

# AVLSDATA FRA FØLLFESTIVALEN – DEL 1

av Unn Reierstad, cand.scient (NLH/UMB), veterinær (NVH) / RR Reierstad Ridehest  
Medforfatter Ole Jørgen Jørgentvedt, veterinær (NVH) / JJ Horses

## INNLEDNING :

### Avl er samarbeid

Tradisjoner, systemer og data for tidlig avkomsvurdering av kårede avlshingster mangler fortsatt innen ridehestavlen i Norge anno 2010. Det er av essensiell betydning å innføre metodikk og beregningsmodeller som sikrer avlsfremgang og et konkurransedyktig oppdrett innen norsk hestenæring. På bakgrunn av FØLLFESTIVALEN i 2007 og 2009 er det gjennomført et pilotstudium der hovedhensikten er å evaluere målesystemer, målemetoder og verifikasjon av generelle bedømmningstekniske og bedømmningspolitiske forutseneringer i avlsarbeidet. Endelig er det selvfølgelig også en intensjon å kunne foreta konkret avkomsgranskning relatert til den enkelte hingsts avlsevne.

Føllfestivalen, og derigjennom prosjektet, er kommet i stand og finansiert gjennom samarbeidet mellom næringsdrivende oppdrettere og deres sponsorer: RR REIERSTAD RIDEHEST, JJ HORSES, BRÅTEN GÅRD - Gjensidige Forsikring - BOJ Norge - Krogseth As - Nordre Ydersbond Gård - Stall Ellen Brunnes Sverige - VDL Stud Sverige - Christian Anfinnsen Øien/Hoel Gård - Solberg Gård v/Elin Hagen - Solberg Rytterklubb - Fuglenes Gård Høy og Fór DA - Ridehesten - Expolight - Dressur Så Klart - Walber Equestrian - Triumph Dressage Jonas Elvebakk - Atna - Coop Mega - Hildes Webdesign - B.A. Gjerde - Yvonne Stubberud - Kingsland - Tobajo Sporthorses - Stall Holtaas - Øystein Linnestad. I tillegg internasjonale samarbeidspartnere, og ikke minst deltageroppslutning om gjennomførte arrangementer.

Ved slikt privat initiert nærings samarbeid tilføres norsk avlsmiljø betydelige ressurser, som muliggjør grunnleggende statistiske undersøkelser enkelt og effektivt. Tilsvarende prosjekter innenfor offentlige budsjetter eller forskningsinstitusjoner ville medført en betydelig kostnad.

Vårt forskningsmateriale er basert på totalt 101 føll vist ved FØLLFESTIVALEN i 2007 og 2009.

31 føll ble bedømt i avkomsgrupper etter norsk-kårede hingster **Aurelio I, JJ Deemster, JJ Rocco, Cicero Van T & L, Tobajo Picez, Laurin** + avkom etter importhingster i 2007, og 70 føll etter norsk-kårede hingster **Louis Vittou, Kingsland SM, Cicero Van T & L, Tobajo Picez, Happy Irco, White Talisman** + avkom etter importhingster ble bedømt i 2009.

*”En kreds af norske hingsteholdere har arbejdet hårdt og meget målrettet frem mod etablering af en følfestival i Norge, præcis som man har kendt det i årtier hos de fleste tyske hingsteholdere, og hos enkelte i Danmark, hvor føllene blir bedømt i afkomsgrupper efter de involverede hingstestationers hingste, og i mixede grupper af springbetonede- eller dressurbetonede afstamminger, hvilket giver fantastiske muligheder for at danne sig et ret præcist indtryk af de enkelte hingstes nedarvning.”*  
Uttalelse av Leder/Dansk Varmblods kåringskommisjon Poul Graugaard som har forestått bedømmelsen av samtlige 101 føll.

### Avl er statistikk

Fra avlslæren vet vi at en hingsts nedarvning utelukkende er knyttet til dens arveanlegg – eller gener (genotype, GEN). For seleksjon (utvelgelse) av hingster til avl – og for valg av rett hingst til hoppa, er det derfor avgjørende å kunne fastslå hingstens arveanlegg (genotype)!

**Ønskede egenskapsmål i ridehestavlen er typisk genetisk kvantitative egenskaper**, det vil si egenskaper som påvirkes av et stort antall gener som hver for seg ofte har liten effekt. Det kan være en varierende sammenheng og samspill (interaksjon) mellom ulike gener, der ulik form/grad av interaksjon mellom flere gener (korrelasjoner, dominans, epistasi) påvirker hver egenskap. Kvantitative egenskaper blir ofte **mye påvirket av miljøet** (ENV), typisk rundt 65% av en hests uttrykte egenskaper (fenotype, P), og har **lave arvbarheter** (ARV). En hingsts egenprestasjon (P) er altså vanligvis ikke et uttrykk for dens arveanlegg alene (typisk bare 35%).

For kvantitative egenskaper kan fastsettelse av en hingsts arveanlegg (GEN) derfor kun gjøres gjennom **statistikk/avlsverdberegninger** på grunnlag av slektingers (foreldre, søsken, avkom) målbare resultater og egenskaper (P). Og dette er nettopp formålet med avlsarbeidet: å finne de

avlslsdyra som har den beste avlsverdien, det vil si de beste arveanleggene for de ønskede egenskapene. De sikreste avlsverdiberegningene er basert på måling av hingstens avkoms resultater. Gjentatt seleksjon (kåring/avkåring) av hingst på bakgrunn av hingstens egenprestasjon (fenotypeseleksjon) er uten avlsmessig effekt. Gjentatt bedømmelse/registrering av egenskaper har imidlertid effekt for **datafangstarbeidet** (reduere de tilfeldige miljøfaktorene (ENV)). Systematiske miljøfaktorer (ENV) kan korrigeres for (statistisk) eller fjernes ved å **skape likt miljø (stasjonstesting)**. Datafangsten sikres videre gjennom et tilstrekkelig antall bedømte avkom. Kun på bakgrunn av slik informasjon kan objektiv og sikker avlsverdi fastsettes.

Et hensiktsmessig **avlsprogram/testopplegg** vil således være at lovende unghingster settes tidlig i avl på grunnlag av avstamning og egenprestasjon (fenotyperegistreringer), og at de så prioriterer avlen i første fase av sin karriere for raskest mulig å få tilstrekkelig avkomsinformasjon tilgjengelig for avkomsvurdering. I påvente av avkomsinformasjon og avlsverdifastsettelse, kan hingstene konsentrere seg om en karriere i sporten før de eventuelt fortsetter sin avlskarriere. Dersom datafangsten avbrytes ved avkåring av hingsten før tilstrekkelig avkomsinformasjon foreligger og avlsverdi er fastslått, faller grunnlaget for avlsarbeidet vekk. Dersom man i seleksjonsøyemed ønsker å foreta gjentatte fenotyperegistreringer av avlshingster over flere år, bør hingsten derfor ikke settes inn i avl før fenotypisk individvurdering er avsluttet. Dersom fenotypisk individvurdering av avlshingster strekkes over for lang tid, vil negativ effekt være lange generasjonsintervall med svakere avlsfremgang i populasjonen som resultat.

Foruten mengden av informasjon som er tilgjengelige om tilstedeværelsen av egenskapen hos dyret selv og dets slektninger, er sikkerheten ved avlsverdiberegningen avhengig av arvbarheten (ARV) til egenskapen. Arvbarheten sier noe om hvor sterkt arvelig en egenskap er for en populasjon (dyregruppe) forutsatt at den er regnet ut på grunnlag av **objektive egenskapsmål (målesikkerhet)** foretatt under standardiserte miljøforhold. Gjentatt beregnede arvbarheter for nøyaktig samme testsystemer vil også kunne si noe om seleksjonen over tid, hvor sterkt selekterte egenskaper kan utvikle høyere arvbarheter.

## **PROSJEKTET :**

*Hva og Hvorfor ?*

Prosjektet er motivert av manglende bedømmningssystem, data, metodikk og resultater for objektiv vurdering av avlshingsters nedarving og avlsevne i norsk ridehestavl. Mål og hensikt er å etablere en tradisjon og et system for tidlig avkomsvurdering av kårede avlshingster. Dette er ment å tilføre oppdrettsnæringen en bedre mulighet til å danne seg et raskt og presist inntrykk av de enkelte hingsters nedarving med henblikk på de ulike egenskaper. Vunnen kunnskap kan således brukes som et verktøy for å oppnå avlsfremgang og konkurransedyktighet for den enkelte oppdretter.

Fordelen ved føllbedømmelse i en avlsmessig sammenheng er at hingstens avlsevne raskt kan vurderes (reduksjon av generasjonsintervall), stort materiale (n) gir sikrere beregninger for arvbarhet som også sikres gjennom liten miljøpåvirkning i denne aldersgruppen. Den store ulempen er selvfølgelig at man kun måler eksteriør og bevegelsesmessig kvalitet løsvist, og som man ikke nødvendigvis kan konkludere med med tanke på egnethet som ridedyr. Dette forholdet gjør seg i særlig grad gjeldende med tanke på sprangavlen. Det kan derfor også være betenkelig å bli miljømessig forutinntatt, og sortere hestene i to ulike populasjoner sprang og dressur allerede på føllstadiet.

## **FORUTSETNINGER :**

*Forutsetningene i denne sammenheng referer seg til etablert internasjonal forståelse, dokumentert gjennom ulike studier og forskningsforsøk (se referanser)*

- Avlsmålet for varmbloods ridehest internasjonalt er det samme, bestemt av sportens krav.
- Populasjonen av varmbloods ridehest (sprang- og dressur i samme populasjon) i Vest-Europa er den samme grunnet felles avlsmål og stor utveksling av genmateriale. Det vil si nasjonale subpopulasjoner er kun en teknisk miljømessig inndeling. Denne variasjonen kan eventuelt

resultere i ulik avlsfremgang. Subpopulasjoner med nettoeksport har de største genetiske ulikhetene. Eksempelsvis Holstein, Hannover og Selle Francais. Subpopulasjoner som er nettoimportører av dyr, som Norge og Danmark og inntil nylig KWPN, har størst utligning av disse genetiske ulikhetene.<sup>1</sup>

- Avlsmål, bedømmelsesprosedyrer og genetiske evalueringsmetoder som er etablert og anerkjent i ledende europeiske ridehestavlsforbund<sup>2</sup> kan brukes på det norske datasettet.
- Arvbarheten for de aktuelle egenskapene er relativt konstante over tid og over populasjonene på tross av miljømessige ulikheter.<sup>3</sup>
- De bedømte egenskapene i datasettet viser normalfordeling.

## HYPOTESER :

*En hypotese vil referere seg til en påstand, begrunnet med et forventet resultat. Prosjektet har således til hensikt å bekrefte/avkrefte hypotesen. Hypotesens relevans evalueres på bakgrunn av resultatene.*

Eksteriør- og funksjonsbedømmelse av ridehest er ikke objektive egenskapsmål. Det vil si at måleusikkerheten (dommeren som måleenhet) kan være stor avhengig av den enkelte dommerkompetansen, graden av harmonisering i tid, og mellom ulike dommerne, slik at egenskapsmålene i seg selv kan inneholde til dels stor miljøvariasjon (både systematiske og tilfeldige miljøfaktorer) mellom individer, utstillinger og år. Beregnede arvbarheter har derfor direkte sammenheng med dommerfaktoren, og forutsetningen om at beregnede arvbarheter er gyldige i datasettet avhenger således av valgt dommerkompetanse. Følgende hypoteser ble testet i studien:

1. De bedømte egenskapsmålene *varierer ikke* med føllenes kjønn og alder eller mellom år (utstillinger). Evaluerer effekt på bedømmelsesresultatene av ulike arrangørsted / personal / rutiner / værforhold, dommer / skriver, ulikt genetisk grunnlag, genetisk endring osv. At dommer ikke foretar systematisk kjønnspreferert bedømmelse eller at føllets alder eller tidsaspekt (skalakalibrering) eller andre tilfeldige forhold som været forstyrrer målingens mulighet eller objektivitet. Hensikten er å evaluere standardiseringen av arrangementet og dommers objektive måleevne. Tidsfaktoren starttrekkefølge ble ikke inkludert i modellen da føllenes starttrekkefølge ikke var tilfeldig (forhåndssortering etter farshingst og disiplin).
2. Sprangbetonede føll har *lavere notering* for gangartskarakterene skritt og trav enn dressurbetonede føll, slik at gjennomsnittlig total sammenlagt poengsum er *lavere* for avkom etter sprang- enn dressurhingstene (jf. Edlen 2008). Hensikten er å evaluere dommers objektive måleevne.
3. Populasjonsgjennomsnittet *ligger på samme nivå* for gangartskarakterene skritt, trav og galopp så lenge dressur- og spranghester tilhører samme avlspopulasjon. Mål på skalakalibreringen. Hensikten er å evaluere dommers objektive måleevne.
4. Ved eksteriørbedømmelse av føll skal *Helhetskarakter* være et skjønnsmessig utveiet snitt av enkeltkarakterene. Videre skal skritt- og trav-karakter for sprangbetonede føll skjønnsmessig vektas ned ved fastsetting av Helhetskarakter, da disse egenskapene ikke er korrelert med sprangevne. Dersom dommeren har vektet helhets eksteriør- og bruksfunksjon for hhv. dressur- (føll med dressurbetonet avstamning) og sprangegenskaper (føll med sprangbetonet avstamning) i tråd med intensjonen, vil gjennomsnittlig helhetskarakter for avkom etter spranghingster og avkom etter dressurhingster *ligge på samme nivå* når disse er medlem av

<sup>1</sup> Bl.a. Koenen et al. 2004, 2002, Bruns et al. 2002, Ruhlmann et al. 2009, Thorén-Hellsten et al. 2009, 2008

<sup>2</sup> Bl.a. Ducro et al. 2009, 2007, Back et al. 1995b, Koenen 1995, Huizinga et al. 1990, 1991, Lüers-Behnke et al. 2006a, 2006b, 2006c, Dietl et al. 2005, Weymann 1993, Viklund et al. 2008, Edlén 2008, Thorén-Hellsten et al. 2006, Wikstrøm 2004, Wallin et al. 2003, Thorén 2002, Olsson et al. 2000, Von Bösch et al. 2000, Kühl 1991, Teegen et al. 2006, Preisinger et al. 1990, Bruns 1981, Slade 1989, Hodson et al. 1999, Holmström 1994, Clayton 1998, 1996, 1995, 1994a, 1994b, 1993, Leach et al. 1984, Hole et al. 2002, Clayton & Barlow, 1991, 1989, Clayton et al. 1996, 1995, Colborne et al. 1995, Deuel & Park 1991, Dutto et al. 2004, Barrey et al. 1993, 2002, Bowker et al. 1995, Gramsbergen 2001, Gerard & Hodgson 2001, Rivero et al. 1996a, 1996b, Dingboom 2002, Kurvers et al. 2006, Anderson & McIlwraith 2004, Hunt 1999, 1997, Back et al. 1993, 1994a, 1994b, 1996, 1999a, 1999b, 2002, Bobbert et al. 2005, Santamaria et al. 2004a, 2004b, 2002.

<sup>3</sup> Vangen 1997.

samme avlspopulasjon. Mål på at sprangbetonede føll ikke diskrimineres i forbindelse med eksteriør føllbedømmelse. Hensikten er å evaluere dommers objektive måleevne.

5. I populasjonen som helhet er Helhetskarakteren *sterkere positivt korrelert* (positiv sammenheng) med typekarakteren enn til de øvrige bedømte egenskapsmålene, og for de sprangbetonte føllene *sterkere positivt korrelert til galoppkarakteren* versus de dressurbetonte føllene. Skalaen for type er derfor også oppjustert i forhold til skalaen for hode-hals-kropp, fundament og gangarter ved at gjennomsnittet for type er høyere enn gjennomsnittet for de øvrige, selv om typekvalitet ikke nødvendigvis er den samme for de to gruppene. For de sprangbetonede føllene er også galoppkarakteren oppjustert tilsvarende. Hypotesen baserer seg på utenlandske undersøkelser på sammenheng mellom egenskaper målt som føll og egenskaper som voksen<sup>2</sup>, som har vist at type og galopp gjerne er de egenskapsmål hos føll som har høyest sammenheng med ønskede egenskaper som voksen. I tillegg et mål på at sprangbetonede føll ikke diskrimineres i forbindelse med eksteriør føllbedømmelse. Hensikten er å evaluere dommers objektive måleevne.
6. Skalaen for fundament (mål på holdbarhet) er nedjustert i forhold til de øvrige bedømte egenskapsmålene ved at *gjennomsnittet for fundament er lavere* enn gjennomsnittet for de øvrige egenskapsmålene. Hypotese basert på trend sett i Norge og i utenlandske studier - svenske studier antyder blant annet at fundament kan være negativt fenotypisk korrelert med skritt, trav og galopp<sup>4</sup>. Mål på skalakalibreringen. Hensikten er igjen å evaluere dommers objektive måleevne.
7. De bedømte egenskapsmålene *varierer med hoppekvalitet* (morddyret). Hypotesen baserer seg på at hoppekvalitet dels kan sees som en fast miljøeffekt, og dels som en variabel genetisk effekt. For føll antas den siste å ha størst effekt.
8. Hingster som viser en positiv nedarving av egen fenotype/genotype vil *visе en ensartethet* (positiv fenotypisk korrelasjon, liten spredning) for egenskapen i avkomgruppen på et bredt utsnitt av hopper. Hingster som ikke viser en positiv nedarving av egen fenotype/genotype vil *visе en manglende ensartethet* (negativ fenotypisk korrelasjon, stor spredning) for egenskapen i avkomgruppen på et bredt utsnitt av hopper.
9. Nedarvingsevnen for de norskkårede farshingstene *er ikke lik* nedarvingsevnen for de importerte farshingstene i hhv. sprang- og dressurdisiplin for de bedømte egenskapsmålene. Hypotesen begrunnes ut fra en teori at de norskkårede farshingstene representerer et gjennomsnitt av avlshingster innen den norske populasjonen, mens importthingstene representerer et selektert materiale i forhold til at de antatt tilhører "beste kvalitet" fra respektiv populasjon/avl forbund. Forklares gjennom brukernes importmotivasjon.

Hypotese 1-6 behandles i denne artikkelen (Del 1), hypotese 7-9 vil publiseres senere i vår (AVLSDATA FRA FØLLFESTIVALEN - Del 2).

## **MATERIALE & METODER :**

101 føll etter 29 hingster og 87 forskjellige hopper ble over 2 sesonger bedømt for 7 funksjons-egenskaper (genetisk kvantitative egenskaper) i avkomsgupper etter de involverte hingstestasjoners norskkårede hingster. Avkommene er inndelt i avstammingskategori sprangbetonet (s) eller dressurbetonet (d), og i blandede referansegrupper av sprangbetonede (s) eller dressurbetonede (d) avstamminger av importthingster (representerer utenlandsk nivå). Hingstene er formidlet av de respektive avlsstasjoner JJ Horses og Bråthen Gård. Sorteringen etter avstammingsbasert disiplinbetoning ble i utgangspunkt foretatt etter farshingst, deretter etter morlinje når farshingsten viser dobbelttalent.

### **Individkontroll:**

Individkontroll ble ikke foretatt på stedet, men sædens og alle hopenes ID er tidligere sjekket av arrangør/hingstestasjon ved inseminasjon. DNA-kontroll av ID-papirer for hingst/sæd og hoppe er korrekte ble/blir etterskuddsvis foretatt. Sikkerhet i forhold til individidentitet er en fundamental og grunnleggende forutsetning for alt avlsarbeid. Individisikkerheten i dette materiale holder et høyere

---

<sup>4</sup> Von Bösch et al. 2000, Kühl 1991, Teegen et al. 2006, Preisinger et al. 1990, Edlen 2008.

sikkerhetsnivå enn tilsvarende ved andre bedømmelsessituasjoner for føll i Norge, grunnet kobling mellom mordyrets avstammingsopplysning og insemineringslogistikk på avlstaasjonene. Selv om systemet ikke er ”vanntett”, er det uansett sikrere enn for andre føllbedømmelser i Norge. Med unntak av hingstekåring, blir det ikke foretatt individkontroll i forbindelse med offentlige utstillinger. Sikker kvalitetssikret identitetskontroll i denne sammenheng er kontroll av hest mot pass/mikrochip foretatt av kyndig kontrollant.

**Tabell 1: De 7 bedømte (genetisk kvantitative) egenskapsmål**

Egenskapsmål	Beskrivelse	Poengskala**
A	Eksteriør kroppstype	1-10
B	Eksteriør bygning hode, hals, kropp	1-10
C	Fundament (beinstilling og bevegelsesens korrekthet)	1-10
D	Bevegelsesmekanikk i skritt / skritt-funksjon*	1-10
E	Bevegelsesmekanikk i trav / trav-funksjon*	1-10
F	Bevegelsesmekanikk i galopp / galopp-funksjon*	1-10
G	Skjønnsmessig vektet helhets eksteriør- og bruksfunksjon	1-10

\* Kvalitet som takt-steglengde-aktivitet-løsgjorthet

\*\*I praksis benyttes skala 6-10, da man regner med at dyr med 5 eller dårligere (underkjent) ikke møter til bedømmelse.

\*\*\*Resultater fra utlandet<sup>2, 4</sup> viser høyest arvbaheter (ARV) for egenskapsmålene A (type) og E (travfunksjon), F (galoppfunksjon), B (eksteriør hode-hals-kropp), D (skrittfunksjon) (i avtagende rekkefølge) og lavest for C (fundament). Egenskapsmålene er sterkt korrelert (sammenheng) med samme egenskapsmål som voksen innen dressurdisiplin, men lavere innen sprangdisiplin. Galoppfunksjon er sterkest korrelert (sammenheng) med sprangegenskaper som voksen, men likevel ikke mer enn rundt 0,3. Interiøre egenskaper og kraft i satsen betyr mest. Skrittfunksjon er negativt korrelert (sammenheng) med sprangegenskap. En pålitelig avlsvurdering av hingster basert på føllbedømmelsesresultater er mulig, forutsatt at forbedring av eksteriøregenskaper i en populasjon er et mål / at tyngdepunktet i avlsmålet ligger på de eksteriøre egenskapsmålene A, E, F og B, at antall avkom er tilstrekkelig stort (n minst 15-20 pr hingst) og at korrigering (justering) for systematiske miljøeffekter kan gjøres.

## Miljøbeskrivelse:

Bedømmelsen foregikk på samme arrangørsted, utendørs på gressbane 20 x 35 m, og med samme arrangør/funksjonærpersonal og rutiner begge år. Utstillingskatalogen inneholdt fødselsdata og avstamning på føllene, men ikke informasjon om hopenes (mordyrenes) eller farshingstenes kvalitet/prestasjoner. Visningsmåte: Hoppene ble vist for hånd i hodelag med føllet i longe for oppstilling og skritt-bedømmelse, og løstvist for trav- og galoppbedømmelse. Hesteeierne ble på forhånd informert om viktigheten av tempoet i mønstringen. I tillegg besørget profesjonelle piskeførere korrekt bevegelseshastighet/-kvalitet for hvert av føllene under bedømmelsen. Det ble benyttet en og samme dommer til alle bedømmelsene, men ulike skrivere. Ved ulike tilfeldige miljøbetingede hendelser under visningen ble bedømmelsen gjentatt. Eksempel på den type hendelser: føllet løper bak mor, sklir, ikke optimalt tempo og lignende. Sammenliknet med tilsvarende føllutstillinger, er miljøet i dette materialet høy grad standardisert med minimal variasjonsgrad. Miljøvariasjon vil ofte referere seg til ulike dommere, ulike visningsforhold/fasiliteter, ulik protokoll og ulik bedømningsforståelse.

## Bedømmelse:

Genetisk kvantitative egenskaper er kjennetegnet ved at det er en gradvis variasjon med alle overganger mellom høyeste og laveste verdi. Betegnelsen for dette er normalfordeling, og for hvert dyr kan/må en bestemme mengden eller størrelsen av egenskapen (kvantitet). Bedømmelsesskala som brukes til eksteriøre egenskapsmål i ridehestavlen er karakterer fra 1-10 vurdert i forhold til et definert avlsmål som referanse, hvor 10 er best. I studien er benyttet kun hele karakterer, med internasjonalt avlsmål som referanse. Bruk av hele karakterer sikrer også sammenlikningsmulighet mellom dette materialet og tilsvarende materiale i bl.a. Danmark og Sverige, der ASVH og Dansk Varmblod benytter tilsvarende gradering (hele karakterer). Disiplinbetoning på grunnlag av avstamning (føllnivå) er ikke en strikt inndeling i to populasjoner sprang og dressur. For føll med sprangbetonet avstamning ble de 7 egenskapsmålene dels bedømt og dels vektet forskjellig fra føll med dressurbetonet avstamning. Eksempelvis kan det ligge en ulik typekvalitet bak en typekarakter på samme nivå. Dette ble igjen gjenspeilet gjennom ulik vektning av egenskapene A, B, C, D, E og F i G for de to

funksjonsgruppene, typisk at skritt (D) og trav (E) ble vektet noe ned og galopp (F) vektet noe opp for de sprangbetonte føllene, slik det refereres til i hypotese 4 og 5. Harmoniseringen ble sikret gjennom bruk av en og samme dommer – leder av Dansk Varmblods kåringskommissjon Poul Graugaard, som årelangt har bedømt og bedømmer flere 1000-talls ridehester årlig – føll, hingster og hopper i sport og avl.

*Etter bedømmelsen av føllene ble den beste (2007) / 3 beste (2009) opprangert i hver gruppe, og vinnerføllet (2009) / alle med 9 i eksteriør- og bruksfunksjons helhetskarakter (2007) (G) i hver gruppe gikk videre til en senere finale for henholdsvis dressur- og sprangbetonede føll. Dette tiltaket var kun for avlsstimulering og markedsføringsformål, og ulik praksis mellom år er derfor uten betydning.*

## **Statistiske beregninger:**

Føllenes foreldre og besteforeldredyr ble gruppert etter stambok de var registrert inn i som føll (mål på genetik / hvilket avlsforbund de er avlet), og mordyrene ble gruppert i kvalitetsklasser på grunnlag av genotypiske og fenotypiske egenprestasjoner. Det vil si inndeling på bakgrunn av kåringsgrad og sportsresultater. Føllene ble gruppert etter dressur- og sprangbetoning og etter kjønn, alder (født før og etter 1. juni) og år. Statistikkberegninger ble utført for genetisk bidrag, faste miljøeffekter, avhengighet, frekvensfordeling / normalitet og hypotesetester. For detaljert beskrivelse av beregningsmetodene, kan studien leses i sin helhet på [www.reierstadridehest.no](http://www.reierstadridehest.no).

## **RESULTATER & DISKUSJON :**

### **FORUTSETNINGER, MATERIALE OG METODER:**

#### **Genetisk materiale**

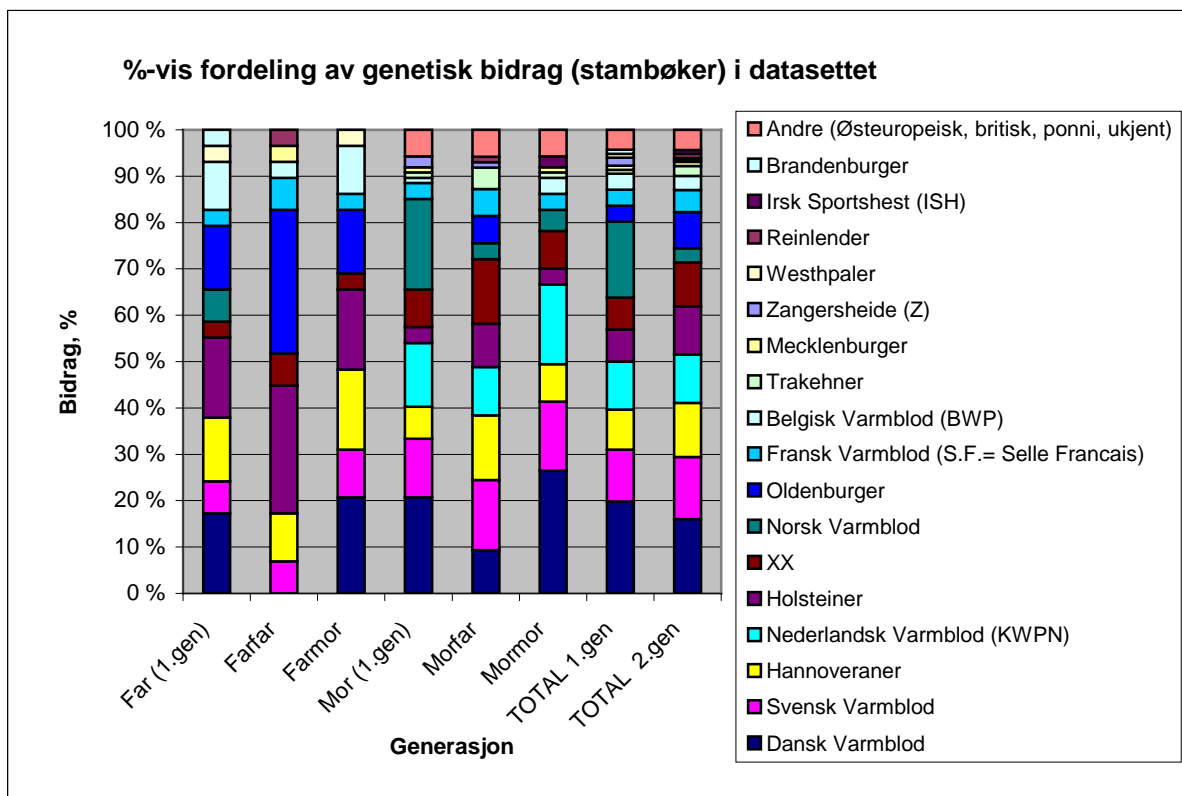
Datasettet er et meget representativt utvalg av dagens norske ridehestemateriale. Det består av henholdsvis ca 50-60% og 25 % av den totale norskfødte føllårgangen for 2009 og 2007.

Hestematerialet i datasettet er alle 1. (83,6%) eller 2. generasjon (97%) av importerte foreldre / genmateriale fra ledende europeiske ridehestavlsforbund i begge ledd, med unntak av 7 individer (3 %) som enten i far- eller morledd er 3. generasjon etter importerte foreldre, hvorav kun ett individ (0,4%) delvis norsk oppdrett i flere ledd. For 2 individer er mor sportsponni (1,7%). Dvs. mer enn 98 % av det genetiske bidraget er importhest. Det genetiske bidraget i 1. og 2. generasjon domineres av Dansk Varmblod (16,0%), Svensk Varmblod (13,4%), Hannoveraner (11,7%), KWPN (10,4%), Holsteiner (10,4%), Engelsk fullblod (9,5%), Oldenburger (7,8%), Selle Francais (4,8%), BWP (3,0 %) og Trakehner (2,2%). **Figur 1.**

Norges Rytterforbunds hestedatabase består av om lag 16000 ridehester, overveiende import hvorav mellom 1000-1500 årlig. Norsk Varmblods populasjon består av omkring 450 årlige (2006-2008) nyregistreringer, hvorav 67-78% er innrullerte import (hovedsakelig hopper til avl) og 22 - 33% norskregistrerte (hvorav 50% hopper), dvs totalt omkring 320 hopper årlig hvorav 60 norskregistrerte. Årlig bedekkes omkring 250 hopper (siste 3 år) fra denne populasjonen. Ca 25% av disse bedekningene er igjen med importhingst (ikke kåret i Norge), 50-73 % er med importhingst kåret i Norge, og 2-25 % med norskregistrerte hingster. Dvs. den norskregistrerte andelen er overveiende 1.generasjons bedekninger mellom importert hoppe og hingst (stor turnover - hobbyaktører som kun ønsker å lage seg en ny ridehest), og svært få som driver systematisk avl/videreforedling av det norske materialet (næringsaktører)<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Reierstad, U., Hingstekatalog for Norsk Varmblod 2006-2008, Årsmelding for Norsk Varmblod 2006-2008, Avlshest.no, www, Riksstambok for Norsk Varmblod bind 1-3 med tillegg.



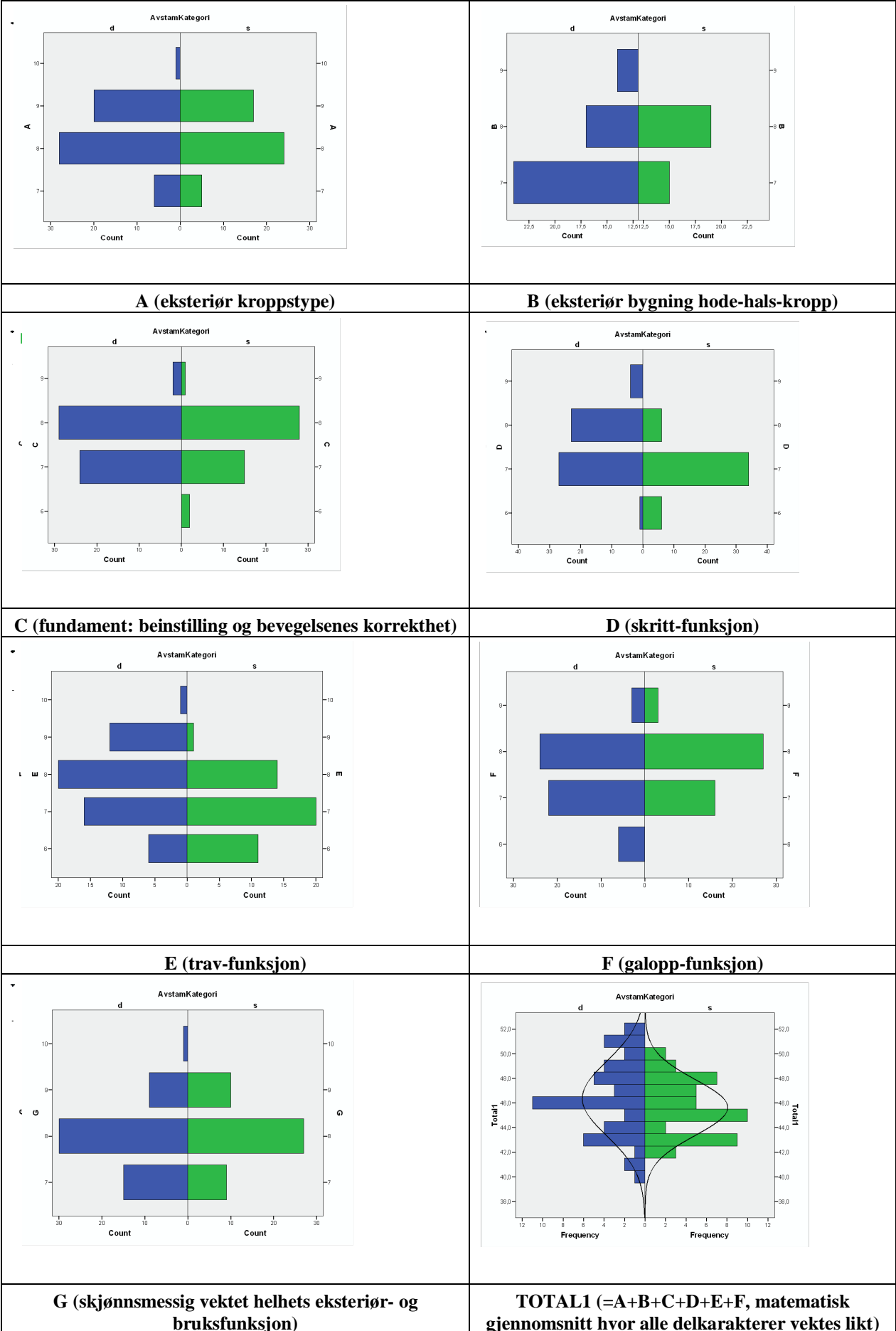
**Figur 1.** Gruppering av føllenes foreldre dyr (87 hopper og 29 hingster) etter opprinnelsesstambok (basert på førstegangsregistrering). I 2.generasjon går noen individer igjen flere ganger (jf. marginalt genetisk bidrag).

## Frekvensfordeling og normalitet

Ingen av egenskapsmålene A(Type), B(Hode,Hals,Kropp), C(Fundament), D(Skritt), E(Trav), F(Galopp), G(Helhet) viste signifikans for normalfordeling i datasettet totalt sett (n=101) eller for dressur- (n=55) og spranggruppen (n=46) hver for seg, selv om kurvene for alle med unntak av egenskap B (hode-hals-kropp) ser noenlunde normalfordelte ut, **Figur 2**. Sammenlagtkarakterene TOTAL1 (=A+B+C+D+E+F) og TOTAL2 (=A+B+C+D+E+F+G) var derimot signifikant normalfordelt (95% signifikansnivå) med unntak av for TOTAL1 for spranggruppen. Manglende normalitet i enkeltkarakterene kan derfor forklares ved skalaen, som lå på 6-10 for de dressurbetonte føllene og på 7-9 for de sprangbetonte føllene (jf **Tabell 1**). Det vil si svært liten spredning. Samme problem finnes imidlertid også i utenlandske studier<sup>4</sup>.

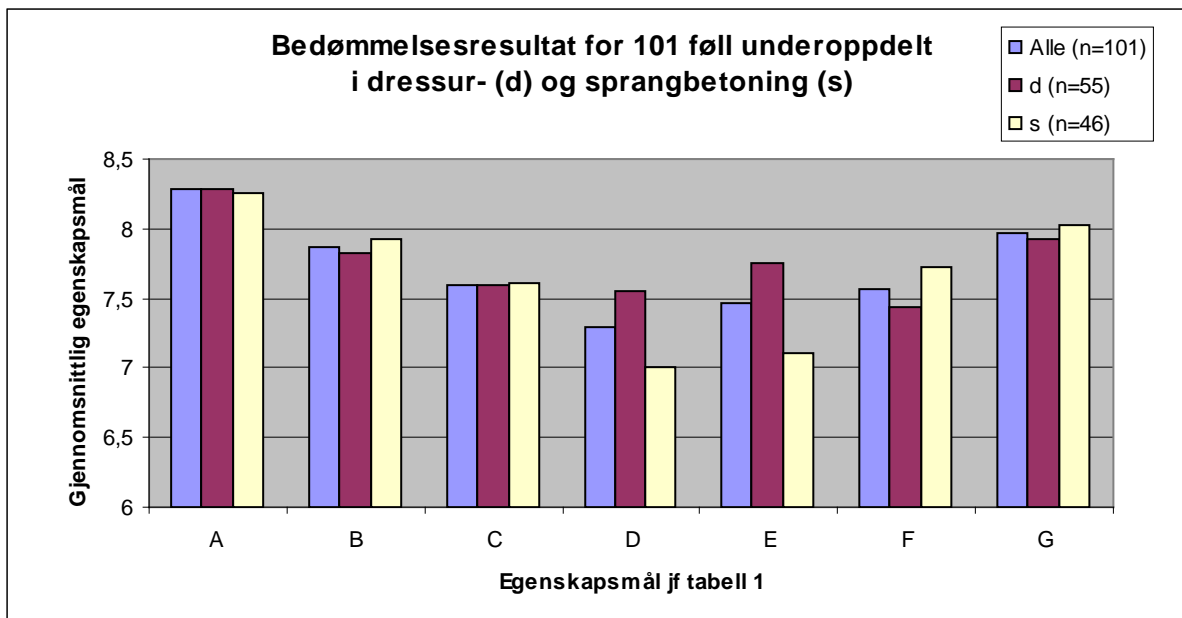
For å kunne få et sikrere mål på om dataene viser normalfordeling kan eventuelt statistiske/logaritmiske prosedyrer for forminskning av skala kjøres på datasettet.

**Figur 2. Fordeling i egenskapsmål i datasettet for dressurbetonte føll (d, blå stolper (n=55)) vs sprangbetonte føll (s, grønne stolper (n=46))**



## Miljøeffekter og arvbårheter

**Hypotese 1.** Statistiske beregninger på materialet viste ingen effekt på bedømmelsesresultatene av kjønn, alder eller bedømmelsesår. Genetisk endring innen dataene antas liten fra 2007 til 2009. Det vil si at hypotese 1 om at arrangørapparatet har fungert optimalt (standardiserte forhold), og at dommeren ikke lar seg forstyrre av kjønn, alder, værforhold eller lignende er bekreftet. Dermed bedømmes det som skal bedømmes: føllenes iboende genetiske kvalitet nedarvet fra farshingst og mordyr. Skalaen er godt kalibrert mellom år.



**Figur 3.** Fordeling i egenskapsmål i datasettet totalt sett samt for dressurbetonte føll (d) og sprangbetonte føll (s).

Foruten for test på faste effekter og normalitet ble målesikkerheten av dommeren som måleenhet testet gjennom ulike tester, som alle viser stor grad av målesikkerhet:

- **Hypotese 2.** De dressurbetonte føllene hadde *signifikant høyere notering for skritt og trav*, og de sprangbetonte føllene hadde *signifikant høyere notering for galopp (figur 3)*. Siden disse trakk i hver sin retning (2 i favør dressur, 1 i favør sprang) ble sammenlagtkarakteren ikke signifikant (sikkert) forskjellig mellom dressur- og spranggruppen, men det var en sterk trend (83% signifikansnivå) at den var høyere for de dressurbetonede føllene.
- **Hypotese 3.** Gjennomsnittet for de bedømte egenskapsmålene var *signifikant like* mellom skritt og trav og mellom trav og galopp, *men ikke* mellom skritt og galopp (gjennomsnittlig galoppkarakter var signifikant høyere) (figur 3). Dette er en naturlig effekt av oppjustering av galoppkarakter for sprangbetonte føll, uten at gjennomsnittlig galoppkarakter for dressurbetonte føll blir lavere.
- **Hypotese 4.** Helhetskarakteren (G) for de dressurbetonte og sprangbetonte føllene var signifikant like (figur 3).

Det vil si at anvendt dommer viser en svært god evne til å ta høyde for ulike avlsretninger innen samme populasjon. På tross av dette er Helhetskarakteren (G) et riktigere vektet mål på en populasjon med todelt avlsmål enn sammenlagtkarakteren.

Dommerens forklaring av vekting av bedømmelsene av hhv. sprang- og dressurbetonede føll:

*Bedste springbetonede føl 2009* blev *Incredible Hot* efter *Indoctro / Voltaire*, fra *Nina Karstensen* og *Christian Anfinnsen Øien*. Dette føl har i mine øjne alle forudsætninger for at kunne løse springsportens krav på topniveau, – primært vurderet ud fra type, harmoni, smidighed, balance og fremragende galop.

*Bedste dressurbetonede føl 2009* blev *Leroy* efter *Louis Vuitton / Depardieu*, fra *Kristin G. Andresen*. Begrundelsen er, at jeg i dette føl ser optimalt udtryk, harmoni og balance i kropsbygning, suppleret med helt optimal funktion, med meget stor smidighed og balance i bevægelsen.

- **Hypotese 5.** Helhetskarakteren (G) var *sterkest korrelert* (positivt i avtagende rekkefølge) til egenskapsmål B (hode-hals-kropp, 0,763), A (type, 0,743), og F (galopp, 0,579) deretter (bidrar ikke signifikant) til C (fundament, 0,545), E (trav, 0,456) og D (skritt, 0,353).  
For dressurbetonte føll var helhetskarakteren *sterkest korrelert* (positivt i avtagende rekkefølge) til egenskapsmål B (hode-hals-kropp, 0,767), E (trav, 0,760) og F (galopp, 0,634), deretter (bidrar ikke signifikant) til A (type, 0,723), C (fundament, 0,660) og D (skritt, 0,554).  
For sprangbetonte føll var helhetskarakteren *sterkest korrelert* (positivt i avtagende rekkefølge) til egenskapsmål A (type, 0,779), B (hode-hals-kropp, 0,657) og F (galopp, 0,486), deretter (bidrar ikke signifikant) til C (fundament, 0,412), D (skritt, 0,199) og E (trav, 0,124).  
Foruten at Helhetskarakteren (G) var sterkere korrelert til hode-hals-kropp (B) enn til type (A) for de dressurbetonte føllene, *ble hypotesen bekreftet*. Det var imidlertid sterk korrelasjon (0,723) mellom egenskapsmål A (type) og B (hode-hals-kropp) hos dressurføllene, slik at B også er et relevant mål for Type. Gjennomsnittet for egenskapsmålene A (type) og B (hode-hals-kropp) var signifikant høyere (oppjustert) enn de øvrige (**figur 3**).
- **Hypotese 6.** Gjennomsnittet for egenskapsmålet fundament (C) var *signifikant lavere* enn for type (A), hode-hals-kropp (B) og helhet (G), men *var høyere* enn eller lik for skritt, trav og galopp (**figur 3**). Det vil si at bedømmelsen av karakteren fundament i studien henger tett sammen med bedømmelsen av gangartskarakterene. *Hypotesen om at skalaen var nedjustert for egenskapen ble forkastet*. Studien støtter altså ikke svensk materiale (Edlen 2008), der helhetskarakter og galopp for oppveining av sprangegenskaper ikke benyttes.

Det vil si at anvendt dommer viser en svært god evne til å kalibrere bedømmelsene i forhold til vektlegging av prestasjons- og holdbarhetssegenskaper som har betydning for hestene som voksne konkurransedyr.

## KONKLUSJONER & POTENSIELL RELEVANS:

- Datasettet i studiet er meget representativt for den norske ridehestpopulasjonen.
- Dagens norske ridehestpopulasjon består nesten utelukkende av importert genetisk materiale. Populasjons-turnover mht. avlsmateriale er svært stor. Det vil si at Norge ikke har noe egenprodusert avlsmateriale, og dermed heller ingen avlsfremgang.
- Den anvendte dommeren fungerte med meget stor grad av målesikkerhet og evne til å gi en riktig vekting av de bedømte dyrene i henhold til internasjonalt avlsmål – kravene fra sporten - og til å ivareta ulike avlsretninger sprang og dressur innen samme populasjon.
- Manglende normalfordeling i datasettet antas å henge sammen med stor skala og finnes tilsvarende i utenlandske studier<sup>4</sup>.
- Forutsetningen om at avlsmål, bedømmelsesprosedyrer og genetiske evalueringsmetoder som er etablert i ledende europeiske ridehestavlsforbund, har relevans for og kan benyttes på det norske datasettet er dermed gyldig.
- Brukt riktig gir Helhetskarakteren mulighet for et riktigere vektet rangerings-mål enn sammenlagt-karakteren på en populasjon med todelt avlsmål.

- For benyttede dommer har type-, hode-hals-kropp og galoppkarakter sterkest veiledende verdi om føllet som fremtidig spranghest, mens hode-hals-kropp-, trav-, galopp- og typekarakteren har sterkest veiledende verdi som fremtidig dressurhest. Egenskapskvalitet er imidlertid ikke nødvendigvis de samme for de to bruksgruppene.
- Bedømmelse for holdbarhet uttrykt som fundament har sterk bedømningsmessig sammenheng med bedømmelsen av bevegelsesfunksjonalitet.
- Resultatet antyder høyest arvbarheter (ARV) for egenskapsmålene B, E, F og A for dressurgruppen og A, B, og F for spranggruppen. Deretter C (fundament) og D (skritt). En pålitelig avlsvurdering av hingster basert på føllbedømmelsesresultater er mulig, forutsatt at tyngdepunktet i avlsmålet ligger på forbedring av nettopp disse egenskapsmålene, og at antall avkom er tilstrekkelig stort (n minst 15-20 pr hingst) og at korrigerende for systematiske miljøeffekter kan gjøres<sup>2,4</sup>.
- Private næringsaktører har en unik mulighet til å tilrettelegge for og gjennomføre bedømmelser (datafangst) under kontrollerte, standardiserte forhold (*stasjonstest*). Hingstestasjoner har en unik mulighet til å gjennomføre individkontroll som er bedre enn på andre offentlige/offisielle eller uoffisielle utstillinger.
- Metoden representerer et praktisk opplegg for en stasjonstest med korrigerende for systematiske og tilfeldige miljøeffekter og en beregningsmetode for evaluering av avlsdyr på grunnlag av bedømmelse av føll (avkom) som kan brukes under norske forhold. Mer om dette i **AVLSDATA FRA FØLLFESTIVALEN - DEL 2**.
- Etter hvert som flere data samles inn vil resultatene kunne fungere som grunnlag for avlsverdberegning av hingstene (kvantitative avlsverktøy) så vel som for rådgivende føllbeskrivelser (kvalitative, pedagogiske avlsverktøy). Dette kan virke avlsstimulerende og gi tilstrekkelig avl / populasjonsstørrelse til å kunne oppnå en avlsfremgang.

# REFERANSER :

## Datakilder:

Avlshest.no, <http://avlshest.no/?p=9485> - Foreløpige bedekningstall, 15.oktober 2009, sist sett 09.01.2010.

Avlshest.no, – Bildegallerier:

- <http://avlshest.no/?p=7804> - Avkom Louis Vuitton, 04. august 2009, sist sett 09.01.2010.
- <http://avlshest.no/?p=7826> - Avkom: White Talisman, 04. august 2009, sist sett 09.01.2010.
- <http://avlshest.no/?p=7814> - Avkom: dressurhingster, 04. august 2009, sist sett 09.01.2010.
- <http://avlshest.no/?p=7783> - Avkom: Cicero Van T & L, 03. august 2009, sist sett 09.01.2010.
- <http://avlshest.no/?p=7771> - Avkom: Tobajo Picez, 01. august 2009, sist sett 09.01.2010.
- <http://avlshest.no/?p=7760> - Avkom: Kingsland SM, 01. august 2009, sist sett 09.01.2010.
- <http://avlshest.no/?p=7793> - Avkom: spranghingster, 03. august 2009, sist sett 09.01.2010.

Bråten gård, <http://www.braaten-hoel.no>, sist sett 09.01.2010.

Hingstekatalog for Norsk Varmblod 2008. Reierstad, U. (red.). *Mediehuset Wiegaarden/Ridehesten*, Danmark, 44 s.

Hingstekatalog for Norsk Varmblod 2007. Reierstad, U. (red.). *Mediehuset Wiegaarden/Ridehesten*, Danmark, 36 s.

Hingstekatalog for Norsk Varmblod 2006. Reierstad, U. (red.). *Mediehuset Wiegaarden/Ridehesten*, Danmark, 36 s.

JJ Horses, <http://www.norwegianwarmblood.com>, sist sett 09.01.2010.

Reierstad, U. Sekretær/stambokfører Norsk Varmblod 2006-2009.

Riksstambok over Norsk Varmblods ridehest Tillegg I til bind 3 (2003). Norsk Hestesenter (red), *Grafisk Produksjon PDC Tangen AS*, Lena, Norge. 148 s. ISSN 0801-6216.

Riksstambok over Norsk Varmblods ridehest Bind 3 (2001). Norsk Hestesenter (red), *Grafisk Produksjon PDC Tangen AS*, Lena, Norge. 553 s. ISSN 0801-6216.

Riksstambok over Norsk Varmblods ridehest Bind 2 (1987). Statens Fagtjeneste for Landbruket (red.). *SFFL-Trykk*, Ås, Norge. 195 s. ISSN 0801-6216.

Riksstambok over Norsk Varmblods ridehest Bind 1 (1983). Norsk Forening for Varmblodig Hesteavl (red). *Inter-Sats Trykkeri*, Gjøvik, Norge. 133 s.

Årsmelding Norsk Varmblod 2008. Reierstad, U. & Hansson, M. (red.). 26 s.

Årsmelding Norsk Varmblod 2007. Reierstad, U. (red.). 40 s.

Årsmelding Norsk Varmblod 2006. Reierstad, U. (red.). 24 s.

## Litteratur:

Anderson, T.M. & McIlwraith, C.W., 2004. Longitudinal development of equine conformation from weanling to age 3 years in the Thoroughbred. *Equine vet. J.* 36:7, 563-570.

Back, W., van den Bogen, A.J., van Weeren, P.R., Bruin, G. & Barnevald, A. 1993. Quantification of the Locomotion of Dutch Warmblood foals. *Acta Anatomica* 146, 141-147.

Back, W., Barnevald, A., Bruin, G., Schamhardt, H.C. & Hartman, W., 1994a. Kinematic detection of superior gait quality in young trotting warmbloods. *The Veterinary Quarterly* Vol 16, *Suppl. 2*, S91-S96.

Back, W., Barnevald, A., Schamhardt, H.C., Bruin, G. & Hartman, W., 1994b. Longitudinal development of the kinematics of 4,- 10,- 18- and 26-month-old Dutch Warmblood horses. *Equine vet. J., Suppl.* 17, 3-6.

- Back, W., Schamhardt, H.C., Hartman, W., Bruin, G. & Barnevald, A., 1995a. Predictive value of foal kinematics for the locomotor performance of adult horses. *Research in Veterinary Science* 59, 64-69.
- Back, W., Hartman, W., Schamhardt, H.C., Bruin, G. & Barnevald, A., 1995b. Kinematic response to a 70 day training period in trotting Dutch Warmbloods. *Equine vet. J., Suppl.* 18, 127-131.
- Back, W., Schamhardt, H.C. & Barnevald, A. 1996. The influence of conformation on fore and hind limb kinematics of the trotting Dutch Warmblood horse. *Pferdeheilkunde* 12:4, 647-650.
- Back, W., Schamhardt, H.C., van Weeren, P.R. & Barnevald, A., 1999a. A comparison between the trot of pony and horse foals to characterise equine locomotion at young age. *Equine vet. J., Suppl.* 30, 240-244.
- Back, W., Smit, L.D., Schamhardt, H.C. & Barnevald, A., 1999b. The influence of different exercise regimens on the development of locomotion in the foal. *Equine vet. J., Suppl.* 31, 106-111.
- Back, W., Schamhardt, H.C., Barnevald, A. & van Weeren, P.R., 2002. Longitudinal development of kinematics in Shetland ponies and the influence of feeding and training regimes. *Equine vet. J.* 34:6, 609-614.
- Barrey, E., Blanchard, G. & Orange, F., 1993. Stride kinematics in show jumping horse: influence of the level, breed, sex and genetic factors. *Recueil de Médecine Vétérinaire* 169:1, 37-43.
- Barrey, E., Desliens, F., Poirel, D., Biau, S., Lemaire, S., Rivero, J.-L.L. & Langlois, B., 2002. Early evaluation of dressage ability in different breeds. *Equine vet. J., Suppl.* 34, 319-324.
- Bobbert, M. F., Santamaria, S., van Weeren, P.R., Back, W. & Barnevald, A., 2005. Can jumping ability of adult show jumping horses be predicted on the basis of submaximal free jumps at foal age? A longitudinal study. *The Veterinary Journal*, Volume 170, Issue 2, 212-221.
- Bowker, R. M., Linder, K., Sonea, I.M. & Guida, L.A., 1995. Sensory nerve fibres and receptors in equine distal forelimbs and their potential roles in locomotion. *Equine vet. J., Suppl.* 18, 141-146.
- Bösch von M., Reinecke S., Röhe R. & Kalm E., 2000. Genetische Analyse von Merkmalen in der Reitpferdezucht – Variationskomponenten für Merkmale der Fohlenbeurteilung, Stutbuchaufnahme (Exterieurbeurteilung und Zuchtstutenprüfung). *Züchtungskunde* 72 (3), 161-171.
- Clayton, H.M. & Barlow, D.A. 1989. The effect of fence height and width on the limb placements of show jumping horses. *Equine Veterinary Science* 9:4, 179-185.
- Clayton, H.M. & Barlow, D.A. 1991. Stride Characteristics of Four Grand Prix Jumping Horses. *Equine Exercise Physiology* 3, 151-157.
- Clayton, H.M. 1993. The Extended Canter: A Comparison of Some Kinematic Variables in Horses Trained for Dressage and for Racing. *Acta Anat* 146, 183-187.
- Clayton, H.M. 1994a. Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended trot in horses. *Equine vet. J.* 26:3, 230-234.
- Clayton, H.M. 1994b. Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended canters. *Equine vet. J. Suppl.* 17, 16-19.
- Clayton, H.M. 1995. Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended walks in horses. *Am J Vet Res* Vol 56:7, 849-852.
- Clayton, H.M., Colborne, G.R. & Burns, T.E., 1995. Kinematic analysis of successful and unsuccessful attempts to clear a water jump. *Equine vet. J., Suppl.* 18, 166-169.
- Clayton, H.M., Colborne, G.R., Lanovaz, J.L. & Burns, T.E., 1996. Linear Kinematics of Water jumping in Olympic Show Jumpers. *Pferdeheilkunde* 12:4, 657-660.
- Clayton, H.M. 1996. Time-motion analysis of show jumping competitions. *Journal of Equine Veterinary Science* Vol 16:6, 262-266.
- Clayton, H.M. 1998. Gait analysis of dressage performance. *CESMAS 1998, session 3, Feeding and performance evaluation*, 183-189.

- Colborne, G.R., Clayton, H.M. & Lanovaz, J.L., 1995. Factors that influence vertical velocity during take off over a water jump. *Equine vet. J., Suppl.* 18, 138-140.
- Bruns, E., 1981. Estimation of the breeding value of stallions from the tournament performance of their offspring. *Livestock Production Science* 8, 465-473.
- Bruns, E., Richard, A. & Koenen, E.P.C., 2002. Interstallion – on the way to an international genetic evaluation of sport horses. *55th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Bled, Slovenia, 5-8 september 2004, Session HG5.*
- Deuel, N.R. & Park, J., 1991. Kinematic Analysis of Jumping sequences of Olympic Show Jumping Horses. *Equine Exercise Physiology* 3, 158-166.
- Dietl, G., Hoffmann, S. & Reinsch, N., 2005. Impact of trainer and judges in the mare performance test of Warmblood Horses. *Arch Tierz. Dummerstorf* 48:2, 113-120.
- Dingboom, E.G. 2002. Equine locomotory muscles: postnatal development and the influence of exercise. Doctoral thesis. *Faculty of Veterinary Medicine, University of Utrecht.*
- Ducro, B.J., Koenen, E.P.C., van Tartwijk, J.M.F.M., & Bovenhuis, H., 2007. Genetic relations of movement and free-jumping traits with dressage and show-jumping performance in competition of Dutch Warmblood sporthorses. *Livestock Science* 107, 227-234.
- 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 vet. J.* 41:2, 139-143.
- Dutto, D.J., Hoyt, D.F., Clayton, H.M., Cogger, E.A. & Wickler, S.J., 2004. Moments and power generated by the horse (*Equus caballus*) hind limb during jumping. *The Journal of Experimental Biology* 207, 667-674.
- Edlén, M., 2008. Genetisk analys av data från fölbesiktning och jämförelse med resultat vid treårstest. Examensarbete 298. *Inst. För husdjursgenetik, SLU, Uppsala, 26 s.*
- Gerard, M.P. & Hodgson, D.R. 2001. Metabolic Energetics of Locomotion. In: *Equine Locomotion (Eds. Back, W. & Clayton, H.), W.B. Saunders Ltd, United States, 327-349.*
- Gramsbergen, A. 2001. The Neurobiology of Locomotor Development. In: *Equine Locomotion (Eds. Back, W. & Clayton, H.), W.B. Saunders Ltd, United States, 37-54.*
- Hodson, E.F., Clayton, H.M. & Lanovaz, J.L., 1999. Temporal analysis of walk moments in the Grand Prix dressage test at the 1996 Olympic Games. *Applied Animal Behaviour Science* 62, 89-97.
- Hole, S.L., Clayton, H.M. & Lanovaz, J.L., 2002. A note on the linear and temporal stride kinematics of Olympic show jumping horses between two fences. *Applied Animal Behaviour Science* 75, 317-323.
- Holmström, M., 1994. Quantitative studies on conformation and trotting gaits in the Swedish Warmblood riding horse. Doktorsavhandling. *Inst. För Anatomi och Histologi, Veterinärmedicinska fakulteten, SLU, Uppsala. 109 s.*
- Huizinga, H.A., 1990. Genetic studies on performance of the Dutch Warmblood riding horse. Doctoral thesis. *Department of Animal Breeding, Wageningen Agricultural University/ Department of Herd Health and Reproduction, Faculty of Veterinary Medicine, University of Utrecht. 119 s.*
- Huizinga, H.A., van der Werf, J.H.J., Korver, S. & van der Meij, G.J.W., 1991. Stationary performance testing of mares from the Dutch Warmblood riding horse population. 1. Estimated genetic parameters of scored traits and the genetic relation with dressage and jumping competition from offspring to breeding stallions. *Livestock Production Science* 27, 231-244.
- Hunt, W.F., Thomas, V.G. & Stiefel, W., 1999. Analysis of video-recorded images to determine linear and angular dimensions in the growing horse. *Equine vet. J.* 31:5, 402-410.
- Hunt, W.F. 1997. Research on foal growth under various pasture conditions. *Proceedings of the Annual Seminar of the Equine Branch of the New Zealand Veterinary Association (NZVA)* 174, 27-35.

- Koenen, E.P.C. & Aldridge, L.I., 2002. Testing and genetic evaluation of sport horses in an international perspective. Paper presented at 7th World Congress Applied to *Livestock Production Science*, Montpellier, August 2002.
- Koenen, E.P.C., Aldridge, L.I. & Philipsson, J., 2004. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livestock Production Science* 88, 77-88.
- Koenen, E.P.C., Veldhuizen, A.E. & Brascamp, E.W., 1995. Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping performance in the Dutch Warmblood. *Livestock Production Science* 43, 85-94.
- Kurvers, C.M., P.R. van Weeren, C.W. Rogers, and M.C. van Dierendonck (2006). Quantification of spontaneous locomotion activity in foals kept in pastures under various management conditions. *American Journal of Veterinary Research* 67(7): 1212-1217.
- Kühl, K., 1991. Analyse von Leistungsprüfungen und Entwicklung eines Gesamtzuchtwertes für die Reitpferdezucht. Doktorsavhandling. *Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*.
- Leach, D.H., Ormrod, K. & Clayton, H.M. 1984. Stride characteristics of horses competing in Grand Prix jumping. *Am J Vet Res*, Vol 45:5, 888-892.
- Lürs-Behnke, von H., Röhe, R. & Kalm, E., 2006a. Genetische Analysen von Reitsportprüfungen und deren Beziehungen zu Merkmalen der Hengstleistungs- und Zuchtstutenprüfung. *Züchtungskunde* 78, 119-128.
- Lürs-Behnke, von H., Röhe, R. & Kalm, E., 2006b. Genetische Parameter für Zuchtstutenprüfungsmerkmale der verschiedenen deutschen warmblutzuchverbände. *Züchtungskunde* 78, 271-280.
- Lürs-Behnke, von H., Röhe, R. & Kalm, E., 2006c. Schätzung genetischer Parameter für Turniersportleistungen innerhalb Prüfungsklassen und deren Beziehungen zu den Merkmalen der Zuchtstuten- und Hengstleistungsprüfung. *Züchtungskunde* 78, 173-183.
- Olsson, E.G., Arnason, T., Näsholm, A., & Phillipsson, J., 2000. Genetic parameters for traits at performance test of stallions and correlations with traits at progeny tests in Swedish warmblood horses. *Livestock Production Science* 65, 81-89.
- Preisinger, R., Wilkens, J. & Kalm, E., 1990. Estimation of genetic parameters and breeding values for conformation traits for foals and mares in the Trakehner population and their practical implications. *Livestock Production Science*, 29, 77-86.
- Rivero, J.-L.L. & Clayton, H.M. 1996a. The potential role of the muscle in kinematic characteristics. *Pferdeheilkunde* 12:4, 635-640.
- Rivero, J.-L.L., Valera, M., Serrano, A. & Vinuesa, M. 1996b. Variability of muscle fibre type composition in a number of genealogical bloodlines in Arabian and Andalusian horses. *Pferdeheilkunde* 12:4, 661-665.
- Ruhlmann, C., Janssens, S., Philipsson, J., Thoren-Hellsten, E., Crolley, H., Quinn, K., Manfredi, E., & Ricard, A. 2009. Genetic correlations between horse show jumping competition traits in five European countries. *Livestock Science* 122, 234-240.
- Santamaria, S., Back, W., van Weeren, P.R., Knaap, J. & Barnevald, A., 2002. Jumping characteristics of naive foals: lead changes and description of temporal and linear parameters. *Equine vet. J., Suppl.* 34, 302-307.
- Santamaria, S., Bobbert, F.M., Back, W., Barnevald, A., & van Weeren, P.R., 2004a. Variation in free jumping technique within and among horses with little experience in show jumping. *Am. J. Vet. Res.* 65:7, 938-944.
- Santamaria, S., Bobbert, F.M., Back, W., Barnevald, A., & van Weeren, P.R., 2004b. Evaluation of consistency of jumping technique in horses between the ages of 6 months and 4 years. *Am. J. Vet. Res.* 65:7, 945-950.
- Slade, L.K. & Branscomb, J. 1989. Conformation traits of jumping horses. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science and Western Branch, Canadian Society of Animal Science* 40, 35-38.

- Teegen, R., Jedruch, A., Edel, C., Thaller, G. & Kalm, E., 2006. Genetic associations among traits from foals' and mares' evaluations with regard to optimizing the breeding program in the Trakehner population. *57th EAAP Annual Meeting, Antalya, Turkey*. 17-20 September 2006.
- Thorén, E. 2002. Genetisk analyse av data från treårstest och jämförelse mellan resultat vid treårstest och kvalitetsbedömning. Examensarbete 229. *Inst. För husdjursgenetik, SLU, Uppsala*, 26 s.
- Thorén-Hellsten, E., Jorjani H. & Phillipsson, J., 2008. Connectedness among five European sport horse populations. *Livestock Science* 118:1-2, 147-156.
- Thorén-Hellsten, & Phillipsson, J., 2009. Interstallion study shows: Efficient young horse testing procedures in Europe – but further improvement possible. [www.biw.kuleuven.be/genlog/livgen/docs/testingprocedures.pdf](http://www.biw.kuleuven.be/genlog/livgen/docs/testingprocedures.pdf). Sist sett 09.01.2010
- Thorén-Hellsten, E., Viklund, Å., Koenen, E.P.C., Richard, A., Bruns, E., & Phillipsson, J., 2006. Review of genetic parameters estimated at stallion and young horse performance tests and their correlations with later results in dressage and show-jumping competition. *Livestock Science* 103, 1-12.
- Vangen, O., 1997. 3. Generell avlslære. I: Avlslære. Vangen, O., Steine, T., Olesen, I. & Hårdnes, T. (red.). *Landbruksforlaget, Oslo*. s 26-75.
- Viklund, Å., Thorén-Hellsten, E., Näsholm, A., Strandberg, E., & Phillipsson, J., 2008. Genetic parameters for traits evaluated at field tests of 3- and 4-year old Swedish Warmblood horses. *Animal* 2:12, 32 s.
- Wallin, L., Strandberg, E., & Phillipsson, J. 2003. Genetic correlations between field results of Swedish Warmblood Riding Horses as 4-years-old and lifetime performance results in dressage and show jumping. *Livestock Production Science* 82, 61-71.
- Weymann, von W. & Glodek, P. 1993. Zuchtwertschätzung für Exterieurmerkmalen aus der Stutbuchaufnahme bei Reitpferden. *Züchtungskunde* 65, 161-169.
- Wikström, Å. 2004. Genetiska parametrar för tävlingsegenskaper vid olika åldrar hos svenska ridhästar. Examensarbete 260. *Inst. För husdjursgenetik, SLU, Uppsala*, 36 s.