lyngshest. Lest 05.11.2019. Hentet fra <https://snl.no/nordlandshest/lyngshest>
- Vangen, O. (2019, 11. april). Finsk hest. Lest 05.11.2019. Hentet fra https://snl.no/finsk_hest
- Vangen, O. & Kvam, T. (2009). *De nasjonale hesterasene*. I: Dahle, H. K. (red.) *Hesten i vår tid*, s. 73-89. Oslo: Tun Forlag.
- Vangen, O., Steine, T., Olesen, I. & Hårdnes, T. (1994). *Avslære*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Vatne, E. (1994). *Lyngshesten – Historie og kultur i nord*. Samuelsberg: Bjørkmanns trykkeri.

Velle, W. M. (2019, 22. juli). Spatt. Lest 04.03.2020. Hentet fra <https://snl.no/spatt>

Wallin, L., Strandberg, E. & Philipsson, J. (2001). Phenotypic relationship between test results of Swedish Warmblood horses as 4-year-olds and longevity. *Livestock Production Science*, 68 (2-3), 97-105. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00244-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00244-X)

7. Personlige kilder

Gunnar Klemetsdal. *Professor i husdyravl. Norges miljø- og biovitenskaplige universitet*

Turid Helfjord. *Ansatt ved avlsavdelingen, Norsk Hestesenter med ansvar for dommerutdanningen*

Siri Furre. *Seniorrådgiver avl ved Norsk Hestesenter*



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway