



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp
Fakultet for biovitenskap

Genetisk analyse av egenskaper fra eksteriørbedømmelse av islandshest på unghestskue og senere utstillinger.

Genetic analysis of conformation traits of Icelandic horses in a young vs later age.

Karianne Fredenlund
Husdyrvitenskap

Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen på fem års studie ved husdyrvitenskap ved NMBU. Arbeidet har vært krevende og givende på samme tid. Tiden som student har de siste årene vært preget av koronapandemien, men heldigvis åpnet samfunnet opp nok til at jeg kunne tilbringe mitt siste semester på campus.

Først og fremst vil jeg rette en stor takk til min veileder Peer Berg. Tusen takk for at døren til kontoret ditt alltid sto åpen. På utrolig vis skapte du et trygt rom for alle spørsmål og en arbeidsrelasjon som gjorde at jeg aldri følte meg alene. Tusen takk for tålmodigheten og for all hjelp.

Tusen takk til Norsk Islandshestforening, spesielt Nils Ole Gilde. Tusen takk for all hjelp med å lete frem manglende informasjon og for at du har besvart alle spørsmålene mine så godt det har latt seg gjøre.

Tusen takk til Max, for at du bare vil mitt beste og for at jeg alltid kan lene meg på deg når jeg trenger det. Takk for hjelp med statistikken og korrekturlesing.

Jeg vil takke Grethe, Binna, Thea, Anne, Oda og Hilda for all hjelp, korrekturlesing, tålmodighet og støtte. Takk for at dere gjorde tiden på Ås helt uforglemmelig. Det hadde ikke blitt masteroppgave uten dere.

Verdens beste stallgjeng på Lillebru Gård fortjener også en takk. Tusen takk for alle fine minner.

Til slutt vil jeg si takk til familien min. Tusen takk for deres utrolige engasjement i min hverdag og mine interesser. Studietiden hadde ikke blitt det samme uten deres støtte og hjelp.

Karianne Fredenlund

16.05.2022

Norges miljø og biovitenskapelige universitet

Fakultet for biovitenskap

Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap

Sammendrag

Denne oppgaven ble formulert etter et ønske fra Norsk Islandshestforening. Hovedmålet med studien var å undersøke om noen av hestene som møtte unghestskue i 2009 – 2011 hadde blitt stilt ut flere ganger, og om det var forskjell i bedømmelsene av de eksteriøre egenskapene. Dette ble gjort ved å regne på genetiske korrelasjoner mellom egenskapene. Egenskapene som ble bedømt var hode, hals/manke/skulder, rygg/kryss, proporsjoner, benkvalitet, benstilling, høver, samt man/hale. Den generelle hypotesen var noe genetisk korrelasjon mellom egenskapene på tidlig og sent nivå. Datasettet besto av 420 registreringer fordelt på 350 individer. Slektskapsfilen ble basert på data fra den digitale stamboka Worldfengur, og besto av 2 732 dyr. 39 hester ble stilt ut flere ganger på tvers av de tre årene og 109 hester ble funnet til å være stilt ut flere ganger utenom unghestskuene.. Resultatene viste høy andel av karakterene 7.5 og 8 på unghestskuene alle tre årene. Det var ingen tilfeller av karakterene 5, 5.5 eller 10. Det ble funnet høye verdier for arvegrader, mellom 0.44 og 1. De genetiske korrelasjonene var hovedsakelig positive for de åtte egenskapene. På den annen side var det høye verdier for standardfeil, som indikerte stor feilmargin og usikre tall. Det ble konkludert med at det var behov for mer data for å kunne øke sikkerheten i analysen.

Abstract

The main goal of the study was to investigate if any of the horses that were registered at the exhibitions for young horses in 2009 – 2011 had been shown in later years. The plan was to investigate if there were differences between the grades from the conformation assessment. This was done by calculating genetic correlations between the traits. The general hypothesis was that there would be genetic correlations between the traits of early vs. late age. The dataset consisted of 420 registrations distributed among 350 individuals. The pedigree file was based on data from the digital studbook Worldfengur and consisted of 2 732 animals. 39 horses were shown several times across the three years and 109 horses was found to be shown several times in later years. The traits that were assessed was head, neck/withers/shoulder, back/hindquarters, proportions, leg quality, leg stance, hooves and mane/tail. The results showed a high share of the grades 7.5 and 8 at all the exhibitions for young horses. There were no cases of the grades 5, 5.5 or 10. Further on, the traits had high heritabilities (0.64 -1) and generally high genetic correlations (-0.75 – 0.89). High values for the standard errors of the correlations indicated that the margin of error was large, and hence showed uncertainty around the correlations. In conclusion, the analysis needed more data to be able to confirm the results.

Innhold

Forord.....	i
Sammendrag	iii
Abstract.....	v
1 Introduksjon	1
1.2 Avlsplan og egenskaper	2
1.3 Genetiske korrelasjoner	3
1.4 Problemstilling	4
2 Material og metode	5
2.1 Hester stilt ut flere ganger	8
2.2 Dataanalyse	9
2.2.1 Modell.....	9
2.2.2 Beregning av arvegrader.....	10
2.2.3 Slektskapsfil.....	10
3 Resultater	11
3.1 Fordeling av karakterer på unghestskue (H1).....	11
3.2 Sammenligning av karakterer for tidlig og sent nivå (H2)	13
3.3 Resultater fra DMU (H3)	15
3.3.1 Arvegrader	16
3.3.2 Genetiske korrelasjoner.....	17
4 Diskusjon	18
4.1 Oppsummering av resultater.....	18
4.2 Resultatene i denne oppgaven i forhold til tidligere studier	19
4.2.1 Fordeling av karakterer på unghestskue (H1)	19
4.2.2 Antall ganger hver karakter ble gitt på tidlig og sent nivå (H2)	19
4.2.3 Arvegrader (H3).....	20
4.2.4 Genetiske korrelasjoner (H3)	21
4.3 Begrensninger med studien.....	21
4.4 Videre forskning.....	22
5 Konklusjon	22
6 Referanser	23

1 Introduksjon

Island ble bosatt på 800-tallet og islandshesten har gjennom historien spilt en viktig rolle turisme og hobby, men også til transport og frakt (Averbruck et al., 2019). Det er en allsidig rase som er utbredt over hele verden (Hendricks, 1995). Rasen er også populær i Norge, og i 2020 var det registrert om lag 5000 individer i Norsk Islandshestforening (Norsk Islandshestforening, 2020). De vanligste fargene hestene kan ha er rød og mørkebrun (Hendricks, 1995; Stefánsdóttir & Gunnarsson, 2021). På Island har rasen vært genetisk isolert i rundt 1000 år og en hest som først blir eksportert fra øya kan ikke komme tilbake. Det betyr at det ikke har vært noen genetisk innblanding fra andre raser og avlsarbeidet krever nøye oppfølging (Campana et al., 2012).

I 1969 startet en gruppe entusiaster organisasjonen FEIF (Föderation Europäischer Islandspferde Freunde) i Tyskland og med det etablerte islandshesten seg i Europa (FEIF, u-å-a). FEIF har i dag 22 medlemsland fra hele verden. Hovedmålet deres er å forene medlemslandene i sin lidenskap for en sunn rase, god dyrevelferd, samt kontinuerlig øke standarden på stevner og utstillinger (FEIF, u-å-a). Norsk islandshestforening (NIHF) ble stiftet i 1970 og registreringen av islandshest startet i 1971 (Norsk Islandshestforening, u-å-a; Norsk Islandshestforening, u-å-b). I dag består foreningen av 32 lokallag som fordeler seg over hele landet. Klubbene arrangerer blant annet stevner, utdanner dommere og står for avlsutstillinger.

Den første utstillingen av hest i Norge var i 1859, så den norske tradisjonen for fremvisning av hest er lang (Norsk Hestesenter, 2020; Vangen, 2009a). De første islandshestene kom til Norge i 1959 (Norsk Islandshestforening, u-å-c). I mai 1971 ble den første hingstekåringen for islandshest arrangert i Telemark. Et år senere ble det avholdt utstilling på Øksnevad og da var det åpent for at hoppene også kunne delta (Norsk Islandshestforening, u-å-b). I 2000 utviklet FEIF den digitale stamboka Worldfengur i samarbeid med islandske myndigheter og året etter åpnet Worldfengur for generelt bruk (FEIF, u-å-b). I mars 2021 var det registrert rundt 515 000 hester i databasen og hvert år legges det til 15 000 nye hester (FEIF, u-å-b). Hver hest ligger inne med et unikt ID-nummer fra FEIF, samt generell informasjon om individet selv, stamtavle, avkom og utstillingsresultater.

1.2 Avlsplan og egenskaper

Husdyravl er organisert planlegging av videreføring av en husdyrpopulasjon, med den hensikt at de best egnede dyrene skal formere seg (Klemetsdal, 2017a). Utstilling og fenotyperegistrering av individene er den viktigste kilden til seleksjon av avlsdyr. Avlsplanen, som NIHF har utviklet etter FEIF sitt regelverk for avl av islandshest, gir retningslinjer for rasebeskrivelse og regler som gjelder for avl (Norsk Islandshestforening, 2020).

Islandshesten skal fremstå rolig og samarbeidsvillig, modig og tillitsvekkende i sin oppførsel (Hendricks, 1995). Den skal bevege seg energisk, men fattet og ha god takt i alle gangarter. I tillegg til de tre grunngangartene skritt, trav og galopp kan islandshesten inneha enten en eller to gangarter ekstra, tølt og pass. Dersom hesten mestrer tølt i tillegg til de tre grunngangartene kalles den 4-gjenger og hvis den mestrer både tølt og pass kalles den 5-gjenger (Albertsdóttir et al., 2007).

Rideegenskapene vektet 65 % i dagens avlsmål og hesten vurderes etter åtte ulike delmomenter. De fem gangartene blir vektet prosentvis, sammen med delmomentene vilje/lynne og form under rytter. Skritt og tølt skal være firtaktig og jevn i steget. Firtaktig betyr at hesten setter alle fire bein i underlaget på forskjellig tidspunkt. Trav og pass er totaktige gangarter, der hesten setter to og to bein i bakken samtidig. Begge disse gangartene skal være taksikre og ha smidige bevegelser (Norsk Islandshestforening, 2020). Passen skal være kjapp, mens traven skal flyte uanstrengt og lett. Galopp er tretaktig, og skal være kraftfull, men lett i bevegelsene (Norsk Islandshestforening, 2020).

De resterende 35 % av avlsmålet utgjøres av de eksteriøre egenskapene. Hesten vurderes her etter åtte ulike delmomenter; hode, hals/manke/skuldre, rygg/kryss, proporsjoner, beinkvalitet, beinstilling, samt høver og man og hale. Alle vektet prosentvis ulikt i avlsmålet. Proporsjoner og hals, skuldre og bog vektet mest med henholdsvis 7 og 8. Lavest er man og hale med 1.5, samt beinstilling og hode med 2. Hode skal være fint, med vel ansatte ører og store, våkne øyne (Norsk Islandshestforening, 2020). Hals, manke og skuldre skal være smidig, med høy og lang manke og smal overgang mellom halsen og hode. Ryggen og krysset skal ha god bæreevne og være godt muskelsatt. Proporsjonene skal være helhetlig og skape et imponerende inntrykk. Beinstilling skal være rett og høvene skal være sunne og sterke (Norsk Islandshestforening, 2020). Man og hale skal være jevnt utvokst og skape et elegant inntrykk av hesten.

1.3 Genetiske korrelasjoner

Genetisk korrelasjon forekommer hvis det er sammenheng mellom avlsverdien til to ulike egenskaper (Klemetsdal, 2017b; Voje, 2021). Det forårsakes av pleiotropi, som antyder at det samme genet har effekt på flere ulike egenskaper (Falconer & Mackay, 1996). Det brukes blant annet til å beskrive samme egenskap på ulike individer, eller forskjellige egenskaper på samme individ (Hill, 2013). I denne oppgaven skal det brukes til å beskrive egenskaper på samme individ over tid. Korrelasjoner kan være mellom -1 og $+1$. Hvis korrelasjonen er null, er det ingen sammenheng mellom egenskapene. Hvis den er positiv betyr det at økning av den ene egenskapen indikerer økning av den andre egenskapen. Hvis den er negativ, indikerer det at utvikling av en egenskap fører til reduksjon av en annen.

Når en hest møter på utstilling er det flere faktorer som spiller inn på hvilken karakter den oppnår. Der en ung hest med lite livserfaring har styrke i sin genetikk og stamtavle, vil en eldre hest ha styrke andre steder. En eldre hest kan ha utviklet sin evne til å håndtere stress, trening og nye situasjoner på et høyere nivå enn den unge hesten. En islandshest blir normalt ridd inn når den er mellom fire og fem år og vil etter det begynne å utvikle seg enda mer fysisk (Björnsdóttir et al., 2000).

Tidligere forskning viser at det har vært fokus på kombinasjonen av eksteriøre egenskaper og rideegenskaper. Blant annet tok en studie fra 2008 for seg forholdet mellom avlsegenskaper og egenskaper målt på konkurranse, for å undersøke om konkurranseegenskapene kunne bidra i den genetiske analysen av islandshest (Albertsdóttir et al., 2008). Forskergruppen fant hovedsakelig positive genetiske korrelasjoner for de eksteriøre egenskapene. Resultatene viste at arvegradene for avlsegenskapene varierte fra 0.2 til 0.7. (Albertsdóttir et al., 2008). Arvegrad kan defineres som den andelen av fenotypisk varians som skyldes genetikk (Falconer & Mackay, 1996). Det er alltid et tall mellom 0 og 1.

Denne oppgaven vil kunne bidra med informasjon om forholdet mellom eksteriøre egenskaper ved ulike aldre på samme individ. Det kan være viktig for avlsplanleggingen og seleksjon av riktige dyr. Seleksjonsintensiteten er høyest blant hingstene, ettersom disse har størst innvirkning i avlen. Videre åpner oppgaven opp for diskusjon rundt spørsmålet om hestene som bedømmes godt i ung alder vil bli bedømt like godt når de blir eldre.

1.4 Problemstilling

Etter samtaler med Norsk Islandshestforening kom det fram et ønske om å gjøre en vurdering av data fra unghestskue. I denne oppgaven vil det bli kartlagt hester som har møtt på unghestskue og stilt ut i senere tid. Formålet er å vurdere om seleksjon for eksteriør fra tidlig utstilling resulterer i fremgang for eksteriør ved senere utstilling. Dette vil bli gjort ved å regne på genetiske korrelasjoner mellom egenskapene i tidlig og sen alder.

Den generelle hypotesen er at det vil være genetisk korrelasjon mellom egenskapene. Basert på den generelle hypotesen predikeres det:

H1) Variasjon i spredning langs karakterskalaen på unghestskuene i 2009, 2010 og 2011.

H2) Forskjell i antall karakterer gitt for to forskjellige egenskaper mellom tidlig og sent nivå.

H3) Arvegrader over 0.5 for alle egenskaper og positive korrelasjoner mellom alle egenskapene på tidlig og sent nivå.

2 Material og metode

Data ble hentet hos Norsk Islandshestforening og inneholdt dommerskjemaer fra unghestskuene i 2009, 2010 og 2011. Det var totalt 420 hester som ble registrert på unghestskue over de tre årene. Fordelingen av antall hester stilt ut hvilke år hestene ble presentert i tabell 1. Det var 172 hester i 2009, 113 hester i 2010 og 135 hester i 2011. Kjønnfordelingen er også presentert i tabellen. Det fordelte seg på 179 hingster, 231 hopper og 6 vallaker (Tabell 1). En enkelt strek i feltet indikerte at det ikke var noen hester i den kategorien.

Tabell 1: Fordelingen av antall hester registrert på unghestskue i 2009, 2010 og 2011, inndelt etter kjønn. IR = ikke registrert i Worldfengur.

	2009	2010	2011	Totalt
Hoppe	88	65	78	231
Hingst	75	48	56	179
Vallak	5	-	1	6
IR	4	-	-	4
Totalt	172	113	135	420

Alle dommerskjemaene var i papirform, og det var nødvendig å få digitalisert de for videre dataanalyse. Til dette ble det benyttet Microsoft Excel. I hvert skjema var det mulig å fylle inn hestens navn, eier, mønstre, utstillingssted og dato, FEIF ID, karakterer for de ulike egenskapene, navn på dommer og en kommentar. Ikke alle skjemaene inneholdt all informasjonen, men hestens navn og karakterer sto oppført på i alle skjemaene. En hest hadde en annen FEIF ID i WF enn på skjema.

20 hester ble tatt ut av datasettet. 13 individer ble stilt på et føllshow i 2009 og ble vurdert etter andre delmomenter. Fire av disse var ikke registrert i WF (Tabell 1). En av hoppene hadde utstillingsresultater fra senere tid som ble beholdt i datasettet. Fire hester stilt ut i 2009 hadde ufullstendig eller manglende FEIF-ID. En hoppe fra 2010 ble tatt ut fordi hun hadde fått 0 på alle delmomenter av sin eksteriørvurdering. Karakterskalaen går fra 5 – 10, så den har nok ikke møtt på sin prøve. To hopper fra 2011 ble også tatt ut, på grunn av manglende FEIF ID og manglende dommerskjema. Tabell 2 viser den nye fordelingen av kjønn og utstillingsår etter at de 20 ble fjernet fra datasettet.

Tabell 2: fordelingen av hester stilt ut fra 2009 - 2011, fordelt etter kjønn, etter modifisering av datasettet.

	2009	2010	2011	Totalt
Hoppe	83	64	76	224
Hingst	68	48	56	172
Vallak	5	-	1	6
Totalt	156	112	133	401

Datasettet ble bygget opp med navn og FEIF ID til hesten, samt FEIF ID til mor, kjønn, fødselsdato, utstillingsdato på tidlig og sent nivå, år ved utstilling på tidlig og sent nivå, samt karakterer for de gitte egenskapene. Utstillingsdato representerte dommer og utstillingssted. Over alle tre årene var det 76 hester som manglet utstillingsdatoer i sine fysiske dommerskjemaer. Fra 2009 manglet ingen hester utstillingsdato. Fra 2010 manglet 46 hester utstillingsdato og fra 2011 manglet 30 hester utstillingsdato. I 2009 var det fem datoer oppført. I 2010 og 2011 var det henholdsvis tre og fire datoer for unghestskue. Tabell 3 viste en oversikt over antall hester som ble registrert på de 12 unghestskuene over de tre årene. Alder ved utstilling ble også fremstilt. Det kan sees at det hovedsakelig var størst andel ettåringer, men også en del toåringer som ble stilt ut.

Tabell 3: Tabellen viser en oversikt over datoer på unghestskuene over de tre årene, og fordeling av alder på hester registrert på de ulike unghestskuene. De to datoene markert i rødt er fiktive.

Alder	2009					2010				2011				
	20.09	26.09	09.10	10.10	13.11	04.09	18.09	23.09	03.10	18.09	01.10	09.10	15.10	24.11
Føll	10	13	-	-	-	-	-	-	-	6	-	4	-	2
1 år	15	2	18	10	19	8	6	21	22	8	19	9	15	4
2 år	11	3	10	9	12	5	6	15	11	6	14	11	16	5
3 år	6	5	4	3	5	1	2	10	5	5	-	6	1	2
Totalt	42	23	32	22	36	14	14	46	38	25	33	30	32	13

2.1 Hester stilt ut flere ganger

Da digitaliseringen av data var fullført, begynte arbeidet med å søke opp manglende informasjon. Deretter ble det fremstilt en oversikt over hvor mange hester som var blitt stilt ut flere ganger. Det var 350 hester som ble stilt ut over hele perioden. Basert på dommerskjemaene ble det funnet at 39 hester var stilt ut flere ganger på tvers av de tre årene. 32 hester var stilt ut to ganger og syv hester var stilt ut tre ganger. 16 hester ble stilt ut i både 2009 og 2010. Fire hester ble stilt ut i 2009 og 2011. 12 av hestene ble stilt i 2010 og 2011. Ut av de syv hestene som ble stilt ut tre ganger, var seks hester stilt ut en gang hvert av de tre årene. Den siste ble stilt ut en gang i 2010 og to ganger i 2011.

Totalt 109 hester ble stilt ut flere ganger utenom unghestskue (Tabell 4). Tallene i tabellen er ikke inkludert utstillingene på unghestskue. Eksempelvis betyr det at de 60 hestene som ifølge tabellen er stilt ut en gang, i alt er stilt ut to ganger. 39 av hestene som møtte på unghestskue i 2009 ble stilt ut flere ganger etterpå. 33 av de som ble registrert på unghestskue i 2010 var stilt ut flere ganger og 37 av de som ble stilt ut på unghestskue i 2011 var blitt stilt ut flere ganger.

Tabell 4: Fordelingen av antall hester stilt ut flere ganger utenom unghestskue.

Antall ganger stilt ut	2009	2010	2011	Totalt
1	20	16	24	60
2	8	8	6	22
3	7	6	5	18
4	4	1	-	5
5	-	-	1	1
6	-	-	-	-
7	-	1	-	1
8	-	1	-	1
9	-	-	1	1
Totalt	39	33	37	109

2.2 Dataanalyse

2.2.1 Modell

Den statistiske analysen ble gjennomført i programmet DMU, versjon 6 og utgave 5.2 (Madsen & Jensen, 2013). Det ble gjennomført bivariate analyser, som betyr at to egenskaper ble analysert samtidig. DMU kunne deles inn i 5 moduler. Grunnmodulen DMU1 og DMUAI var relevant for denne analysen. DMUAI ble brukt til å estimere de ulike varianskomponentene. Følgende modell ble brukt:

$$y_{ijkl} = \text{kjønn}_i + \text{fødselsdato}_j + \text{utstillingsdato}_k + \text{FEIF ID}_l + \varepsilon_{ijk}$$

hvor:

- Y_{ijkl} var observasjon av egenskapen til individet, med effekt av kjønn i , fødselsdato j , utstillingsdato k og FEIF ID l .
- Kjønn ($i = 1, 2, 3$)
- Fødselsdato ($j = 1 \dots 193$)
- Utstillingsdato ($k = 1$)
- FEIF ID ($l = 1 \dots 2\,732$), $N \sim (0, A\sigma^2_A)$
- ε er residualleddet, $N \sim (0, \sigma)$

Observasjon av egenskapen til individet var karakterene som ble gitt for egenskapen. Modellen inkluderte tre faste effekter, en tilfeldig effekt og et residualledd. De tre faste effektene var kjønn, fødselsdato og utstillingsdato. Den tilfeldige effekten var FEIF ID. Kjønn var fast effekt med tre nivåer ($i = 1$: hoppe, $i = 2$: hingst, $i = 3$: vallak). Fødselsdato var fast effekt med nivå tilsvarende antall fødselsdatoer, som var 193 unike verdier. Utstillingsdato var fast effekt med to nivåer ($k = 1$: 14 utstillingsdatoer på tidlig nivå, $k = 2$: 63 utstillingsdatoer på sent nivå). Den tilfeldige effekten (FEIF ID) var avlsverdier med nivå tilsvarende antall dyr i slektskapsfilen, 2 732 individer.

2.2.2 Beregning av arvegrader

Arvegradene ble beregnet i DMU med følgende formel:

$$h^2 = \frac{SD - A}{SD - P}$$

hvor:

- h^2 = egenskapens arvegrad
- $SD-A$ = egenskapens genetiske standardavvik
- $SD-P$ = egenskapens fenotypiske standardavvik

2.2.3 Slektskapsfil

Slektskapsfilen ble bygget basert på data fra WF og besto av 2 732 dyr. I WF var det mulig å gå fire generasjoner tilbake, så disse ble hentet ut med FEIF ID og innført i en egen Excel fil. Fødselsåret til individene ble inkludert i en egen kolonne, for å sørge for at foreldrene ble sortert først under analysen i DMU. Alle hestene i datasettet og i slektskapsfilen var født i syv ulike land. ID numrene fra FEIF begynte med en landskode for fødselsland, forkortet til to bokstaver. Disse to bokstavene og de to første tallene i fødselsåret ble erstattet med ett enkelt siffer (Tabell 5). Det var nødvendig å erstatte landskoden med tall fordi DMU ikke kunne lese bokstaver.

Tabell 5: Tabellen viser en oversikt over hvilke fødselsland som ble erstattet med hvilket tall i datasettet og i slektskapsfilen.

Fødselsland og landskode fra WF	Forkortelsestall
Norge (NO)	1
Island (IS)	2
Sverige (SE)	3
Tyskland (DE)	4
Nederland (NL)	5
Sveits (CH)	6
Danmark (DK)	7

Det var 115 tilfeller av manglende individer i slektskapsfilen. Disse sto oppført som blankt i WF, og ble oppført som null i slektskapsfilen. 455 individer hadde ukjent fødselsår. Opprinnelig fikk alle disse fødselsår 1930, men det førte en del tilfeller av at foreldre ble født før sine avkom. Derfor var det 399 hester som sto registrert født i 1930. 20 hester fikk 1940 som fødselsår. 36 hester fikk fiktive fødselsår, for at de skulle være født passende i forhold til sine foreldre.

3 Resultater

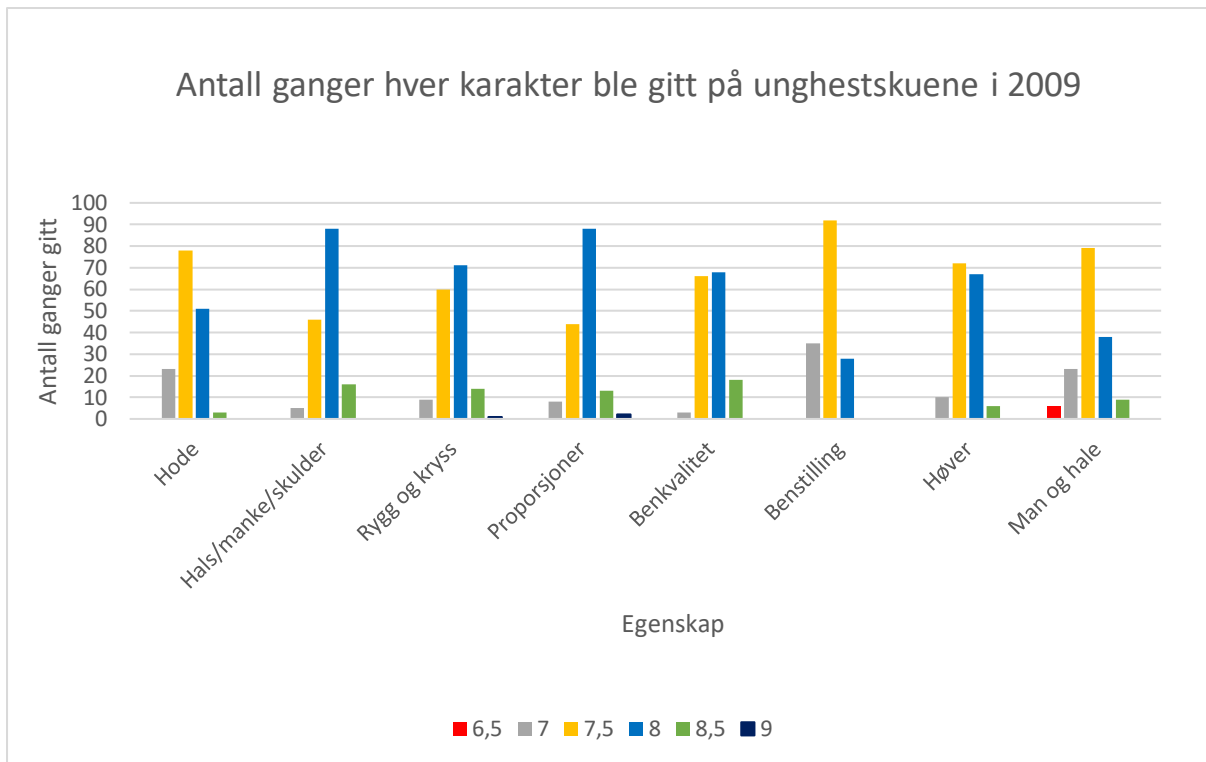
Gjennomsnittet av karakterer gitt for de ulike egenskapene viste at det var homogene egenskaper over de tre årene (Tabell 6). Det høyeste gjennomsnittet var 7.91, for egenskapene hals/manke/skulder og rygg/kryss i 2011. Det laveste gjennomsnittet var 7.43 for man og hale i 2010.

Tabell 6: Tabellen viser gjennomsnittet av karakterer gitt for hver egenskap på unghestskue over de tre årene.

	2009	2010	2011	Samlet
Hode	7.61	7.75	7.66	7.68
Hals/manke/skulder	7.87	7.87	7.91	7.93
Rygg og kryss	7.80	7.77	7.91	7.82
Proporsjoner	7.86	7.89	7.90	7.92
Benkvalitet	7.83	7.89	7.90	7.85
Benstilling	7.48	7.53	7.53	7.49
Høver	7.72	7.71	7.65	7.69
Man og hale	7.57	7.43	7.64	7.56

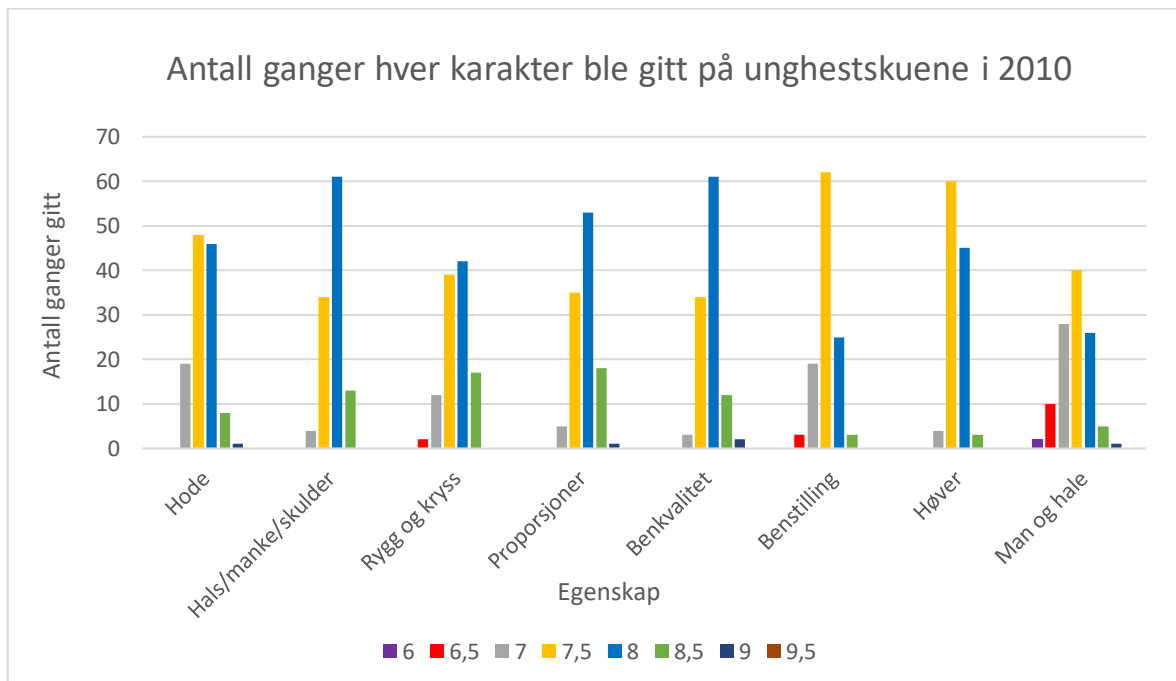
3.1 Fordeling av karakterer på unghestskue (H1)

Figur 1 – 3 viste fordeling av karakterer gitt på unghestskue i 2009, 2010 og 2011. Figur 1 viste totalt antall ganger de ulike karakterene ble gitt på unghestskue som var høsten 2009. Det kan sees av figuren at det var høyest andel av karakterene 7.5 og 8. Karakteren 7.5 ble gitt 92 ganger for egenskapen benstilling, mens karakteren 8 ble gitt 88 ganger for hals/manke/skulder og proporsjoner. Karakteren 9 ble gitt færrest ganger, en gang for egenskapen rygg og kryss og to ganger for proporsjoner.



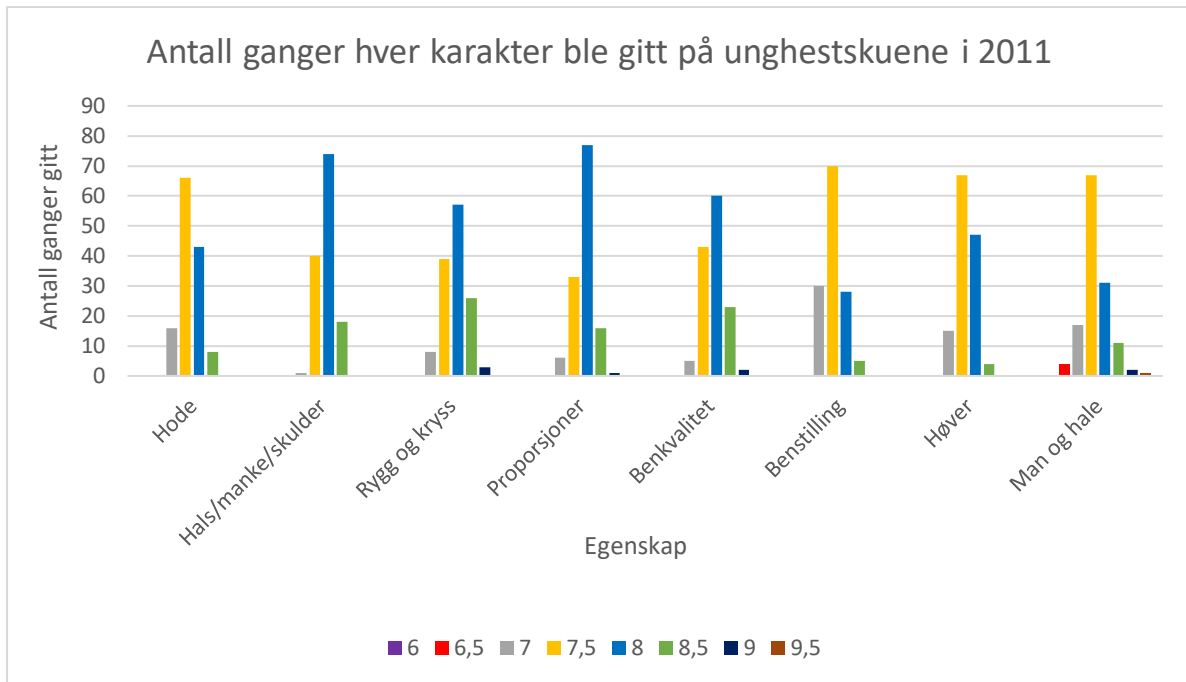
Figur 1: Figuren viser fordelingen av antall ganger karakterer ble gitt på de fem unghestskuene i 2009.

Figur 2 viste totalt antall ganger hver karakter ble gitt i løpet av unghestskuene som var i 2010. Karakteren 7.5 ble gitt 62 ganger for egenskapen benstilling. Karakteren 9 ble gitt en gang for hode, proporsjoner, samt man og hale.



Figur 2: Figuren viser fordelingen av antall ganger karakterer ble gitt på de fire unghestskuene i 2010.

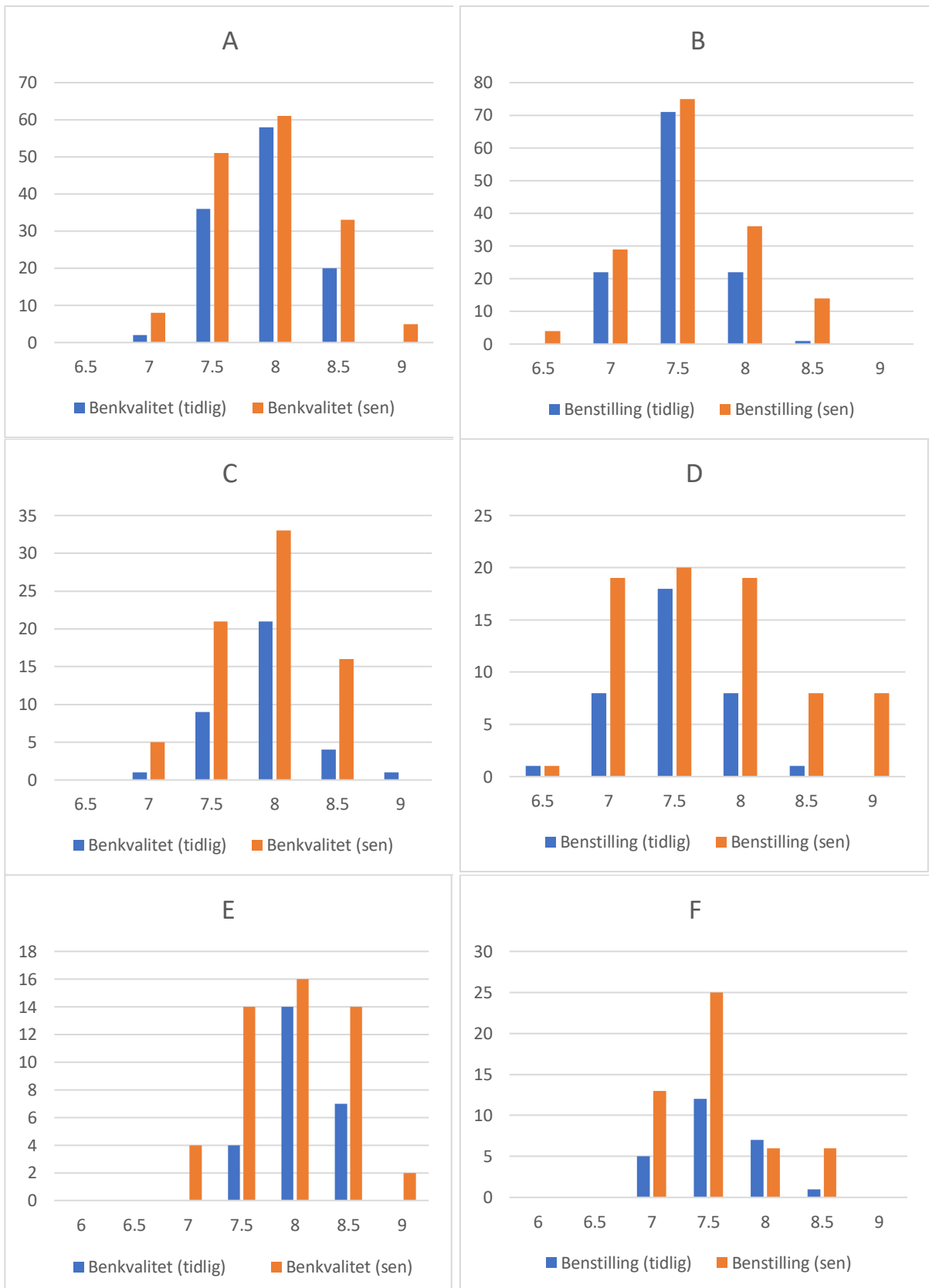
Figur 3 viste antall ganger hver karakter gitt i løpet av de fem unghestskueene som var i 2011. Karakteren 8 ble gitt 77 for egenskapen proporsjoner. Karakteren 9.5 ble gitt en gang for egenskapen man og hale.



Figur 3: Figuren viser fordelingen av antall ganger karakterer ble gitt på de fem unghestskueene i 2011.

3.2 Sammenligning av karakterer for tidlig og sent nivå (H2)

Figur 4 viste en sammenligning av antall ganger hver karakter gitt for benkvalitet og benstilling på tidlig og sent nivå. Diagrammene merket med A og B inkluderte hestene som ble stilt ut første gang i 2009. Diagrammene merket med C og D inkluderte hestene som ble stilt ut første gang i 2010. Diagrammene merket med E og F inkluderte hestene som ble stilt ut første gang i 2011. For benkvalitet var det flest tilfeller av karakteren 8. For benstilling var det flest tilfeller av karakteren 7.5.



Figur 4: Figuren viser antall karakterer gitt for benkvalitet på tidlig og sent nivå. A og B = tidlig nivå var 2009. C og D = tidlig nivå var 2010. E og F = tidlig nivå var 2011. På y-aksen står antall og på x-aksen står karakterene.

3.3 Resultater fra DMU (H3)

Tabell 7 viste antall observasjoner, gjennomsnitt, standardavvik, laveste og høyeste karakter for hver egenskap på tidlig nivå. Benstilling hadde lavest gjennomsnitt med 7.49 ± 0.36 .

Hals/manke/skulder (H/M/S) hadde høyest gjennomsnitt med 7.93 ± 0.36 .

Tabell 7: Tabellen viser antall observasjoner, gjennomsnitt, standardavvik og laveste, samt høyeste karakterer for egenskapene på tidlig nivå.

Egenskap	N-obs	Gjennomsnitt	SD	Lavest	Høyest
Hode _{tidlig}	461	7.68	0.38	7	8.5
H/M/S _{tidlig}	461	7.93	0.36	7	8.5
Rygg/kryss _{tidlig}	461	7.82	0.42	6.5	9
Proporsjoner _{tidlig}	461	7.92	0.38	7	9
Benkvalitet _{tidlig}	461	7.85	0.37	7	9
Benstilling _{tidlig}	461	7.49	0.36	6.5	8.5
Høver _{tidlig}	461	7.69	0.31	7	8.5
Man og hale _{tidlig}	461	7.56	0.51	6	9.5

Tabell 8 viste antall observasjoner, gjennomsnitt, standardavvik og laveste, samt høyeste karakter for hver egenskap på sent nivå. Man og hale hadde lavest gjennomsnitt med 7.63 ± 0.62 . H/M/S hadde høyest gjennomsnitt med 8.13 ± 0.35 .

Tabell 8: Tabellen viser antall observasjoner, gjennomsnitt og standardavvik for egenskapene på sent nivå.

Egenskap	N-obs	Gjennomsnitt	SD	Lavest	Høyest
Hode _{sen}	234	7.70	0.42	7	9
H/M/S _{sen}	234	8.13	0.35	7.5	9
Rygg/kryss _{sen}	234	7.98	0.53	7	9.5
Proporsjoner _{sen}	234	8.09	0.40	7	9
Benkvalitet _{sen}	234	7.92	0.45	7	9
Benstilling _{sen}	234	7.64	0.53	6.5	9
Høver _{sen}	234	7.94	0.42	7	9
Man og hale _{sen}	234	7.63	0.62	6	9.5

3.3.1 Arvegrader

Tabell 9 viste arvegrad, standardfeil og genetisk standardavvik for egenskapene på tidlig og sent nivå. På tidlig nivå hadde alle egenskapene arvegrader på 1 og på sent nivå varierte det mellom 0.64 og 0.84. På tidlig nivå hadde benkvalitet hadde høyest standardfeil med 0.27. H/M/S hadde lavest standardfeil med 0.08. På sent nivå hadde H/M/S høyest arvegrad med 0.84 med en standardfeil på 0.08. Rygg/kryss hadde lavest arvegrad med 0.64 og en standardfeil på 0.10.

Tabell 9: Tabellen viser arvegrad, standardfeil og genetisk standardavvik for egenskapene på tidlig og sent nivå.

	h^2_{tidlig}	h^2_{sent}	$SE(h^2)_{\text{tidlig}}$	$SE(h^2)_{\text{sent}}$	$SD-A_{\text{tidlig}}$	$SD-A_{\text{sent}}$
Hode	1	0.74	0.23	0.08	0.85	0.37
H/M/S	1	0.84	0.08	0.27	4.83	0.44
Rygg/kryss	1	0.64	0.10	0.10	4.79	0.41
Proporsjoner	1	0.74	0.22	0.25	0.81	0.37
Benkvalitet	1	0.79	0.27	0.11	0.74	0.49
Benstilling	1	0.75	0.26	0.12	0.73	0.47
Høver	1	0.72	0.26	0.09	0.72	0.54
Man og hale	1	0.82	0.09	0.19	4.66	0.81

3.3.2 Genetiske korrelasjoner

Tabell 10 viste genetiske korrelasjoner og standardfeil mellom egenskapene i tidlig og sen alder. Det ble oppgitt residual korrelasjon og standardfeil til egenskapene. Alle egenskapene, bortsett fra H/M/S hadde positive korrelasjoner. Det var høyest korrelasjon for man og hale med 0.79 og en standardfeil på 0.08. Det var lavest korrelasjon for hals/manke/skulder med -0.75 og en standardfeil på 0.09.

Tabell 10: Tabellen viser genetiske korrelasjoner (GK) mellom egenskapene, samt standardfeil. Den viser også residual korrelasjon (RK) og standardfeil.

	GK	Standardfeil	RK	Standardfeil
Hode	0.53	0.20	0.0001	44.97
H/M/S	- 0.75	0.09	- 0.0003	3583.16
Rygg/kryss	0.44	0.23	0	440.46
Proporsjoner	0.74	0.16	0.001	396.74
Benkvalitet	0.62	0.18	0.0009	253.48
Benstilling	0.54	0.21	0.0008	243.89
Høver	0.61	0.19	0.0005	131.15
Man og hale	0.79	0.08	0.0002	2743.93

4 Diskusjon

Formålet med denne oppgaven har vært å vurdere om seleksjon for eksteriør fra tidlig utstilling resulterte i fremgang for eksteriør ved senere utstilling. Det har blitt regnet på genetiske korrelasjoner for egenskapene som har blitt vurdert på eksteriørbedømmelsene. Genetiske korrelasjoner forekommer hvis det foreligger pleiotropi, som betyr at det samme gen påvirker flere egenskaper (Falconer & Mackay, 1996). Den generelle hypotesen var at det ville være genetisk korrelasjon mellom de eksteriøre egenskapene ved tidlig og sent nivå. Basert på den generelle hypotesen ble det predikert H1) variasjon langs karakterskalaen for unghestskuene i 2009 – 2011, H2) forskjell i antall karakterer gitt for to egenskaper på tidlig og sent nivå, samt H3) arvegrader høyere enn 0.5 og positive genetiske korrelasjoner mellom alle egenskapene.

Egenskapene som har blitt kartlagt er hode, hals/manke/skulder, rygg/kryss, benkvalitet, benstilling, proporsjoner, man/hale og høver. Karakterskalaen går fra 5 – 10. Karakteren 5 indikerer at egenskapen ikke er bedømt, og 10 tilsvarer beskrivelsen i avlsplanen som NIHF har utviklet i samarbeid med FEIF (Norsk Islandshestforening, 2020). Det var størst andel ettåringer som møtte til unghestskue, men også en betydelig andel toåringer (Tabell 3). Det har blitt analysert 350 individer i denne oppgaven. Slektskapsfilen ble bygget basert på data fra Worldfengur (WF) og besto av 2 732 dyr. 39 hester ble stilt ut flere ganger på tvers av de tre årene og 109 hester var stilt ut flere ganger utenom unghestskuene. Tabell 4 viser fordelingen av antall hester som er stilt ut flere ganger utenom unghestskue.

4.1 Oppsummering av resultater

Tabell 6 viser relativt jevn bedømming av resultatene over de tre årene. Figur 1 – 3 viser oversikten over antall ganger hver karakter ble gitt på unghestskuene som var innen de tre årene. Figur 4 viser en sammenligning av antall ganger hver karakter ble gitt for egenskapene $benkvalitet_{tidlig}$ og $benkvalitet_{sen}$ samt $benstilling_{tidlig}$ og $benstilling_{sen}$. For benkvalitet var det høyest andel av karakteren 8 på begge nivå. Det var færrest tilfeller av 7 for tidlig nivå og 9 for sent nivå. For benstilling var det høyest forekomst av 7.5 på både tidlig og sent nivå. Det var lavest forekomst av 6.5 på begge nivå (Figur 4). Tabell 7 og 8 viser antall dyr som fikk bedømmelse tidlig/sent for hver egenskap, samt gjennomsnitt og standardavvik. Tabell 9 viser egenskapens arvegrad, altså hvor arvelig egenskapen er. Tabell 10 fremstiller genetiske korrelasjoner og residual korrelasjon for egenskapene. Alle egenskapene utenom hals/manke/skulder hadde positive korrelasjoner.

4.2 Resultatene i denne oppgaven i forhold til tidligere studier

4.2.1 Fordeling av karakterer på unghestskue (H1)

Resultatene viser at på unghestskuene i 2009, 2010 og 2011 var det størst andel av karakterene 7.5 og 8. Det var ingen tilfeller av karakterene 5 og 5.5, og heller ikke høyeste karakter 10. På unghestskuene i 2009 var det mindre spredning langs karakterskalaen. Grunnen til dette kan være at hestene var jevnt over like i eksteriør. På unghestskuene i 2010 og 2011 var det større spredning i karakterene som ble gitt. Det var flere tilfeller av karakterene 6 og 6.5, samt 9 og 9.5. Det støtter prediksjon H1. Det er en mulighet for hestene som møtte hadde eksteriør som svarte til de karakterene, eller at dommerne var mer bevisst på å bruke hele skalaen.

Selv om dommerne skal bedømme objektivt og nøytralt vil det i praksis være umulig i alle tilfellene. Det vil som regel være en effekt av dommer. Effekt av dommer ble funnet på et studie i Nederland (van Bergen & van Arendonk, 1993). Studiet ble gjort på shetlandsponnier og alle ponniene ble bedømt av tre forskjellige dommere. De fant signifikant forskjell mellom alle dommerne i bedømmingen av alle egenskapene (van Bergen & van Arendonk, 1993). Det vil ofte være hester de har bedømt tidligere som har vært gode eller hester med kjent og god stamtavle. Store forandringer i bedømmingen kan også skyldes nye dommere med et annet fokus, eller så har de blitt oppmerksomme på nye elementer å inkludere i sin bedømming.

4.2.2 Antall ganger hver karakter ble gitt på tidlig og sent nivå (H2)

Figur 4 sammenlignet forskjell i antall ganger hver karakter ble gitt på tidlig og sent nivå, for egenskapene benkvalitet og benstilling. Tallene i figuren støtter prediksjon H2. Det var ingen tilfeller av karakteren 6. Karakteren 6.5 hadde lav forekomst og kun for egenskapen benstilling. Det var også lav forekomst av karakteren 9 og ingen tilfeller av karakteren 9.5. For de hestene som ble stilt ut i 2009 så var det ingen tilfeller av 9 for benkvalitet_{tidlig}, men fem tilfeller av karakteren for benkvalitet_{sen} (diagram A og B). Det kan være at noen av hestene som fikk 8.5 for benstilling_{tidlig} økte til 9 på sent nivå.

Hestene som ble stilt ut første gang i 2010 hadde høy andel av karakteren 8 for benkvalitet på begge nivå (diagram C og D). Det er verdt å merke seg at det var kun gitt 9 på tidlig nivå, så det kan hende at dommerne på utstilling på sent nivå var strengere enn på tidlig nivå. For benstilling var det høyest andel av karakteren 7.5 på tidlig nivå og 9 på sent nivå.

For de hestene som ble stilt ut første gang i 2011 var det ingen tilfeller av karakterene 6 og 6.5 for noen av egenskapene (diagram E og F). Det var høyt nivå, men kun noen tilfeller av 9 for benkvalitet_{sen}. For benstilling_{sen} var det ingen tilfeller av karakteren 9.

4.2.3 Arvegrader (H3)

Tabell 9 viser at egenskapenes arvegrader varierte fra 0.64 til 1, og bekrefter prediksjon H3. Dette var generelt høye arvegrader. Det ligner også på en del av det Kristjansson et al., fant i sin studie fra 2016. Forskergruppen tok for seg genetiske korrelasjoner mellom eksteriøre egenskaper og rideegenskaper. De undersøkte 10 091 hester stilt ut mellom 2000 og 2013. De inkluderte også registreringer fra et annet studie av hester som ble undersøkt for DMRT3, også kjent som passgenet (Jäderkvist Fegraeus et al., 2017; Kristjansson et al., 2016).

Viktigheten av et eksteriør der forparten er noe høyere enn bakparten til hesten ble funnet å være essensielt for gode rideegenskaper. Egenskapene mankehøyde, høyde på rygg og kryss hadde arvegrader på henholdsvis 0.67, 0.58 og 0.65 (Kristjansson et al., 2016). Dette ligner tallene i tabell 9, der hals/manke/skulder hadde arvegrader på henholdsvis 1 for tidlig nivå og 0.84 på sent nivå. Rygg/kryss hadde arvegrader på 1 på tidlig nivå og 0.64 på sent nivå. Det antyder at det også er fokus på et anvendelig eksteriør i dagens avlsarbeid. De høye standardavvikene for H/M/S, rygg/kryss og man/hale på tidlig nivå skiller seg ut. Standardavvik er et mål på spredning, og kan sies å være avstanden de enkelte verdiene i gjennomsnitt ligger fra det totale gjennomsnittet (Helbæk, 2018)

Arvegradene fra tabell 9 ligner dog ikke det Albertsdóttir et al. fant i sin studie fra 2008. Forskergruppen analyserte muligheten for å inkludere data målt på konkurranse i den genetiske analysen av islandshester. Dataene fra felttest inkluderte 16 401 registreringer fra 11 land over 15 år, mens dataene fra konkurranse inkluderte 18 982 registreringer fra Island og Sverige over 6 år. De fant lavere arvegrader for de eksteriøre egenskapene fra felttest enn de som ble funnet i denne oppgaven.

4.2.4 Genetiske korrelasjoner (H3)

De genetiske korrelasjonene for egenskapene var generelt høye. Dette støtter antagelsene om korrelasjoner i prediksjon H3, men det stemmer ikke helt. Det var kun hals/manke/skulder som ikke viste noen sammenheng mellom tidlig og sent nivå. Til gjengjeld hadde denne egenskapen høyest standardfeil for residualkorrelasjonen, som tilsier at det er et usikkert tall. Tabell 10 viser lave verdier for standardfeil til de genetiske korrelasjonene, også for residualkorrelasjonen. Det var generelt høye tall for standardfeil til residualkorrelasjonen, som indikerer stor feilmargin og usikre verdier.

I sin studie fra 2008 gjorde Albertsdóttir et al. bivariate analyser som ga genetiske korrelasjoner mellom de eksteriøre egenskapene. De fant at hode var genetisk korrelert med hals/manke/skulder, med en verdi på 0.42 (Albertsdóttir et al., 2008). I denne oppgaven hadde hode en genetisk korrelasjon mellom tidlig og sent nivå på 0.53, som ikke var blant de høyeste. Albertsdóttir et al. fant også at rygg/kryss var korrelert med hals/manke/skulder. Benstilling og benkvalitet hadde genetiske korrelasjoner på henholdsvis 0.54 og 0.62 i denne oppgaven. Det er naturlig at disse sammenfaller i utvikling og har lignende verdier for korrelasjoner. Benstilling skal være rett og korrekt og det krever god benkvalitet (Norsk Islandshestforening, 2020).

4.3 Begrensninger med studien

Resultatene som har blitt presentert i denne oppgaven er ikke representative for hele populasjonen av islandshest i Norge. Det kan antas å være representativt for utvalget av hester som stilles ut. Resultatene kan gi en pekepinn for genetisk variasjon innad i populasjonen. Det vil alltid være fordelaktig med mest mulig data og det er grunn til å stille spørsmål ved sikkerhet i analyse med lite data. Det forelå data fra 2018 tilgjengelig for denne oppgaven, men få av hestene var stilt ut flere ganger. Det var essensielt for oppgaven. Egenskapene var bedømt etter et annet skjema enn det som ble brukt på unghestskuene i 2009/2010/2011. Det ville med stor sannsynlighet skapt trøbbel i dataanalysen og derfor ble det bestemt å utelukke disse skjemaene. Andre begrensninger er at slektskapsfilen ble bygget manuelt basert på data fra WF, som gir rom for feilskrevne FEIF-ID numre. Videre var det 115 manglende individer og 455 individer med ukjent fødselsår i slektskapsfilen. Det kan ha ført til lavere sikkerhet i analysen.

4.4 Videre forskning

Det er potensiale for videre forskning i denne oppgaven. Dersom det foreligger lignende data fra eksempelvis Sverige eller Danmark kan de samme genetiske analysene gjennomføres. Det vil gjøre det mulig å sammenligne resultater fra ulike land. Videre kunne det vært aktuelt å vurdere andre genetiske parametre, som kovarians eller fenotypisk korrelasjon. En annen mulig vinkling kunne vært å inkludere data fra flere unghestskuer i Norge i samme datasett. Da må det skaffes en oversikt over eventuelle resultater fra senere utstillinger fra WF. Det er også mulig at samme dommer dømmer flere utstillinger, kanskje også i ulike land. Da vil effekten av dommere også være relevant å undersøke.

5 Konklusjon

Hovedmålet med denne oppgaven var å finne ut om det var genetiske korrelasjoner mellom egenskapene fra eksteriørbedømmelse på unghestskue mot utstilling i senere alder. Den generelle hypotesen var genetisk korrelasjon mellom egenskapene. Prediksjon H1 og H2 bekreftes av resultatene. Prediksjon H3 stemte delvis. Det var høye verdier for arvegrader og syv egenskaper med positive korrelasjoner og en egenskap med negativ korrelasjon mellom tidlig og sent nivå. Liten datamengde og høye verdier for standardfeil tilsier at disse verdiene er usikre. Generelt indikerte resultatene fokus på et anvendelig eksteriør for gode rideegenskaper. Resultater fra de tidligere studiene nevnt i diskusjonskapittelet støtter dette. Konklusjonen for denne oppgaven ble at datamateriale var for lite til å kunne gi et tydelig resultat. For å øke sikkerheten i analysen vil det kreve mer data. Det underbygges av de høye verdiene for standardfeil til residualkorrelasjonene i resultatkapittelet. Med mer data vil resultatene bli mer sikre og mer representative for en større andel av populasjonen av islandshest i Norge.

6 Referanser

- Albertsdóttir, E., Eriksson, S., Näsholm, A., Strandberg, E. & Árnason, T. (2007). Genetic analysis of competition data on Icelandic horses. *Livestock Science*, 110 (3): 242-250. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.11.008>.
- Albertsdóttir, E., Eriksson, S., Näsholm, A., Strandberg, E. & Árnason, T., H.,. (2008). Genetic correlations between competition traits and traits scored at breeding field-tests in Icelandic horses. *Livestock science*, 114 (2-3): 181-187. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.04.022>.
- Averbruck, A., Bain, C., Bremner, J., Dixon, B. & Harding, P. (2019). *Lonely planet's best of Iceland*
- Björnsdóttir, S., Axelsson, M., Eksell, P., Sigurdsson, H. & Carlsten, J. (2000). Radiographic and clinical survey of degenerative joint disease in the distal tarsal joints in Icelandic horses. *Equine Veterinary Journal*, 32 (3): 268-272. doi: 10.2746/042516400776563590.
- Campana, M., Stock, F., Barrett, E., Benecke, N., Barker, G., Seetah, K. & Bower, M. (2012). Genetic stability in the Icelandic horse breed. *Animal genetics*, 43 (4): 447-449.
- Falconer, D. S. & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*, b. Fourth Edition
- FEIF. (u-å-a). *What is FEIF?* Tilgjengelig fra: <https://www.feif.org/feif/> (lest 12.01.2022).
- FEIF. (u-å-b). *Worldfengur*. Tilgjengelig fra: <https://www.feif.org/breeding-dept/worldfengur/> (lest 20.01.2022).
- Helbæk, M. (2018). *Statistikk - kort og godt*.
- Hendricks, B. L. (1995). *International Encyclopedia of Horse Breeds*: University of Oklahoma Press.
- Hill, W. (2013). Genetic correlation. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374984-0.00611-2>.
- Jäderkvist Fegraeus, K., Hirschberg, I., Árnason, T., Andersson, L., Velie, B., Andersson, L. & Lindgren, G. (2017). To pace or not to pace: a pilot study of four-and five-gaited Icelandic horses homozygous for the DMRT 3 'Gait Keeper' mutation. *Animal Genetics*, 48 (6): 694-697. doi: <https://doi.org/10.1111/age.12610>.
- Klemetsdal, G. (2017a). *Innføring i husdyravl - forelesning 1*: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (Forelesning).
- Klemetsdal, G. (2017b). *Kvantitative egenskaper: model, populasjonsparametre og avlsplanlegging - oversikt - forelesning 3*: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (Forelesning).
- Kristjánsson, T., Björnsdóttir, S., Albertsdóttir, E., Sigurdsson, A., Pourcelot, P., Crevier-Denoix, N. & Arnason, T. (2016). Association of conformation and riding ability in Icelandic horses. *Livestock Science*, 189: 91-101.

- Madsen, P. & Jensen, J. (2013). A user's guide to DMU. A package for analysing multivariate mixed models. Version 6, release 5.2. *Center for Quantitative Genetics and Genomics, Dept of Molecular Biology and Genetics, University of Aarhus, Research Centre Foulum, Box, 50: 8830.*
- Norsk Hestesenter. (2020). *Hvorfor stille ut hesten?* Tilgjengelig fra: <https://www.nhest.no/hvorfor-stille-ut-hesten.480621.no.html> (lest 15.03.2020).
- Norsk Islandshestforening. (2020). *Avlsplan for islandshest.* Tilgjengelig fra: <https://nihf.no/wp-content/uploads/2020/06/Avlsplan-25062020.pdf> (lest 30.12.2021).
- Norsk Islandshestforening. (u-å-a). *Om NIHF.* Tilgjengelig fra: <https://nihf.no/om-nihf/> (lest 14.01.2022).
- Norsk Islandshestforening. (u-å-b). *Avl.* Tilgjengelig fra: <https://nihf.no/avl/> (lest 13.01.2022).
- Norsk Islandshestforening. (u-å-c). *Om Islandshesten.* Tilgjengelig fra: <https://nihf.no/om-nihf/om-islandshesten/> (lest 10.01.2022).
- Stefánsdóttir, G. J. & Gunnarsson, V. (2021). The star of the show: the Icelandic horse. *Humans, Horses and Events Management.*
- van Bergen, H. M. & van Arendonk, J. A. (1993). Genetic parameters for linear type traits in Shetland Ponies. *Livestock Production Science*, 36 (3): 273-284. doi: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90058-P](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90058-P).
- Vangen, O. (2009a). *Husdyrutstilling.* Tilgjengelig fra: <https://snl.no/husdyrutstilling> (lest 15.03.2020).
- Voje, L., K. (2021). *Genetisk korrelasjon.* Tilgjengelig fra: https://snl.no/genetisk_korrelasjon.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway