



Institutionen för husdjursgenetik

Populationsstruktur och genetisk analys av exteriöra egenskaper hos svensk ardenner

av

Ann-Charlott Siekas



Handledare:

Anna Näsholm

Emma Thorén Hellsten

Examensarbete 280

2006

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).



Institutionen för husdjursgenetik

Populationsstruktur och genetisk analys av exteriöra egenskaper hos svensk ardenner

av

Ann-Charlott Siekas

Agrovoc: Horses, Animal model, Heritabilities, Correlations, Inbreeding

Övrigt: Conformation traits, Swedish Ardenner horse

Supervisors:

Anna Näsholm

Emma Thorén Hellsten

**Examensarbete 280
2006**

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).

Innehållsförteckning

Referat	1
Inledning	2
Litteraturstudie	3
Ardennerhästens historia.....	3
Avelsvärdering av ardenner	3
Individprovning	3
Avkommeprovning	5
Arvbarheter för exteriöra egenskaper	5
Genetiska korrelationer mellan exteriöra egenskaper	6
Inavel och effektiv populationsstorlek.....	9
Inavel hos häst.....	9
Avelsplan och avelsmål	10
Avelsmål hos svensk ardenner.....	10
Egen undersökning	11
Material	11
Inavelsanalys	12
Avelsplan	12
Metoder	12
Genetiska parametrar	12
Inavelsanalys	13
Resultat	15
Genetiska parametrar	19
Inavelsanalys.....	20
Avelsplan	23
Diskussion	24
Genetiska parametrar	24
Inavelsanalys.....	25
Avelsplan	25
Slutsatser och förslag till förbättringar	26
Summary	27
Litteraturförteckning	28
Bilaga 1	31
Bilaga 2	32

Referat

I den här studien analyserades genetiska parametrar för premieringsegenskaper hos treåriga ardennerhästar och hingstar. Populationens inavelsgrad beräknades och ett förslag till avelsplan gjordes.

Materialet i studien erhöles från Svenska Hästavelserbundet (SH) samt Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen. De premieringsegenskaper som analyserades för de treåriga hästarna var typ (ras och könstyp), huvud-hals-bål, extremiteter, skritt, trav, totalpoäng samt mankhöjd. För hingstarna analyserades dessa egenskaper samt bröstomfång och skenbensmått. Antalet treåriga hästar som premierats under åren 1986-2005 var 1632 och antalet hingstar mellan åldrarna tre till fem år var 356. Av de treåriga hästarna hade 320 uppgifter om mankhöjd och antalet hingstar med mankhöjd, bröstomfång och skenbensmått var 303, 264 respektive 257. I inavelsstudien ingick 16 387 ardennerhästar födda mellan 1900 och 2004. I analysen beräknades populationens inavelsgrad, koefficienter för härstamningarnas fullständighet (PEC) samt den effektiva populationsstorleken.

Arvbarheterna för premieringsegenskaperna var låga till medelhöga för de treåriga hästarna (0,09-0,35) och låga för hingstarna (0,003-0,04). Skattningen av arvbarheten för mankhöjd var 0,72 för de treåriga hästarna och 0,11 för hingstarna. Arvbarheten för hingstarnas bröstomfång och skenbensmått skattades till 0,09 respektive 0,26. De låga skattningarna på arvbarheterna för hingstarna kan bero på det låga antalet djur i analysen samt på att tidig selektion ägt rum, vilket medfört en minskad genetisk variation i några av egenskaperna, t.ex. mankhöjd, typ och huvud-hals-bål. De genetiska och fenotypiska korrelationerna för de treåriga hästarna var alla positiva men för hingstarna varierade korrelationerna kraftigt mellan negativa och positiva värden.

Den genomsnittliga inavelsgraden ökade med åren. Andelen hästar i den högsta PEC-klassen ($>0,8$) med information om minst fyra led i stamtavlan återfanns 24 % av totala antalet hästar i studien. För samtliga hästar med $PEC > 0,8$ var den genomsnittliga inavelsgraden 1,2 % och för hästar födda 2004 var den 1,66 %. Den effektiva populationsstorleken (N_e) uppskattades till 227 individer år 2002, den inavelseffektiva populationsstorleken (N_{eF}) skattades till 550 individer för perioden 1989-1996 och den varianseffektiva populationsstorleken (N_{eV}) beräknades till 184 djur för samma period.

Arvbarheter samt genetiska och fenotypiska korrelationer för egenskaper bedömda hos treåringar visar en bra möjlighet att förbättra de exteriöra egenskaperna genom avel. Resultaten av beräkningar av inavelsgrad och effektiv populationsstorlek antyder att risken för problem orsakade av inavel för närvarande är låg i rasen.

Förslaget till avelsplan visar en högre andel hästar till premiering som två-, tre- och fyraåringar än tidigare. Detta för att undvika att bra hästar selekteras bort innan premiering och därigenom inte heller kommer att användas i avel. Fler hästar bör också göra bruksprov. För att bättre kunna avelsvärdera hingstar och ston bör även valacker visas vid premiering samt göra bruksprov.

Inledning

Ardennerhästen kommer från höglandet Ardennerna i Belgien och är en gammal ras som värderades högt som stridshäst under medeltiden. De första ardennerhästarna importerades 1873 till Sverige för att användas som arbetshästar i jordbruket i Värmland. Antalet stambokförda hästar var som högst under 1930- och 40-talen med 1000 till 2000 stambokförda ston per år samt ca 100 stambokförda hingstar (Antonsson, 1998).

Mellan åren 1997 och 2002 har antalet svenska ardennerhästar i avel minskat. Respektive år betäcktes 614 samt 558 ston. Hingstarna minskade under samma period från 75 till 63 (SH, 2003). Den totala populationen av ardennerhästar har också minskat genom åren och idag finns det ca 4500 ardennerhästar i Sverige (Antonsson pers. medd., 2005). Minskande populationsstorlek kan medföra en accelererande ökning av inavelsgrad, vilket ger en ökad risk för problem med lägre fruktsamhet, försämrad hälsa och sänkta prestationsresultat (Falconer & MacKay, 1996).

I ett tidigare examensarbete vid Institutionen för husdjurgenetik studerades unghästarnas premieringsresultat mellan åren 1986-1996 och genetiska parametrar beräknades för de exteriöra egenskaperna. I arbetet gjordes även en analys av hur inavelssituationen i rasen såg ut. Arvbarheterna var låga till medelhöga (0,12-0,36) utom för mankhöjd, som uppvisade en hög arvbarhet (0,65). De genetiska korrelationerna mellan de olika egenskaperna var positiva och i de flesta fall höga. Graden av inavel i rasen var låg. För hästar födda perioden 1990 till 1994 med föräldrainformation i minst fyra led var den genomsnittliga inavelsgraden knappt 1,5 %. Studien pekade emellertid på minskande effektiv populationsstorlek och en slutsats var att en fortsatt minskning av antalet avelsdjur medför en risk för ökad inavel i rasen (Eriksson, 1998).

Syftet med detta arbete var att studera hur minskningen av antalet ardennerhästar sedan mitten av 1990-talet har påverkat graden av inavel i rasen. Avsikten var också att undersöka effekterna på den genetiska variationen. Genetiska parametrar beräknades för exteriöra egenskaper bedömda vid premiering av treåriga hästar och hingstar i åldrarna tre till fem år under perioden 1986 till 2005. För att förbättra möjligheterna till ett avelsarbete med inriktning mot friska och bra presterande hästar gjordes ett förslag till avelsplan för den svenska ardennerhästen där hänsyn togs till avelsmål, antalet testade unghästar och hingstar samt urvalet av hingstar och ston i avel.

Litteraturstudie

Ardennerhästens historia

Ardennerhästen kommer från höglandet Ardennerna som ligger beläget i sydvästra delen av Belgien. Sedan Julius Cæsars tid har man hållit en lanthäst som han lärde känna som en "hård och outröttlig häst". År 732 införde en abbot ett antal arabiska hingstar som korsades med hästar från Ardennerna. Korsningen med orientaliskt blod upprepades under korstågen och resulterade i att ardennerhästen under medeltiden och under 1600- och 1700-talen var en högt värderad stridshäst. Under franska fälttåget i Ryssland år 1812 kunde Napoleon inte nog berömma de outröttliga ardennerhästarna som klarade köld och hunger under fälttågen genom att äta halm från de ryska bondstugornas tak (Antonsson, 1998).

De första ardennerhästarna kom till Sverige år 1873, då Greve C.G Wrangel importerade tre bergsardenrar (Arden, Faro och Reilleur), vilka var små hästar utan känd härstamning. Dessa hingstar togs i bruk som beskällare våren 1874. Kammarherren Thorsten Nordenfelt importerade samma år en hingst (Bismarck) och 17 ston av ardennernas till Sverige (Antonsson, 1998).

Den svenska ardenneraveln har sedan successivt byggts upp genom import av hingstar tillhörande Belgiens ledande blodslinjer. På stosidan har flertalet svenskfödda ardennerhästar långt bak i stamtavlan en anfader som var korsning med svensk lanthäst (Antonsson, 1998).

Då jordbruket krävde större hästar började man importera hingstar som var efter den belgiske hingsten Favori. Större krav på muskelmassa gjorde att man ett tag införde söner till hingsten Vladimir. Dessa följdes av hingstar tillhörande den så kallade Jupiter-linjen. Jupiter 126 utpekades som den moderna ardennerhästens anfader. Stränga krav på import och den statliga hästpremieringen har bidragit till att få fram en bra arbetshäst, vilket är målet för aveln (Antonsson, 1998).

År 1901 bildades "Stamboksföreningen för Svenska Ardennerhästen" där det grundläggande arbetet med stambokföringen påbörjades, föreningen ombildades år 1923 till "Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen" (Antonsson 1998). Föreningen har till uppgift att stambokföra hästar, ta fram hästpass, utfärda betäckningslicenser för de ardennerhingstar som skall verka i aveln samt bistå med information (Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen, 2004).

Avelsvärdering av ardenner

Individprövning

Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen är ansluten till Svenska Hästavelsförbundet (SH) och är därmed premieringsberättigad enligt SH's reglemente. När hästen är registrerad och har en stambokberättigad härstamning får den visas på premiering. I reglementet står det: "Syftet med premieringar är att främja kvalitet och utveckling av svensk hästavel samt förebygga ärftliga sjukdomar hos djur.

Avelsvärderingen ger möjlighet till urval av ston och unghästar satt i relation till uppsatta produktions- och avelsmål, samt möjlighet till avelsrådgivning. Resultat från bedömningarna skapar dessutom underlag för planering, rådgivning och forskning inom hela hästsektorn” (Svenska Hästavelsförbundet, 2005a och b).

Föl kan visas vid moderns sida eller vid fölbesiktning hemma på gården. Ston och valacker kan bedömas vid ett, två och tre års ålder. Ston som ska verka i avel kan bedömas vid alla åldrar. På sommaren sker premiering (sommarpremiering) av ston, unghästar och tvååriga hingstar, och på våren sker avelsvärdering (premiering) av treåriga och äldre hingstar. Vid sommarpremieringarna kan även tidigare premierade hingstar och hästar som inte tidigare är bedömda visas för att meritera föräldrarna. Vid avelsvärderingen bedöms och beskrivs de exteriöra egenskaperna med hänsyn till ålder, avelsmål och rasens användningsområde (Svenska Hästavelsförbundet, 2005b).

De exteriöra egenskaperna bedöms i fem punkter med en poängskala från 1 till 10:

Typ (ras- och könstyp)

Huvud-hals-bål

Extremiter och deras korrekthet

Rörelser i skritt (vid hand)

Rörelser i trav (vid hand)

Vid premieringen av hingstar mäts mankhöjd, skenben och bröstomfång (Svenska Hästavelsförbundet, 2005a). I samband med premiering kan ett bruksprov genomföras. Bruksprovet får hingstarna göra tidigast som treåringar men måste i det fall de visas som treåringar dessutom visas för slutlig bedömning som fyraåring. Bruksprov (draglagsprov) utförs på en 300 till 500 m lång bana med en fyrhjulig vagn som lastas med 900 kg. Nedan beskrivna moment bedöms och poängsätts på en poängskala från 1 till 10.

En total poäng beräknas som summan av poängen för dessa moment dividerad med 5:

- 1) Anspänning och frånspanning
- 2) Igångsättning samt dragteknik och dragvilja vid körning
- 3) Halter
- 4) Ryggning
- 5) Temperament, samarbetsvilja och lydnad

Avkommeprövad hingst kan undantas från körprovskravet. Godkända hingstar som är yngre än 16 år måste visas minst vartannat år för sundhetskontroll för att få fortsatt tillstånd att användas för betäckning (Svenska Hästavelsförbundet, 2005a).

Bruksprov (draglagsprov) för ston är frivilligt. Om stoet gör ett godkänt prov får hon ett kördiplom av Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen. För kördiplom kan en officiell brukskörning ersätta bruksprovet (Svenska Hästavelsförbundet, 2005a och b).

Vid premiering kan stona indelas i fyra kvalitetsklasser:

Klass I	38-50 poäng
Klass II	35-37 poäng
Klass III	30-36 poäng
Kasserad	-29 poäng

Ston med någon delpoäng under 5 tilldelas ”kasseras för avel”. Treårsston med stamboksberättigad härstamning som får 40 poäng eller högre på premiering får diplom av Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen. Resultaten från premieringarna lagras i Svenska Hästavelsförbundets databas (Svenska Hästavelsförbundet, 2005b).

Vid premiering indelas hingstarna i kvalitetsklasser. För att användas för betäckning i rasen måste hingsten vara tilldelad någon av följande kvalitetsklass:

- Tillstånd Tilldelas treårig hingst som erhållit minst 40 poäng, ingen delpoäng under 7 exteriört. Hingstar som fått lägre poäng (38-39) kan i undantagsfall få denna kvalitetsklass på förslag av avelsföreningens styrelse. Poängen för typ får inte vara lägre än 8. Hingstägare har då rätt att lösa betäckningslicens för ett år.
- G Tilldelas hingst som uppfyller minimikraven för kvalitetsklass ”Tillstånd” och genomfört godkänt bruksprov.
- AB Tilldelas hingst som uppfyller minimikraven för värdebokstav G och som har fått 42 poäng på avelsvärdering eller 42 poäng vid två utställningstillfällen med olika auktoriserade domare.

Hingstarna ska dessutom ha en stamboksberättigad härstamning och deras hälsotillstånd ska även vara godkänt av veterinär. Eventuell förekomst av defekten man- och svansskory, noteras i besiktningsprotokollet och kan diskvalificera hingsten för avel. Innan hingstarna kan få utfärdat avelsvärderingsbevis måste de även röntgas med avseende på eventuell hovbroskförbening. Förbenat hovbrosk utgör dock inte längre någon kassationsorsak. Hingstar med mankhöjd över 165 cm kan inte få högre än 8 poäng för typ.

Avkommeprövning

Efter en tid i avel kan ston och hingstar erhålla avelsvärdeklasser (A, Elit och Superelit för ston samt C, B, A och Elit för hingstar) baserade på avkommornas meriter. Avkommornas exteriörbedömning ligger till underlag för höjning av stonas avelsvärdeklass och varje avkomma räknas bara en gång (Svenska Hästavelsförbundet, 2005a och b).

Arvbarheter för exteriöra egenskaper

I tidigare arbeten (tabell 1) med svenska raser har man för treåriga hästar funnit låga till medelhöga arvbarheter (0,06-0,40) för de exteriöra egenskaperna. Arvbarheterna för skritt och trav hos fjordhästen var dock höga (0,44 respektive 0,41). Arvbarheten för mankhöjd var hög (0,60-0,76) för samtliga raser utom connemara (0,17).

Den tidigare studien av ardennerrasen visade låga arvbarheter för huvud-hals-bål, extremiteter och skritt (0,12-0,16), medelhöga arvbarheter för trav och typ (0,21 respektive 0,28) och hög arvbarhet för mankhöjd (0,65). Extremiteter hade låg arvbarhet i samtliga studier. Arvbarheten för huvud-hals-bål var också låg utom för fjordhäst och halvblod, som uppvisade medelhöga arvbarheter för denna egenskap. De olika raserna har olika tyngdpunkt på de olika exteriöra egenskaperna beroende på rasens avelsmål.

Tabell 1. Arvbarheter för exteriöra egenskaper och mankhöjd hos treåriga hästar av sex svenska raser

	Svensk ardenner ¹	Nordsvensk brukshäst ²	Connemara ³	New forest ³	Fjordhäst ⁴	Svenskt halvblod ⁵
<i>Antal bedömda hästar</i>						
Totalt	1082	1784	424	980	1317	8453
Med mankhöjd	396	890	277	605	687	6457
<i>Arvbarheter</i>						
Typ	0,28	0,25	0,06	0,19	0,37	0,40
Huvud-hals-bål	0,16	0,16	0,17	0,15	0,32	0,25
Extremiteter	0,13	0,19	0,05	0,17	0,13	0,09
Skritt	0,12	0,32	0,24	0,22	0,44	0,31
Trav	0,21	0,27	0,13	0,33	0,41	0,39
Total	0,36	0,42	0,26	0,56	0,66	0,51
Mankhöjd	0,65	0,72	0,17	0,76	0,72	0,60

¹⁾ Eriksson, 1998; ²⁾ Åström, 1999; ³⁾ Aminder, 2001; ⁴⁾ Hansson, 2001; ⁵⁾ Sjöberg, 1998.

Hos 368 lipizzanerhästar (både ston och hingstar) från olika stuterier mättes 37 olika mått och arvbarheter på 0,52 för mankhöjd, 0,26 för bröstomfång och 0,36 för skenbensmått erhöles (Zechner et al., 2001). I en studie med 1273 andalusierhästar av Molina et al. (1999) fann man arvbarheter på 0,58, 0,48 respektive 0,35 för dessa tre mått. Hos den holländska shetlandponnyn (2695 st från olika premieringstillfällen) erhöles arvbarheter på 0,89, 0,18 respektive 0,31 för samma mått (van Bergen & van Arendonk, 1993). I de tre studierna hade mankhöjd hög arvbarhet och bröstomfång och skenbensmått medelhöga arvbarheter. I en studie med data från kvalitetsbedömning av svenskt halvblod (6674 hästar) skattades arvbarheten till 0,27 för ett medeltal av de exteriöra egenskaperna (Gerber Olsson et al. 2000). Hos trakehnerhästar visade en studie av 9907 föl och 4226 ston en genomsnittlig arvbarhet för de exteriöra egenskaperna på 0,18 (Preisinger et al., 1991). Koenen et al. (1995) fann en arvbarhet på 0,20 för mankhöjd i en studie som inkluderade 10 665 holländska varmblodiga ridhästar, vilket var lägre än i de övriga studierna.

Genetiska korrelationer mellan exteriöra egenskaper

Molina et al. (1999) fann positiva genetiska och fenotypiska korrelationer mellan mankhöjd, bröstomfång och skenbensmått på fyraåriga andalusiska hästar.

Tabell 2 visar resultat från fem tidigare examensarbeten vid Institutionen för husdjursgenetik (Eriksson, 1998; Sjöberg, 1998; Åström, 1999; Aminder, 2001; Hansson, 2001) där genetiska och fenotypiska korrelationer för exteriöra egenskaper och mankhöjd skattades för treåriga hästar av kallblodig ras (svensk ardenner och nordsvensk brukshäst), ponnyras (connemara, new forest, fjordhäst) samt en varmblodig ras (svenskt halvblod). För svensk ardenner och fjordhäst saknades uppgifter om korrelationer med mankhöjd. Hos kallblodshästarna var en hög genetisk korrelation mellan typ och huvud-hals-bål (0,84-0,88), mellan skritt och trav (0,79-0,89) samt mellan typ och trav (0,61-0,72). Mellan totalpoäng och de i totalpoängen ingående egenskaperna var de genetiska korrelationerna också höga (0,67-0,93). För ardenner var korrelationen mellan extremiteter och trav hög (0,80).

För de tre ponnyraserna erhöles en stark genetisk korrelation mellan totalpoäng och de övriga egenskaperna (0,57-1) samt mellan huvud-hals-bål och extremiteter (0,62-0,69). Svenskt halvblod uppvisade höga genetiska korrelationer mellan totalpoäng och övriga egenskaper (0,55-0,91). Respektive genetiska korrelationer mellan typ, trav och huvud-hals-bål (0,68-0,91) samt mellan skritt och trav (0,71) var också höga. För fjordhästrasen fanns starka positiva korrelationer mellan de exteriöra egenskaperna (0,42-1). För connemara var de genetiska korrelationerna mellan de exteriöra egenskaperna och mankhöjd generellt högre än för övriga raser. Nordsvensk brukshäst visade en negativ svag korrelation mellan mankhöjd och extremiteter (-0,18) samt mellan mankhöjd och trav (-0,21). Svensk ardenner och connemara hade en svag negativ genetisk korrelation mellan huvud-hals-bål och skritt (-0,01 respektive -0,18). De fenotypiska korrelationerna var generellt lägre än de genetiska.



Carmon 10328

Tabell 2. Genetiska korrelationer (ovanför diagonalen) och fenotypiska korrelationer (nedanför diagonalen) hos treåriga hästar av sex olika raser

Egenskap	1	2	3	4	5	6	7
1 Typ							
Svensk ardenner ¹		0,88	0,54	0,42	0,72	0,90	-
Nordsvensk brukshäst ²		0,84	0,20	0,55	0,61	0,78	0,47
Connemara ³		0,67	0,95	0,79	0,36	0,92	0,53
New forest ³		1,00	0,13	0,26	0,87	0,92	0,36
Fjordhäst ⁴		0,92	1,0	0,46	0,94	0,95	-
Svenskt halvblod ⁵		0,91	0,47	0,40	0,68	0,85	0,83
2 Huvud-Hals-Bål							
Svensk ardenner	0,52		0,32	-0,01	0,36	0,71	-
Nordsvensk brukshäst	0,50		0,36	0,56	0,48	0,78	0,23
Connemara	0,38		0,63	-0,18	-0,07	0,57	0,79
New forest	0,50		0,62	0,21	0,77	0,91	0,32
Fjordhäst	0,51		0,69	0,93	0,42	0,88	-
Svenskt halvblod	0,49		0,03	0,39	0,70	0,87	0,51
3 Extremiteter							
Svensk ardenner	0,16	0,10		0,38	0,80	0,81	-
Nordsvensk brukshäst	0,15	0,16		0,66	0,48	0,67	-0,18
Connemara	0,27	0,23		0,44	1,00	1,00	0,53
New forest	0,19	0,15		0,22	0,52	0,73	0,48
Fjordhäst	0,20	0,13		1,0	0,99	1,0	-
Svenskt halvblod	0,10	0,11		0,21	0,38	0,57	0,00
4 Skritt							
Svensk ardenner	0,14	0,12	0,12		0,79	0,69	-
Nordsvensk brukshäst	0,18	0,14	0,18		0,89	0,92	0,05
Connemara	0,15	0,01	0,13		0,66	0,75	0,57
New forest	0,14	0,14	0,09		0,67	0,70	0,07
Fjordhäst	0,16	0,13	0,15		0,47	0,90	-
Svenskt halvblod	0,19	0,13	0,11		0,71	0,73	0,35
5 Trav							
Svensk ardenner	0,18	0,09	0,18	0,28		0,93	-
Nordsvensk brukshäst	0,16	0,11	0,16	0,40		0,89	-0,21
Connemara	0,10	0,05	0,05	0,33		0,80	0,88
New forest	0,18	0,15	0,08	0,30		0,96	0,20
Fjordhäst	0,14	0,07	0,13	0,33		0,86	-
Svenskt halvblod	0,25	0,23	0,11	0,37		0,91	0,38
6 Total							
Svensk ardenner	0,67	0,60	0,56	0,56	0,60		-
Nordsvensk brukshäst	0,64	0,61	0,54	0,64	0,62		0,14
Connemara	0,65	0,55	0,58	0,58	0,55		1,0
New forest	0,67	0,63	0,51	0,58	0,61		0,36
Fjordhäst	0,66	0,61	0,61	0,61	0,69		-
Svenskt halvblod	0,65	0,60	0,47	0,60	0,67		0,55
7 Mankhöjd							
Svensk ardenner	-	-	-	-	-	-	-
Nordsvensk brukshäst	0,29	0,09	-0,01	0,06	0,05	0,18	
Connemara	0,17	0,15	0,00	0,09	0,11	0,20	
New forest	0,12	0,10	0,15	0,05	-0,02	0,15	
Fjordhäst	-	-	-	-	-	-	
Svenskt halvblod	0,53	0,22	0,00	0,13	0,13	0,33	

¹⁾ Eriksson, 1998; ²⁾ Åström, 1999; ³⁾ Aminder, 2001; ⁴⁾ Hansson, 2001; ⁵⁾ Sjöberg, 1998.

Inavel och effektiv populationsstorlek

Parning mellan individer som är släkt leder till inavel och detta leder till minskad genetisk variation. För att genomföra ett långsiktigt och lyckat avelsarbete krävs genetisk variation. För en säker uppskattning av inavelsnivån i en population krävs det att baspopulationen inte är inavlade. Baspopulationen utgörs av anfäder för vilka information om föräldrarna saknas (Falconer & MacKay, 1996).

I den ideala populationen sker ingen selektion, generationerna är inte överlappande, parning sker slumpmässigt, populationsstorleken är konstant och antalet hon- och handjur är lika. Sådana populationer existerar inte och i verkligheten förekommer selektion, generationerna överlappar och antalet handjur i avel är i regel färre än antalet hondjur. Effektiv populationsstorlek (N_e) är antalet individer som i en ideal population gett upphov till den beräknade inavelsökningen. En liten N_e minskar populationens genetiska varians och påverkar även populationens selektion långsiktigt (Falconer & MacKay, 1996). För att bevara populationens genetiska variation krävs det att N_e är minst 100 djur, populationen är hotad om N_e är under 50 djur (Majjala, 1992).

Inavel hos häst

Abele et al. (2004) tittade på sex tyska kallblodsraser och fann inavelskoefficienter från 1,53 till 5,75 %. Dessa populationer var små (131-2110 hästar). Studierna som redovisas i tabell 3, visar en stor spännvidd på graden av inavel i sju olika raser. Lipizzaner- och friserhästarna hade höga beräknade genomsnittliga inavelsgrader (10,3 respektive 15,7). Hos norsk kallblodstravare fann Klemetsdal & Johnson (1989) en medelinavelsgrad på 5,7 % för hästar födda 1983-1985. Den effektiva populationsstorleken varierar också mellan de olika studierna och raserna. För norsk kallblodstravare och friserhästen var den effektiva populationsstorleken mindre än 50 djur.

Studien med de italienska haflingerhästarna (Gandini et al., 1992) påvisade en signifikant negativ effekt av inavel på mankhöjd och bröstomfång, vilket visar att inavel kan ha en negativ inverkan på exteriöra egenskaper. Inavel påverkar även prestationsegenskaper och Andersson (1998) visade att med ökad inavel hos kallblodstravare försämrades deras tävlingsresultat.

Tabell 3. Genomsnittlig inavelsnivå (F) och effektiv populationsstorlek (N_e) hos sju raser

Ras	Period	F (%)	N_e
Svensk ardenner ¹	1981-1988	1,07	192
Kallblodstravare ²	1983-1993	4,50	31
Fjordhäst ³	1979-1988	1,78	259
Italiensk Haflinger ⁴	1961-1969	2,83	79
Lipizzaner ⁵		10,3	
Amerikansk varmbloodstravare ⁶	1970-1979	8,15	519
Friserhästen ⁷	1990-2000	15,7	27

¹⁾ Eriksson, 1998; ²⁾ Andersson, 1998; ³⁾ Hansson, 2001; ⁴⁾ Gandini et al., 1992; ⁵⁾ Curic et al., 2003;

⁶⁾ MacCluer et al., 1983; ⁷⁾ Sevinga et al., 2004.

Avelsplan och avelsmål

En avelsplan talar om vilka djur som ingår i aveln, vilka metoder som används för avelsvärdering samt hur urvalet av djur till avel sker. Hingst- och stourval sker oftast med hjälp av bruksprov, premieringar, tester av unghästar samt veterinär- och fertilitetstestkontroll.

Innan djur kan väljas till avel måste ett avelsmål vara uppsatt för rasen. Det är avelsmålet som avgör vilken typ av djur som väljs ut till avel. Avelsmålet ska innehålla en klar och tydlig definition av vilka egenskaper som är viktiga och hur de olika egenskaperna vägs samman (Koenen et al., 2004). I avelsmålet ska även anges vilka egenskaper som bör förbättras. Avelsmålet är ett långsiktigt mål. Det indelas i målegenskaper och dessa indelas i sin tur i mätegenskaper, som för att man ska kunna registrera dem på så många djur som möjligt bör vara billiga och enkla att mäta (Malmfors, 1989).

Det är avelsföreningarnas uppgift att formulera ett avelsmål, som håller för framtiden. Ju fler egenskaper som ingår i avelsmålet desto lägre vikt kan läggas på var och en och desto längre tid tar det att erhålla ett visst avelsframsteg. De enskilda egenskapernas arvbarheter och deras inbördes genetiska korrelationer ger en bild av hur egenskaperna nedärvs, och vilka möjligheter som finns att genom avel förbättra dem (Koenen et al., 2004).

Avelsmål hos svensk ardenner

Den svenska ardennerens avelsmål är ”att hålla ardennerassen ren från inblandning av främmande raser och förbättra dess exteriör och hälsotillstånd med bibehållande av de goda bruksegenskaperna”. Enligt rasbeskrivningen skall ardenneren vid ett totalomdöme vara väl sluten, djup, bred, grov och muskulös, rörelserna ska vara vägvinnande och korrekta, temperamentet ska vara lugnt och tydande på gott lynne. Hingstar ska mätta med stångmått (ett mått tagen med en mätsticka vid manken lodrät ned till marken) vara ca 155-165 cm och ston ca 152-162 cm (Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen, 2004).

I den norska kallblodstravarens avelsmål väger de olika egenskaperna olika tungt, 15 % på exteriör, 30 % på hälsa och hållbarhet, 5 % på temperamentet och 50 % på prestation. Avelsföreningen för Dölehästen har lagt 30 % på exteriör, 45 % på temperamentet och resterande 25 % på prestation. De olika vikterna beror på hur rasen används. Kallblodstravaren används till trav och därför ligger mycket vikt på prestation medan dölehästen används som hobbyhäst vilket gör att temperamentet anses viktigast (Vangen, 1996).

En viktig del i avelsarbetet är att arbeta för en hög dräktighets- och fölningsprocent. För att få hög dräktighets- och fölningsprocent måste stona vara friska och vid gott hull. Hingstar kasseras ur avel om de visar för låg dräktighetsprocent (SH, 2005a). Även stoets ålder inverkar på hennes chanser att bli dräktig. I en studie av Hemberg et al., (2004) där fullblodshästar studerades, erhöles ett signifikant samband mellan stoets ålder och levande föl, vilket var lägre för ston äldre än 13 år. Ston äldre än åtta år hade en högre andel foster som resorberades. Döda embryon var mest förekommande hos ston som tidigare gått gall.

Egen undersökning

Material

Svenska Hästavelserförbundet tillhandahöll premieringsdata för treåriga hästar och hingstar för åren 1986-2005. Härstamningsdata erhöles från Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen. Data från treårspremieringarna innehöll uppgifter om exteriör för 1621 ston och 11 valacker och mankhöjd för 918 ston och 2 valacker. I data från hingstpremieringarna fanns det uppgifter om exteriör och mankhöjd för 356 respektive 303 djur. Bröstomfång var registrerat för 264 hingstar och skenbensmått för 257. Av hingstarna hade 72 % uppgifter om exteriör, mankhöjd, bröstomfång och skenbensmått (se tabell 4).

I det analyserade materialet fick ston som verkade i aveln ca 1,7 avkommor, hingstarna fick i genomsnitt åtta avkommor. Vissa år var det endast få hästar, som bedömdes i några av länen. I analyserna slogs därför länen ihop till fyra regioner som namngavs, norr och mitt, öst, väst och syd. I tabell 5 visas vilka län som tillhör de olika regionerna. De flesta ardennerhästarna premierades i de södra delarna av landet och endast 3 % av hingstarna och 8 % av stona bedömdes i något av norrlandslänen.

Tabell 4. Datastruktur vid analys av exteriörpoäng, mankhöjd, bröstomfång och skenbensmått hos treåriga ardennerhästar (ston och valacker) och hingstar bedömda vid premiering

	Antal observationer	Antal fäder	Antal fäder med eget resultat	Antal mödrar	Antal mödrar med eget resultat
Exteriörbedömning					
Treåriga hästar	1632	205	0	944	374
Hingstar	356	142	65	274	0
Mankhöjd					
Treåriga hästar	920	159	0	618	166
Hingstar	303	128	61	237	0
Bröstomfång					
Hingstar	264	113	59	206	0
Skenbensmått					
Hingstar	257	111	56	200	0

Tabell 5. Indelning av län i olika regioner samt antal bedömda hästar i var region.

Region	Län	Antal bedömda	
		Treåriga hästar	Hingstar
Norr och Mitt	Norrbottnen (BD), Västerbotten (AC), Västernorrland (Y), Jämtland (Z), Värmland (S), Örebro (T), Västmanland (U), Dalarna (W), Gävleborg (X)	132	6
Öst	Stockholm (AB), Uppsala (C), Södermanland (D), Östergötland (E), Jönköping (F), Kronoberg (G), Kalmar (H), Gotland (I)	692	50
Väst	Halland (N), Västra Götaland (O), Älvsborg (P), Skaraborg (R)	494	178
Syd	Blekinge (K), Skåne (LM)	314	122

Inavelsanalys

Totalt ingick 16 387 ardennerhästar i inavelsanalysen, den äldsta var född 1900 och den yngsta 2004.

Avelsplan

Information om antalet betäckta ston, antal hingstar, antalet födda föl, hur många djur som premierades samt tilldelning av olika kvalitetsklasser erhöles från Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen (Antonsson, pers. medd., 2006).

Metoder

Genetiska parametrar

Vid skattning av varianskomponenter för och kovarianskomponenter mellan de olika egenskaperna bedömda vid premiering användes REML (Restricted Maximum Likelihood) och en djurmodell. Analyserna utfördes med hjälp av DMU (Derivative – free MULTivariate analysis by restricted maximum likelihood) programpaket (Madsen och Jensen, 2000).

Följande modeller användes vid analyserna:

$$Y_{ijl} = k_i + ar_j + a_l + e_{ijl} \quad \text{modell 1 (treåriga hästar)}$$

$$Y_{jkl} = al_j + rp_k + a_l + e_{jkl} \quad \text{modell 2 (hingstar)}$$

där

Y = observation för häst nr 1

k_i = fix effekt av kön $i = \text{sto, valack}$

ar_j = fix effekt av år och region $j = 1, \dots, 74$; för mankhöjd $j = 1, \dots, 37$

al_j = fix effekt av ålder $j = 3, 4, 5$ år

rp_k = fix effekt av region och period $k = 1, \dots, 37$

a_l = additiv genetisk effekt av häst nummer 1, medelvärde = 0 och varians = σ_a^2

e = slumpmässig residualeffekt, medelvärde = 0 och varians = σ_e^2

I analysen av resultaten från hingstpremieringarna indelades materialet i fyra perioder; 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000 och 2001-2005.

Arvbarheterna (h^2) för de olika egenskaperna beräknades som:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

där

σ_a^2 = additiv genetisk varians

σ_e^2 = residualvarians

Genetiska korrelationer (r_{XY}) mellan egenskaperna beräknades som:

$$r_{XY} = \frac{\sigma_{XY}}{\sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2}}$$

där

σ_{xy} = additiv genetisk kovarians mellan egenskaperna x och y

σ_X^2 = additiv genetisk varians för egenskap x

σ_Y^2 = additiv genetisk varians för egenskap y

Inavelsanalys

En metod beskriven av Sigurdsson och Árnason (1995) användes för att beräkna inavelskoefficienter (F). Djuren behandlades individuellt och sorterades efter ålder med den yngsta först. Härstamningen spårades så långt som möjligt för respektive djur och inavelskoefficienten beräknades med hjälp av en metod beskriven av Henderson (1976) och Quaas (1976). Individens båda föräldrar måste vara kända för att inavelskoefficienten skall kunna beräknas.

För att kunna upptäcka inavelstendenser så underlättar det om det finns fullständig härstammingsinformation (Sigurdsson och Jonmundsson, 1995). Hur komplett en härstamning är kan enligt MacCluer et al. (1983) beräknas som:

$$PEC_{\text{indiv}} = \frac{4 * C_{far} * C_{mor}}{C_{far} + C_{mor}}$$

där

$$C = \frac{1}{d} * \sum a_i; \text{ med } i = 1, 2, \dots, d$$

där

a_i = proportionen förfäder representerade i generation i

d = totalt antal generationer som tagits med (i denna studie d = 5)

PEC-värdet (coefficient for pedigree completeness) bör vara >0,8 för att man ska kunna upptäcka hur inavels trenden i populationen ser ut. I denna studie studerades endast hästar med PEC >0,8 vilket motsvarar släktskapsinformation med minst fyra generationer tillbaka.

Förändringarna i medelinavelsgrad (ΔF) från en generation till nästa beräknades för fem generationer under åren 1965 till 2004 (se tabell 16). Generationsintervallet för de svenska ardennerhästarna är enligt Janssen (1994) ca 8 år.

Den effektiva populationsstorleken (N_e) är ett mått för det antal individer som gett upphov till den beräknade inavelsökningen och beräknades enligt Wright (1931):

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{4Nm} + \frac{1}{4Nf}$$

där

Nm = antalet hingstar i avel

Nf = antalet ston i avel

Den inavelseffektiva populationsstorleken (N_{eF}) är ett mått på hur inavelsnivån har varit och beräknades enligt Falconer & Mackay (1996):

$$N_{eF} = \frac{1}{2\Delta F} = \frac{1 - F_{t-1}}{2(F_t - F_{t-1})}$$

där

F_t = medelinavelsgraden för djur i den undersökta generationen (t)

F_{t-1} = medelinavelsgraden för djur i den föregående generationen (t-1)

Den varianseffektiva populationsstorleken (N_{eV}) är ett framtidsmått, som visar hur den effektiva populationsstorleken kommer att utvecklas. N_{eV} ger en prognos om den effektiva populationsstorleken t. ex. håller på att bli för liten och risken för inavel blir mycket stor. Den beräknas enligt Hill (1979):

$$\frac{1}{N_{eV}} = \frac{2 + \sigma_{mm}^2 + 2\sigma_{mm,mf} * \frac{Nm}{Nf} + \sigma_{mf}^2 * \left(\frac{Nm}{Nf}\right)^2}{16 * Nm * L} + \frac{2 + \sigma_{ff}^2 + 2\sigma_{ff,fm} * \frac{Nf}{Nm} + \sigma_{fm}^2 * \left(\frac{Nf}{Nm}\right)^2}{16 * Nf * L}$$

där

L = generationsintervall

Nm och Nf = antalet årligen nytillkomna hingstar respektive ston som används i avel

$\sigma_{mm}^2, \sigma_{mf}^2, \sigma_{ff}^2, \sigma_{fm}^2$ = varians i avkommegruppstorlek för respektive led

$\sigma_{mm,mf}, \sigma_{ff,fm}$ = kovarians i avkommegruppstorlek mellan respektive led

Beräkningar av N_{eV} baseras på avkommor födda under åren 1989 till 1996.

Resultat

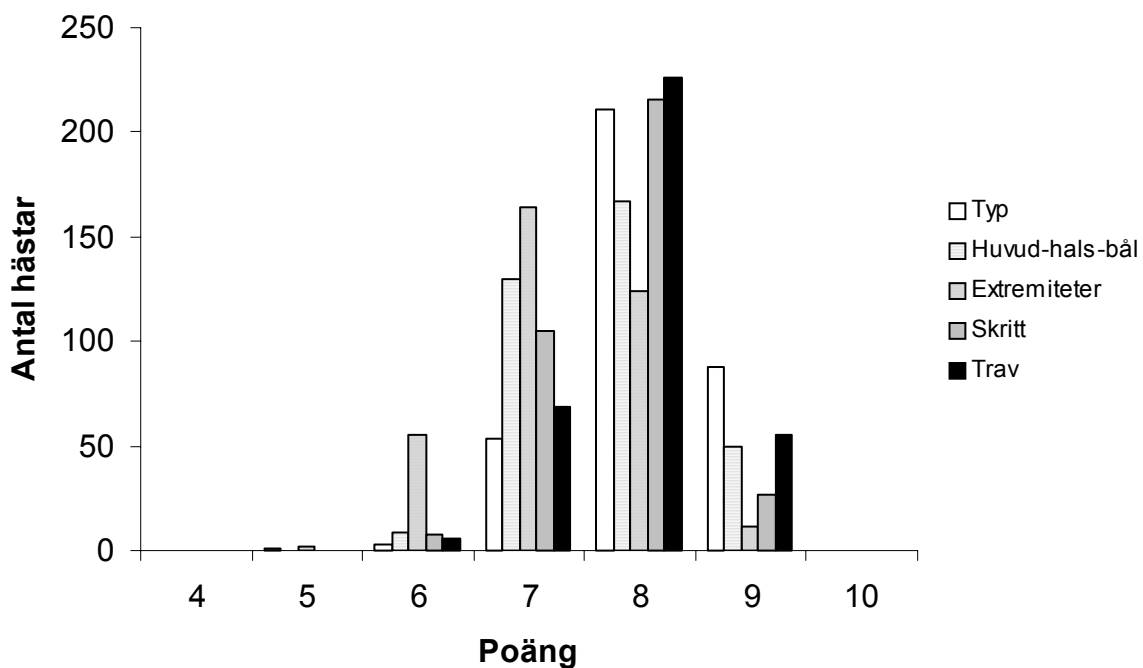
Medeltalen för poäng av de olika egenskaperna bedömda vid premiering varierade mellan 7,2 och 8,2 med det lägsta värdet för extremiteter och det högsta för typ. Totalpoängen var hög, 38,7 för hingstarna och 38,8 för de treåriga hästarna. Poängskalan varierade mellan fyra och tio för de treåriga hästarna och för hingstarna mellan fem och nio. Variationskoefficienten för skenbensmått (4,7) var högre än det för bröstomfång (3,5) (tabell 6). Av figur 1 och 2 framgår också att bedömningsskalan för de exteriöra bedömningspunkterna inte utnyttjas helt, varken för de treåriga hästarna eller för hingstarna. För extremiteter var sju poäng vanligast för hingstar och sex poäng för treåriga hästar. För de övriga måtten var sju poäng mest frekvent för de treåriga hästarna och åtta poäng för hingstarna. För totalpoäng hade både treåriga hästar och hingstar en topp vid 40 poäng (se figur 3).

Av de treåriga hästarna hade flest en mankhöjd mellan 155 och 158 cm. Hingstarna hade en liten topp vid 160 cm (se figur 4). Hästarna följer rasbeskrivningen där man vill ha hingstar mellan 155 och 165 cm och ston mellan 152 och 162 cm.

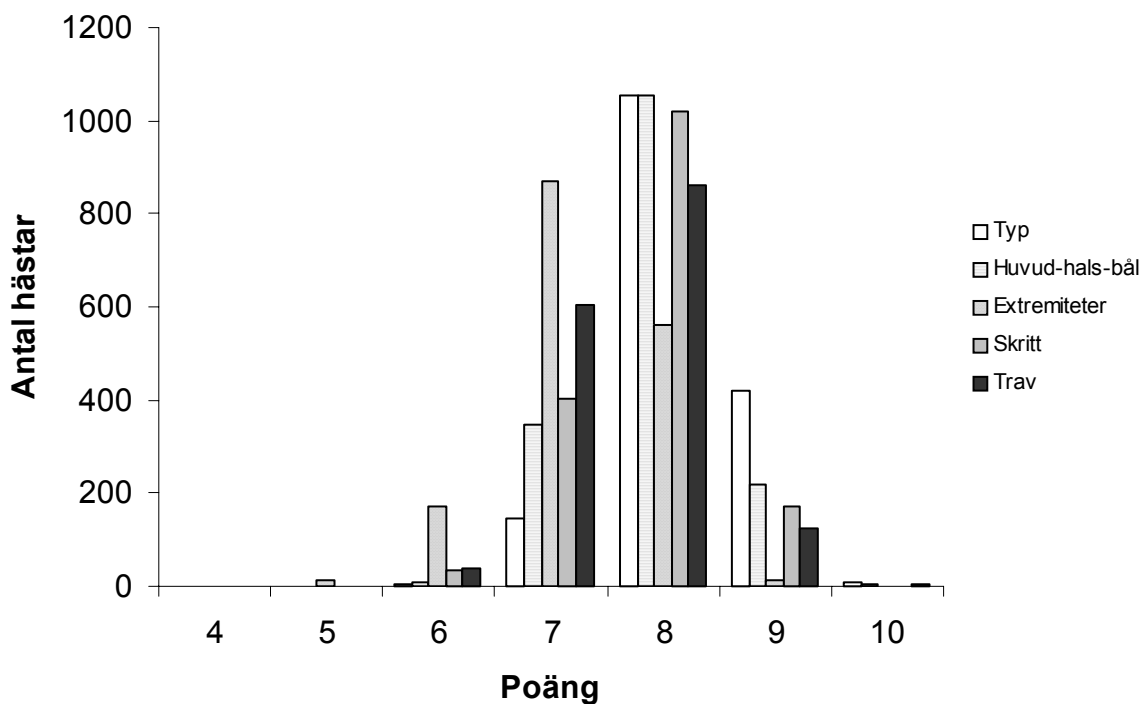
Figur 5 visar spridningen i bröstomfång och figur 6 visar spridningen i skenbensmått för hingstarna. Ett stort antal hingstar hade ett bröstomfång mellan 204 och 222 cm. Skenbensmått mellan 26 och 29 cm var mest frekvent.

Tabell 6. Medelvärden (\bar{X}), standardavvikelser (SD) samt min- respektive maxpoäng för premieringsegenskaper hos treåriga hästar och hingstar

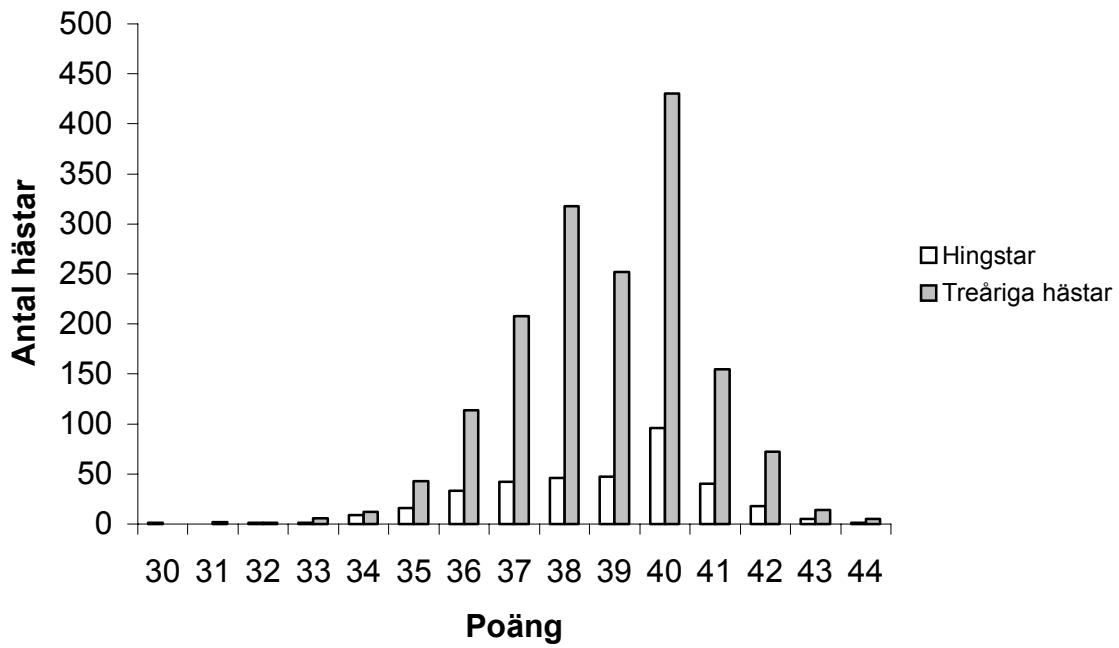
Egenskap	\bar{X}	SD	Min	Max
<i>Treåriga hästar</i>				
Typ	8,2	0,6	6	10
Huvud-hals-bål	7,9	0,6	6	10
Extremiteter	7,2	0,7	4	9
Skritt	7,8	0,6	6	10
Trav	7,6	0,7	4	10
Total	38,8	1,8	31	44
Mankhöjd	156,4	3,7	145	170
<i>Hingstar</i>				
Typ	8,0	0,7	5	9
Huvud-hals-bål	7,7	0,7	6	9
Extremiteter	7,2	0,8	5	9
Skritt	7,3	0,6	6	9
Trav	7,9	0,6	6	9
Total	38,7	2,2	30	44
Mankhöjd	158,9	3,7	149	171
Bröstomfång	213,2	7,5	192	236
Skenbensmått	27,5	1,3	24,5	33



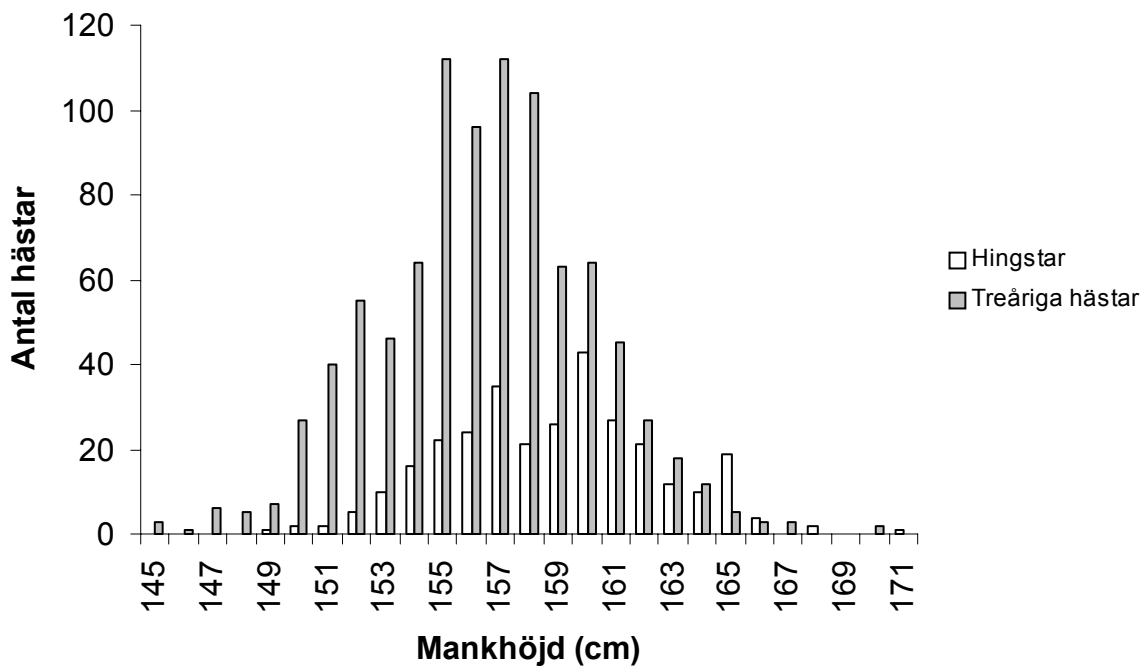
Figur 1. Fördelning av poäng för egenskaper bedömda vid premiering av treåriga ardenner.



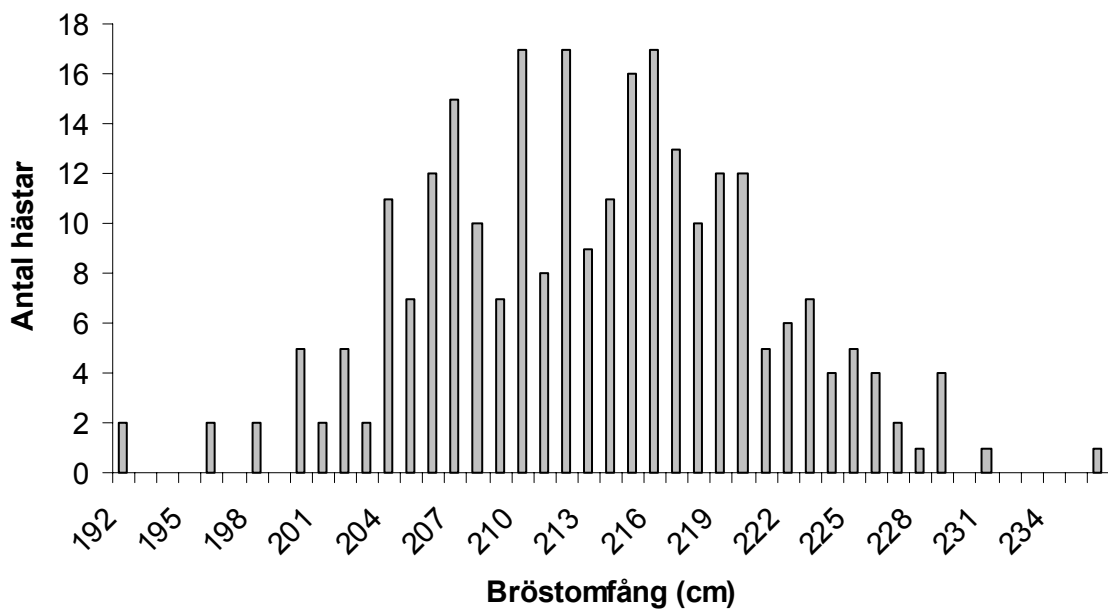
Figur 2. Fördelning av poäng för egenskaper bedömda vid premiering av ardennerhingstar.



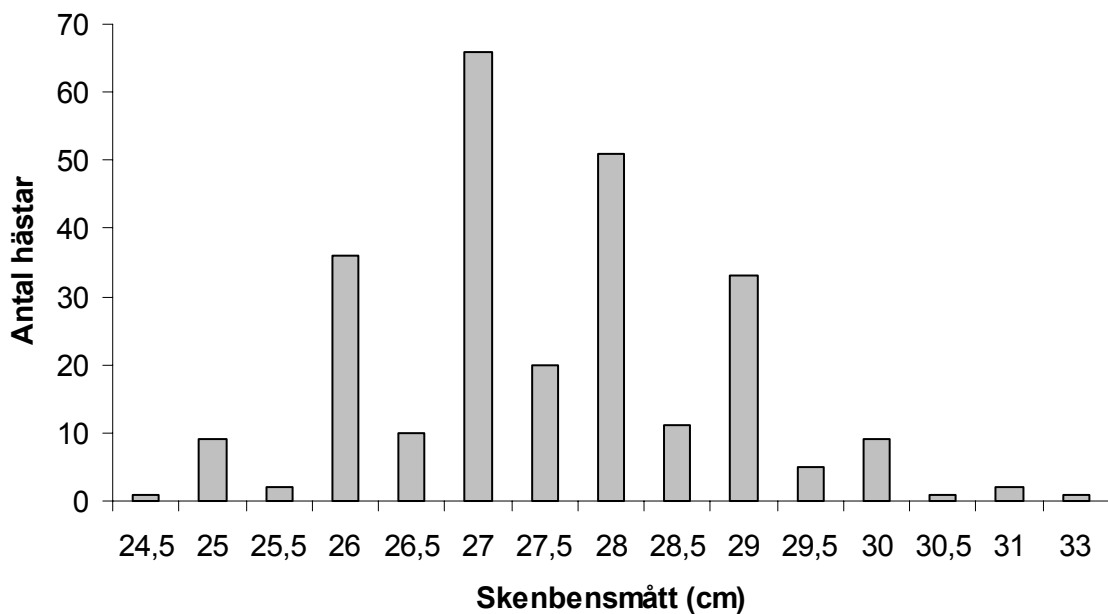
Figur 3. Spridningen av totalpoäng för treåriga hästar och hingstar.



Figur 4. Mankhöjd hos treåriga hästar och hingstar bedömda vid premiering.



Figur 5. Spridning av bröstomfång hos hingstar mätta vid premiering åren 1986-2005.



Figur 6. Spridning av skenbensmått hos hingstar mätta vid premiering åren 1986-2005.

Under perioden 1997 till 2004 hamnade 76 % av stona i kvalitetsklass I och 40 % fick avelsdiplom med 40 poäng eller mer (se tabell 7).

Tabell 7. Andel treåriga hästar i olika kvalitetsklasser

Kvalitetsklass	Poäng	Andel av de treåriga hästarna (%)
Diplom	>40	41
Klass I	>38	76
Klass II	35-37	22
Klass III	30-34	1
Kassering för avel	-29	0

Genetiska parametrar

Tabell 8 visar att arvbarheterna för de treåriga hästarna var medelhöga (0,20-0,35) utom för extremiteter som hade en låg arvbarhet (0,09) och för mankhöjd som hade en hög arvbarhet (0,72). För hingstarna var arvbarheten låg för samtliga egenskaper (0,003-0,11) utom för skenbensmått, som hade en medelhög arvbarhet. Standardfelen för skattningarna av arvbarheterna för de treåriga hästarna var låga medan de för hingstarna var relativt höga.

Tabell 8. Additiv genetisk varians (σ_a^2) och arvbarhet (h^2) med medelfel nedsänkt, för premieringsegenskaper hos ardenner beräknade med bivariata eller multivariata analyser för treåriga hästar och hingstar

Egenskap	Treåriga hästar ¹		Hingstar ²	
	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2
Typ	0,12	0,34 _{0,06}	0,03	0,01 _{0,02}
Huvud-hals-bål	0,07	0,20 _{0,05}	0,01	0,003 _{0,01}
Extremiteter	0,04	0,09 _{0,04}	0,10	0,03 _{0,03}
Skritt	0,08	0,21 _{0,06}	0,10	0,04 _{0,03}
Trav	0,11	0,25 _{0,06}	0,09	0,04 _{0,03}
Total	1,18	0,35 _{0,07}	0,57	0,02 _{0,02}
Mankhöjd	9,42	0,72 _{0,09}	6,44	0,11 _{0,06}
Bröstomfång			22,30	0,09 _{0,05}
Skenbensmått			1,15	0,26 _{0,14}

1) Gemensam multivariat analys av typ, huvud-hals-bål, extremiteter, skritt, trav och bivariat analys av totalpoäng och mankhöjd.

2) Gemensam multivariat analys av typ, huvud-hals-bål, extremiteter, skritt, trav och en gemensam multivariat analys av totalpoäng, mankhöjd, bröstomfång och skenbensmått.

För de treåriga hästarna var den genetiska korrelationen hög mellan typ och huvud-hals-bål (0,98) och låg mellan extremiteter och skritt (0,09) samt mellan skritt och mankhöjd (0,06). Övriga genetiska korrelationer var medelhöga och varierade mellan 0,31 och 0,64 (se tabell 9). De fenotypiska korrelationerna var i regel lägre än de genetiska och varierade mellan 0,02 och 0,52.

För hingstarna var de genetiska korrelationerna (tabell 10) svagt negativa mellan skritt och typ samt mellan huvud-hals-bål och trav (-0,10 respektive -0,01). Mellan skritt och huvud-hals-bål respektive extremiteter var korrelationerna starkare negativa (-0,67 och -0,68).

För de övriga egenskaperna var de genetiska korrelationerna medelhöga till höga (0,27-0,75).

Tabell 11 visar genetiska korrelationer för totalpoäng, mankhöjd, bröstomfång och skenbensmått hos hingstar. Korrelationen mellan totalpoäng och bröstomfång samt den mellan bröstomfång och skenbensmått var negativa (-0,21 respektive -0,06). De genetiska korrelationerna mellan totalpoäng och skenbensmått (0,86) samt de mellan mankhöjd och bröstomfång (0,65) respektive skenbensmått (0,61) var höga medan den mellan mankhöjd och totalpoäng var betydligt lägre (0,26). Standardfelen för de genetiska korrelationerna i hingstmaterialet var höga. De fenotypiska korrelationerna var positiva eller mycket svagt negativa och som regel lägre än de genetiska.

Tabell 9. Genetiska (ovanför diagonalen) med medelfel nedsänkt, och fenotypiska (nedanför diagonalen) korrelationer för premieringsegenskaper hos treåriga hästar¹

	1	2	3	4	5	6	7
1 Typ ¹		0,98 _{0,06}	0,39 _{0,22}	0,31 _{0,16}	0,48 _{0,14}	0,58 _{0,11}	
2 Huvud-hals-bål	0,52		0,37 _{0,26}	0,32 _{0,19}	0,48 _{0,17}	0,41 _{0,14}	
3 Extremiteter	0,14	0,08		0,09 _{0,26}	0,64 _{0,22}	0,42 _{0,21}	
4 Skritt	0,14	0,11	0,10		0,52 _{0,15}	0,06 _{0,15}	
5 Trav	0,17	0,07	0,14	0,26		0,32 _{0,13}	
6 Mankhöjd	0,28	0,23	0,05	0,02	0,06		0,46 _{0,12}
7 Totalpoäng						0,23	

1) Multivariat analys för typ, huvud-hals-bål, extremiteter, skritt, trav och mankhöjd och bivariat analys för mankhöjd och totalpoäng.

Tabell 10. Genetiska (ovanför diagonalen) korrelationer med medelfel nedsänkt och fenotypiska (nedanför diagonalen) korrelationer för premieringsegenskaper hos hingstar beräknade i en multivariat analys

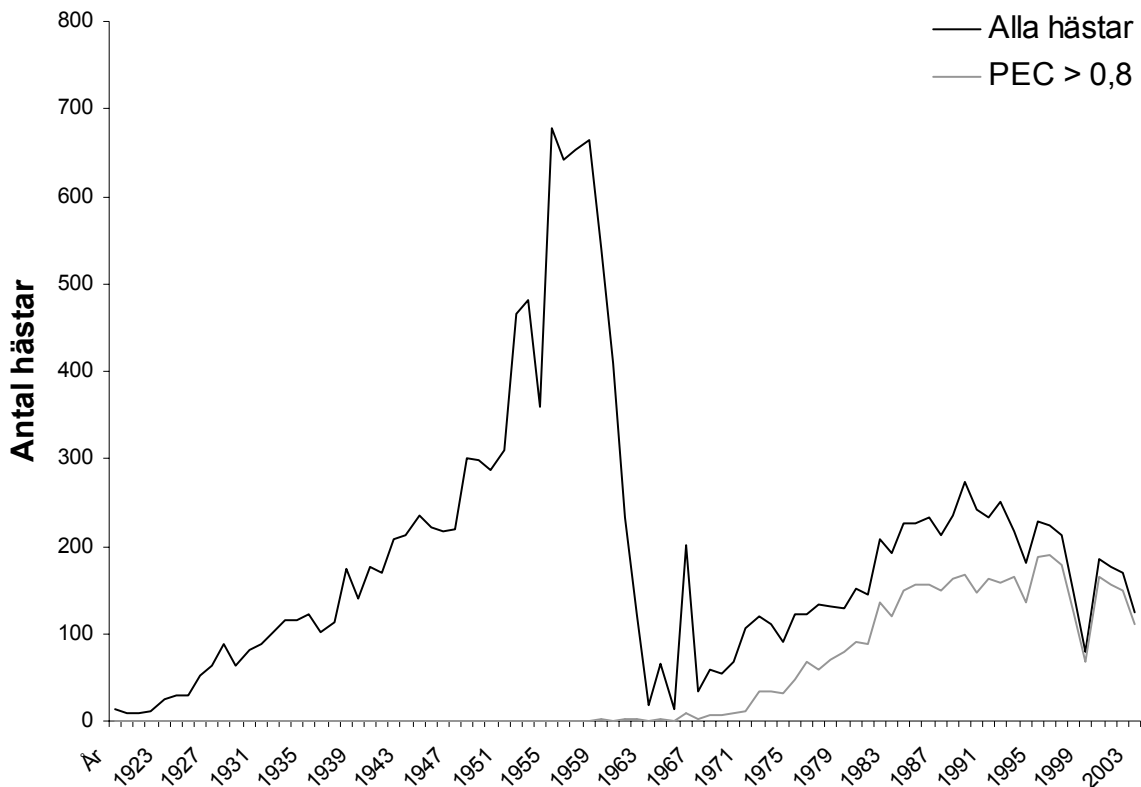
	1	2	3	4	5
1 Typ		0,71 _{1,22}	0,71 _{0,81}	-0,10 _{0,70}	0,56 _{0,74}
2 Huvud-hals-bål	0,62		0,75 _{1,67}	-0,67 _{1,91}	-0,01 _{1,27}
3 Extremiteter	0,20	0,25		-0,68 _{0,53}	0,27 _{0,47}
4 Skritt	0,16	0,14	0,27		0,38 _{0,39}
5 Trav	0,15	0,27	0,17	0,27	

Tabell 11. Genetiska (ovanför diagonalen) med medelfel nedsänkt och fenotypiska (nedanför diagonalen) korrelationer för totalpoäng samt olika mått hos hingstar beräknade i en multivariat analys

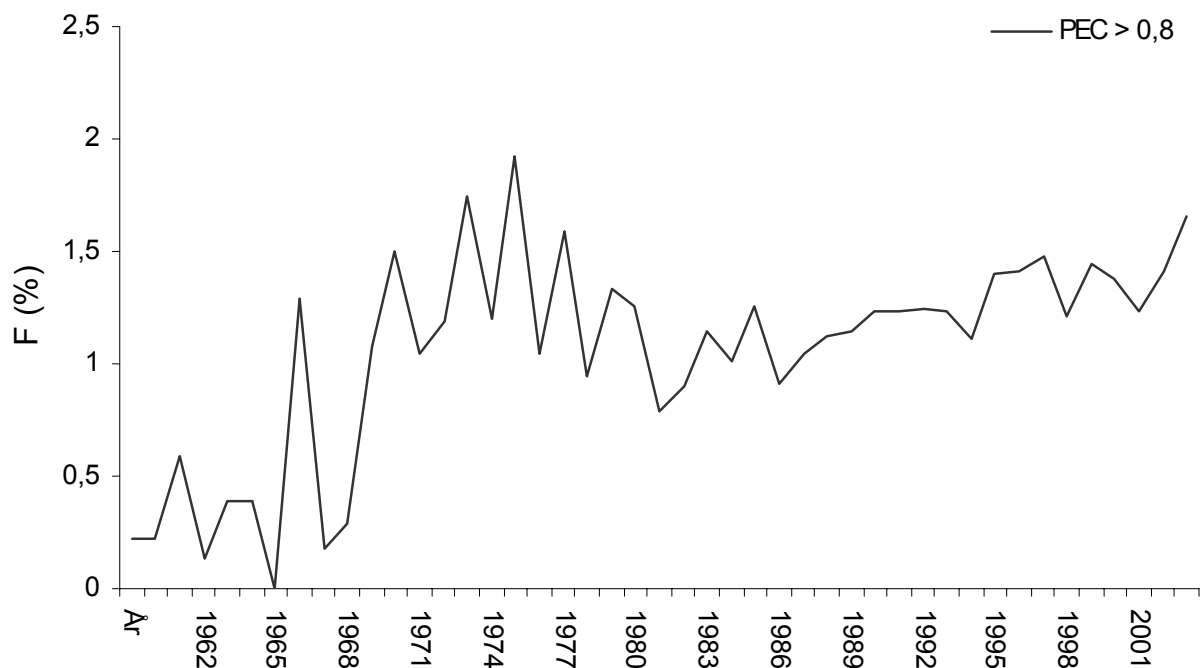
	1	2	3	4
1 Totalpoäng		0,26 _{0,32}	-0,21 _{0,46}	0,86 _{-0,08}
2 Mankhöjd	0,31		0,65 _{0,32}	0,61 _{0,004}
3 Bröstomfång	0,43	0,36		-0,06 _{0,83}
4 Skenbensmått	-0,01	0,11	0,67	

Inavelsanalys

I den högsta PEC klassen (PEC > 0,8) med information om minst fyra led i stamtavlan återfanns 24 % av hästarna (3974 st) av hela materialet (16232 st). Figur 7 visar fördelning i PEC-klassen >0,8 för hästar födda mellan åren 1960 till 2004 och figur 8 visar den beräknade graden av inavel för djur under samma period. Den genomsnittliga inavelsgraden för hästarna i PEC klassen >0,8 i analysen var 1,2%.



Figur 7. Antal ardennerhästar födda mellan 1960 och 2004 med PEC > 0,8 samt alla hästar födda 1920-2004.



Figur 8. Genomsnittliga inavelskoefficienter (F) för ardenner födda 1960-2004 med PEC > 0,8.

Tabell 12. Antalet hästar (N) och genomsnittlig inavelsgrad (F) i procent för hästar i olika PEC- klasser födda 1985-2004

Födelseår	PEC > 0,8	
	N	F (%)
1985	149	1,01
1995	136	1,11
2000	68	1,44
2001	164	1,38
2002	156	1,23
2003	150	1,41
2004	110	1,66

I tabell 12 presenteras den genomsnittliga inavelsgraden för hästar födda under perioden 1985 till 2004. Mellan åren 1985 och 2004 ökade inavelsgraden med 0,65 procentenheter. Antalet ardennerhästar ökade under den första hälften av 1900-talet. Under 1960-talet gick antalet ner för att därefter öka, dock inte till den nivå som det var under 1950-talet. Tabell 13 visar antal hingstar och ston i avel samt den effektiva populationsstorleken beräknad med dessa uppgifter under åren 1960 till 2002. Antalet hingstar och ston minskade under perioden. Minskningen var kraftigast under 1960-talet. Den effektiva populationsstorleken minskade under samma period från 1331 till 227 djur.

Tabell 13. Hingstbestånd¹, antal betäckta ston¹ och effektiva populationsstorlekar (N_e) under åren 1960-2002

År	Antal hingstar ²	Antal ston	N_e
1960	343	11 100	1 331
1970	91	2 066	349
1980	73	1 559	279
1990	86	1 014	317
2000	78	588	276
2002	63	558	227

¹) Svenska Hästavelsförbundet, 2002

²)Antalet hingstar avser åren 1962, 1972, 1982, 1992, 2000 respektive 2002

Tabell 14. Antal individer förekommer som föräldrar i studien samt antal föräldrar med PEC >0,8 med beräknad inavelseffektiva populationsstorlekar (N_{eF}) och genomsnittliga inavelskoefficienter (F).

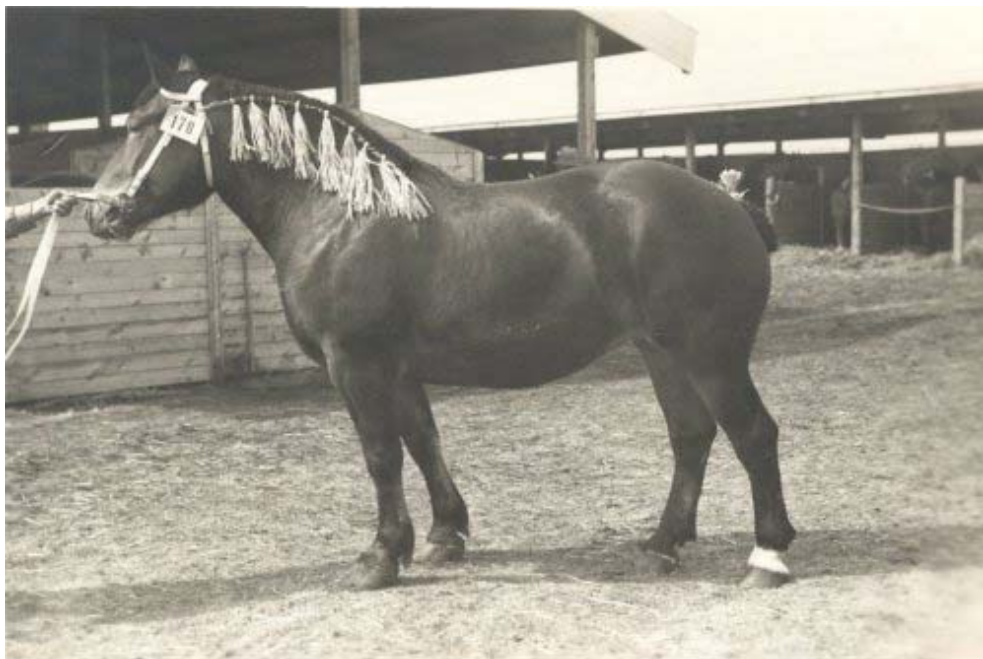
Födelseår	Totalt antal föräldrar	PEC > 0,8		N_{eF}
		Antal föräldrar	F (%)	
1965-1972	459	40	0,82	
1973-1980	607	279	1,17	142
1981-1988	632	443	1,06	-
1989-1996	574	424	1,15	550
1997-2004	143	119	1,26	449

Tabell 14 visar att den genomsnittliga inavelskoefficienten för föräldradjuren ökat under åren 1965 till 2004. Ökningen har emellertid inte varit så stor och den inavelseffektiva populationsstorleken varierade. Den sista generationen 1997-2004 är något osäker p.g.a. att en stor del av djuren i den generationen fortfarande är i avel.

Antalet nytillkomna hingstar och ston per generation var 9,3 respektive 73,6 under åren 1989-1996. Den varianseffektiva populationsstorleken (N_{eV}) beräknades till 184 djur. Varianserna skattades till: $\sigma_{mm}^2 = 1,896$, $\sigma_{mf}^2 = 15,436$, $\sigma_{ff}^2 = 8,330$ och $\sigma_{fm}^2 = 0,121$. Kovarianserna skattades till: $\sigma_{mm,mf} = 2,852$ och $\sigma_{ff,fm} = -0,343$.

Avelsplan

Den nuvarande avelssituationen (bilaga 1) visar att få hingstar visas på premiering; 8 tvååringar, 17 treåringar och 6 fyraåringar. På stosidan visas 36 tvååringar och 76 treåringa hästar. Förslaget till en ny avelsplan (bilaga 2) bygger på att fler individer visas på premiering (160 tvååringar, 110 treåringar samt 80 fyraåringa hingstar), antalet ston ökar till 160 tvååringar och 130 treåringar. Valacker bör visas mer på sommarpremieringar för att snabbare ge information om föräldrarna. En annan skillnad mellan den nuvarande avelssituationen och förslaget är att alla hingstar ska göra ett bruksprov och att kvalitetsgraden "tillstånd" slopas medan antalet hingstar med G har satts till 80 och ca 25 % av dessa AB-premieras. Vid avkommeprövningen bör av antalet hingstar som G-premieras, inga hingstar C-premieras, ca 3 % B-premieras och ca 2 % A-premieras så att slutligen ca 1 % ELIT-premieras. På stosidan är förslaget; ca 65 % B-premieras och av dem premieras 45 % AB och 25 % A. Av de som A-premieras har 20 % chans att ELIT-premieras och slutligen 50 % SUPERELIT-premieras av dem som har en ELIT-premiering sedan tidigare.



Eva

Diskussion

Genetiska parametrar

I jämförelse med den tidigare studien med ardenner (Eriksson, 1998) var arvbarheterna hos treåriga hästar i denna studie något högre för typ (0,28 respektive 0,34), huvud-hals-bål (0,16 respektive 0,20), skritt (0,12 respektive 0,20) och trav (0,21 respektive 0,25) och lägre för extremiteter (0,13 respektive 0,09). Att arvbarheterna skiljer sig mellan studierna kan bero på att i den tidigare studien gjordes bivariata analyser och egenskaperna analyserades parvis medan i denna studie skattades de genetiska parametrarna för typ, huvud-hals-bål, extremiteter, skritt och trav i en gemensam analys. Arvbarheten för mankhöjd (0,72) var också högre i denna studie än i den tidigare (0,65). I studier på nordsvensk brukshäst (Åström, 1999) och fjordhäst (Hansson, 2001) var arvbarheterna för mankhöjd (0,72 respektive 0,76) i nivå med den i denna studie beräknade. Arvbarheterna för egenskaper registrerade vid hingstpremiering var låga och beroende på att litet antal observationer var standardfelen förhållandevis höga. Skenbensmått var den egenskap hos hingstarna som uppvisade högst arvbarhet (0,26). Den låga arvbarheten för mankhöjd (0,11) avvek kraftigt från den som skattades för de treåriga hästarna (0,76). Den lägre arvbarheten för egenskaper registrerade hos hingstar kan bero på att antalet hingstar var litet (medelfelen var förhållandevis höga) men det är även en effekt av att de hingstar som kommer till premiering utgör en selekterad grupp där den genetiska variationen mellan individerna är lägre än i populationen som helhet. För typ, huvud-hals-bål och mankhöjd var den genetiska variationen (σ_a^2) betydligt lägre i hingstmaterialet än i materialet med de treåriga hästarna (tabell 8). Den genetiska variationen för extremiteter, skritt och trav var däremot högre än eller i samma nivå som den för de treåriga hästarna. Detta tyder på att de hingstar som kommer till premiering i högre grad är selekterade på utseende och storlek än på gångarterna.

De genetiska och fenotypiska korrelationerna för treåriga hästar skiljer sig något mellan denna studie och den tidigare studien (Eriksson, 1998). I den tidigare studien var den genetiska korrelationen mellan huvud-hals-bål och skritt negativ och låg (-0,01) och i denna studie är den positiv och medelhög (0,32). I övrigt redovisar båda studierna positiva genetiska och fenotypiska korrelationer.

Den mycket höga genetiska korrelationen mellan typ och huvud-hals-bål (0,98) för de treåriga hästarna tyder på att det till stor del är samma gener som påverkar dessa två mått. Det innebär också att det är samma egenskaper hos hästen, som bedöms med måtten. Även för hingstarna erhöles en hög positiv genetisk korrelation (0,72), visserligen med ett stort standardfel (1,22), mellan typ och huvud-hals-bål.

De positiva och medelhöga genetiska korrelationerna mellan mankhöjd och de exteriöra egenskaperna (0,41-0,58), som skattades för de treåriga hästarna, indikerar att bedömda ardennerhästar med högre mankhöjd har en för rasen fördelaktigare exteriör. För hingstarna erhöles måttligt höga genetiska korrelationer mellan mankhöjd och bröstomfång (0,65) respektive skenbensmått (0,61), vilket visar att hästarna tenderar att bli grövre ju högre de blir.

Inavelsanalys

För hästar med information om föräldrar i minst fyra led ($PEC < 0,8$) beräknades inavelskoefficienten till 1,66 % år 2004. Effektiv populationsstorlek beräknad med ledning av antalet djur i avel samt den beräknad med ledning av ökning i inavelsgrad låg på 227 respektive 549 djur i början av 2000-talet. Den varianseffektiva populationsstorleken beräknad med information från åren 1989 till 1996 var något lägre och låg på 184 djur. Resultaten tyder på att det inte föreligger någon direkt risk för problem med inavel men det är viktigt att inte hingstantalet går ner ytterligare, så att endast ett fåtal hingstar betäcker många ston var. Gränsen för att inte förlora för mycket av den genetiska variationen ligger enligt Majjala (1992) på 50 djur.

Den varianseffektiva populationsstorleken (N_{eV}) var 20 individer större än i den föregående studien (Eriksson, 1998). Detta innebär i så fall att N_{eV} har ökat med 20 individer på en generation. Detta är positivt och antalet ardennerhästar som används i avel har ökat. Nyttillkomna hingstar ligger på ca tio stycken årligen i båda studierna medan antalet årligen nyttillkomna ston har ökat med ca tio individer (från 62,1 till 73,6).

Avelsplan

Det låga deltagandet av hingstar vid premieringarna (ca 9 % av antalet födda föl visas som treåringar och 3 % visas som fyraåringar) pekar på att många potentiella hingstämmen aldrig kommer till prövning. Andelen prövade ston är högre än andelen hingstar men även där är en ökad andel önskvärd dels därför att det ger en större möjlighet att rättvist jämföra stona och dels därför att det kan ge en säkrare avkommeprövning av hingstarna.

Förslaget till ny avelsplan bygger på att testa fler individer så tidigt som möjligt, dvs. att fler två- och treåriga ston och hingstar kommer till premieringarna. Därigenom minskar risken att bra ston och hingstar selekteras bort vid tidig ålder. Många hästar tar tid på sig att mogna och kanske inte är klara att utvärderas som ett- eller tvååring utan blir bättre som tre- eller fyraåring. Antalet premierade som tre- eller fyraåring är därför också högre i förslaget (110 treåriga respektive 80 fyraåriga hingstar samt 130 treåriga ston) än vad som gäller idag (18 treåriga respektive 6 fyraåriga hingstar samt 76 treåriga ston).

Anmärkningsvärt är att samtliga hästar som genomför körprovet klarar det och det är möjligt att svårighetsgraden vid detta prov är för låg och bör höjas för att kunna utgöra ett bra test av hästarnas prestationsförmåga. Fler stoägare bör lockas att göra bruksprov med sitt sto och även valacker bör göra bruksproven för att kunna visa vad föräldrarna nedärver. Därigenom skulle valacken kunna hjälpa till att snabbare och säkrare utvärdera sina föräldrar och man vinner lite tid i aveln. Man bör kräva att en hingst som ska verka i aveln ska ha genomfört ett godkänt bruksprov för att visa att han är användbar och inte enbart är snygg. I förslaget till ny avelsplan har därför kvalitetsgraden ”tillstånd” slopats. De hingstar som inte klarade sig som treåringar men är värda att vänta på bör visas igen som fyraåring och då göra ett godkänt bruksprov.

Antalet avelsdjur har minskat genom åren. För att undvika problem med inavel och förhindra en utarmning av den genetiska variationen finns det anledning att vara uppmärksam så att antalet djur i avel inte hamnar på en alltför låg nivå. I förslaget på avelsplan är därför antalet A-, B- och AB- premierade högre. En förutsättning för detta är att antalet prövade ston, hingstar och även valacker som kommer till premiering ökar.

Förslaget bygger även på att inte låta hingstarna verka för länge i vissa regioner alternativt i aveln utan att man byter ut dem så att andra hingstar kan få komma fram.

Slutsatser och förslag till förbättringar

Fler hästar bör visas på premieringarna för att undvika att bra hästar selekteras bort. Vid analysen av exteriörbedömningsresultat visades att stora delar av poängskalan inte används vare sig för hingstar eller treåriga hästar. Om detta beror på att visade hästar håller en jämn och enhetlig kvalité eller om det finns andra orsaker är svårt att säga. Detta bör dock diskuteras inom föreningen och bland de domare som bedömer svensk ardenner för att om möjligt komma till rätta med problemet.

En nackdel med premiering är att det kostar pengar för hingst- och stoägaren. För att motivera dem att visa sina hästar kan man använda prispengar för hingstägaren och för stoägaren en betäckning/spermados från en utvald hingst. Man kan införa billigare betäckningar/spermadoser från unga lovande hingstar.

Avelsmålet för den svenska ardennerhästen är mycket ospecifikt. Därför bör man förtydliga det. Andra krav ställs på hästen idag än tidigare och det är även viktigt att kunna konkurrera med andra raser. Tidigare användes ardennerhästen i jordbruket som arbetshäst. Idag används den ofta även som en hobbyhäst, som både rids och körs.

Användning av BLUP-metodik skulle göra det möjligt att säkrare avelsvärdera ardennerhästarna. Ardennerhästarna har sedan tidigare bra och tillgänglig släktskapsinformation och de nya passreglerna stärker identifieringen av hästarna ytterligare. För att kunna genomföra en BLUP-avelsvärdering krävs dessutom en databas där prestations- samt premieringsresultat sparas, vilket ardennerföreningen har så man har en grund att stå på. Många andra raser, t. ex. svenskt halvblod, varm-och kallblodstravare och islandshästen, använder redan idag BLUP-metoden för avelsvärdering. Vid användning av BLUP-index bör hänsyn till släktskapsinformation tas så att inte inavel ökar för mycket.

Svensk ardenner ligger inte i någon direkt riskzon för akuta inavelsproblem. Inavelsaspekten bör dock tas i beaktande vid betäckning så inte den genetiska variationen försvinner p.g.a. för nära släktskap på individnivå. Om man önskar behålla den svenska ardennerstypen bör de svenska hingstarna användas mer i avel. Import och utbyte med andra länder är bra ur inavelssynpunkt, men man bör ta i beaktande att de andra länderna har andra avelsmål för "sin" ras.

Summary

Genetic parameters for conformation traits and inbreeding in the Swedish Ardenner horse

The purposes of this study were to estimate genetic and phenotypic parameters for conformation traits in Swedish Ardenner, a heavy draught horse, and to investigate the inbreeding status of the population. Additionally, a breeding scheme proposal was created, based on the results achieved in the study.

The data studied were obtained from the Swedish Horse Board and from the Swedish Ardenner Association. The data included 1632 three-year-old horses, mainly mares, and 356 stallions, judged between 1986 and 2005 at conformation shows. The traits studied were type, head-neck-body, legs, walk and trot at hand, total score and height at withers. Additional traits studied for stallions were circumference of chest and cannon bone. To analyse the data an animal model was used. Heritability varied for three-year-olds between 0.09 and 0.35 and for stallions between 0.003 and 0.04. Heritability for height at withers was 0.72 and 0.11 for the three-year-olds and stallions, respectively. For stallions the heritabilities for circumference of chest and cannon bone were 0.09 and 0.26. The genetic correlations between the conformation traits were positive for three-year-olds and for the stallions the correlations varied between positive and negative values.

For the inbreeding analysis the data included 16 387 horses, born between 1900 and 2004. The average coefficient of inbreeding for all horses with at least four generations ($PEC > 0.8$) in their pedigree was 1.2 %. For horses born 2004 with $PEC > 0.8$ the average coefficient was 1.66 %. The effective population size (N_e) was estimated to 227 animals in 2002, the inbreeding effective size (N_{eF}) calculated for the period 1997-2004 was 550 horses and the variance effective population size (N_{eV}) was 184 horses. The variance effective population size was estimated for the period 1989-1996.

The heritability and correlations of the three-year-old horses show a good opportunity to improve the conformation traits by selective breeding. The result of the calculations of inbreeding and effective population size indicate that the risk of problems caused by inbreeding presently is low in the Swedish Ardenner breed.

The proposed breeding scheme suggests that more horses should be shown at the conformation shows. That is to prevent a too early selection and a risk to eliminate good horses before they got to show what they can. More horses should also do the performance test (draught test) in order to provide more information on the individual as well as to the progeny information of sires.

Litteraturförteckning

Aberle, K.S., Hamann, H., Drögemüller, C & Distl, O. 2004. Genetic diversity in German drought horse breeds compared with a group of primitive, riding and wild horses by means of microsatellite DNA markers. *Animal Genetics* 35, 270-277.

Aminder, E. 2002. Genetisk analys av premierings- och utställningsresultat hos Connermara och New Forest. Examensarbete nr 228 vid Institutionen för husdjursgenetik. SLU, Uppsala.

Andersson, E. 1998. Inavel och dess betydelse för kallblodstravarens tävlingsprestationer. Examensarbete nr 187 vid Institutionen för husdjursgenetik. SLU, Uppsala.

Antonsson, J.S. 1998. Ardenneraveln i Sverige. Ardennerhästen 125 år 1873-1998. L&K Tryck, 1-21, 62-63.

Atrell, B., Björnhag, G., Dalin, G., Furugren, B., Philipsson, J., Planck, C. & Rundgren, M. 1999. Hästens Biologi- utfodring och avel. Natur och kultur. LTs förlag, Falköping, 230-254.

Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen. 2004. Hingstar verksamma inom Svensk Ardenneravel 2004. L&K Tryck, Växjö.

Curik, I., Zechner, P., Sölkner, J., Achmann, R., Bodo, I., Dovic, P., Kavar, T., Marti, E. & Brem, G. 2003. Inbreeding, Microsatellite heterozygosity, and morphological traits in Lippizzan horses. *Journal of Heredity* 94:2, 125-132.

Delwiche, L.D & Slaughter, S.J. 1998. The little SAS[®] book: a primer 2:nd edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Eriksson, S. 1998. Genetisk analys av exteriöra egenskaper samt inavelsgrad hos den svenska ardennerhästen. Examensarbete nr 189 vid Institutionen för husdjursgenetik, SLU. Uppsala.

Falconer, D.S. & MacKay, T.F.C. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4:th edition. Longman Group Ltd. Malaysia.

Ganini, G.C., Bagnato, A., Miglior, F., Pagnacco, G. 1992. Inbreeding in the Italian Haflinger horse. *J. Anim. Breed. Genet.* 109, 433-443.

Gerber Olsson, E., Árnason, T., Näsholm, A & Philipsson, J. 2000. Genetic parameters for traits at performance test of stallions and correlation with traits at progeny tests in Swedish warmblood horses. *Livest. Prod. Sci.* 65, 81-89.

Hansson, M. 2001. Genetisk analys av exteriöra egenskaper samt studie av inavel hos fjordhästen. Examensarbete nr 226 vid Institutionen för husdjursgenetik, SLU. Uppsala.

Hemberg, E., Lundeheim, A & Einarsson, S. 2004. Reproductive performance of Thoroughbred mares in Sweden. *Reprod. Dom. Animal.* 39, 81-85.

Henderson, C.R. 1974. Rapid Method for Computing the Inverse of a Relation Matrix. *J. Dairy Sci.* 58:11, 1727-1730.

- Hill, W.G. 1978. A note on effective population size with overlapping generations. *Genetics* 92, 317-322.
- Janssen, H. 1994. Inbreeding and relationships in the Swedish Ardenner horse. Institutionen för husdjursgenetik, SLU. Uppsala.
- Klemetsdal, G & Johnson, M. 1989. Effect of inbreeding in Norwegian trotters. *Livest. Prod. Sci.* 21, 263-272.
- Koenen, E.P.C., Aldridge, L.I & Philipsson, J. 2004. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livest. Prod. Sci.* 88, 77-84.
- Koenen, E.P.C., van 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 horse population. *Livest. Prod. Sci.* 43, 85-94.
- MacCluer, J.W., Boyce, A.J., Dyke, J., Weitkamp, L.R., Pfenning, D.W & Parsons, C.J. 1983. Inbreeding and pedigree structure in Standardbred horses. *J.Heredity* 74, 394-399.
- Madsen, P & Jensen, J. 2000. A user's guide to DMU-A package for analyzing multivariate mixed models. Danish Institute of Agriculture Sciences. version 6. release 4.
- Maijala, K. 1992. Monitoring animal genetic resources and criteria for prioritisation of breeds. The management of global animal genetic resources. *FAO Animal Production and health paper* 104, 73-85.
- Malmfors, B. 1989. Avel. I boken: Björnhag, G., Jonsson, E., Lindgren E., Malmfors, B., Husdjur- ursprung, biologi och avel. LT's förlag, Stockholm, 313-392.
- Molina, A., Valera, M., Dos Santos, R & Rodero, A. 1999. Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse. *Livest. Prod. Sci.* 60, 295-303.
- Preisinger, R., Wilkens, J & Kalm, E. 1991. Estimation of genetic parameters and breeding values for conformation traits for foals and mares in the Trakehner population and their practical implications. *Livest. Prod. Sci.* 29, 77-86.
- Quaas, R.L. 1976. Computing the Diagonal Elements and Inverse of a Large Numerator Relationship Matrix. *Biometrics* 32, 949-953.
- Sevinga, M., Vrijenhoek, T., Hesselink, J.W., Barkemas, H.W & Groen, A.F. 2004. Effect of inbreeding on incidence of retained placenta in Friesian horses. *J. Anim. Sci.*, 82, 982-986.
- Sigurdsson, A & Arnason, T. 1995. Predicting Genetic Trend by Uni- and Multitrait Models. *Acta. Agric. Scand. Sect. A, Animal Sci.* 45, 1-10.
- Sigurdsson, A. & Jonmundsson, J.V. 1995. Inbreeding and Its Impact in the Closed Population of Icelandic Dairy Cattle. *Acta. Agric. Scand. Sect. A, Animal Sci.* 45, 11-16.

Sjöberg, A. 1998. Genetisk analys av exteriöra egenskaper hos Svenska halvblodshästar bedömda vid unghästpremeringar. Examensarbete nr 192 vid Institutionen för husdjursgenetik, SLU. Uppsala.

Svenska Hästavelsförbundet 2001. Hästavel 2001 – Svenska Hästavelsförbundet, Swedish horse board.

Svenska Hästavelsförbundet 2003. Hästavel 2003 – Svenska Hästavelsförbundet, Swedish horse board.

Svenska Hästavelsförbundet 2005. a) Svenska hästavelsförbundets hingstreglemente: Plan och riktlinje för Svenska hästavelsförbundets verksamhet som avelsorganisation, 62-64.

Svenska Hästavelsförbundet 2005. b) Svenska hästavelsförbundets storeglemente: Plan och riktlinjer för ston och unghästar, 42-43.

van Bergen, H.M.J.M & van Arendok, J.A.M. 1993. Genetic parameters for linear type traits in Shetland ponies. *Livest. Prod. Sci.* 36, 273-284.

Vangen, O. 1996. Breeding goals and testing systems in Norwegian horse breeding. *47th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*. Lillehammer, Norway, 25-29 August.

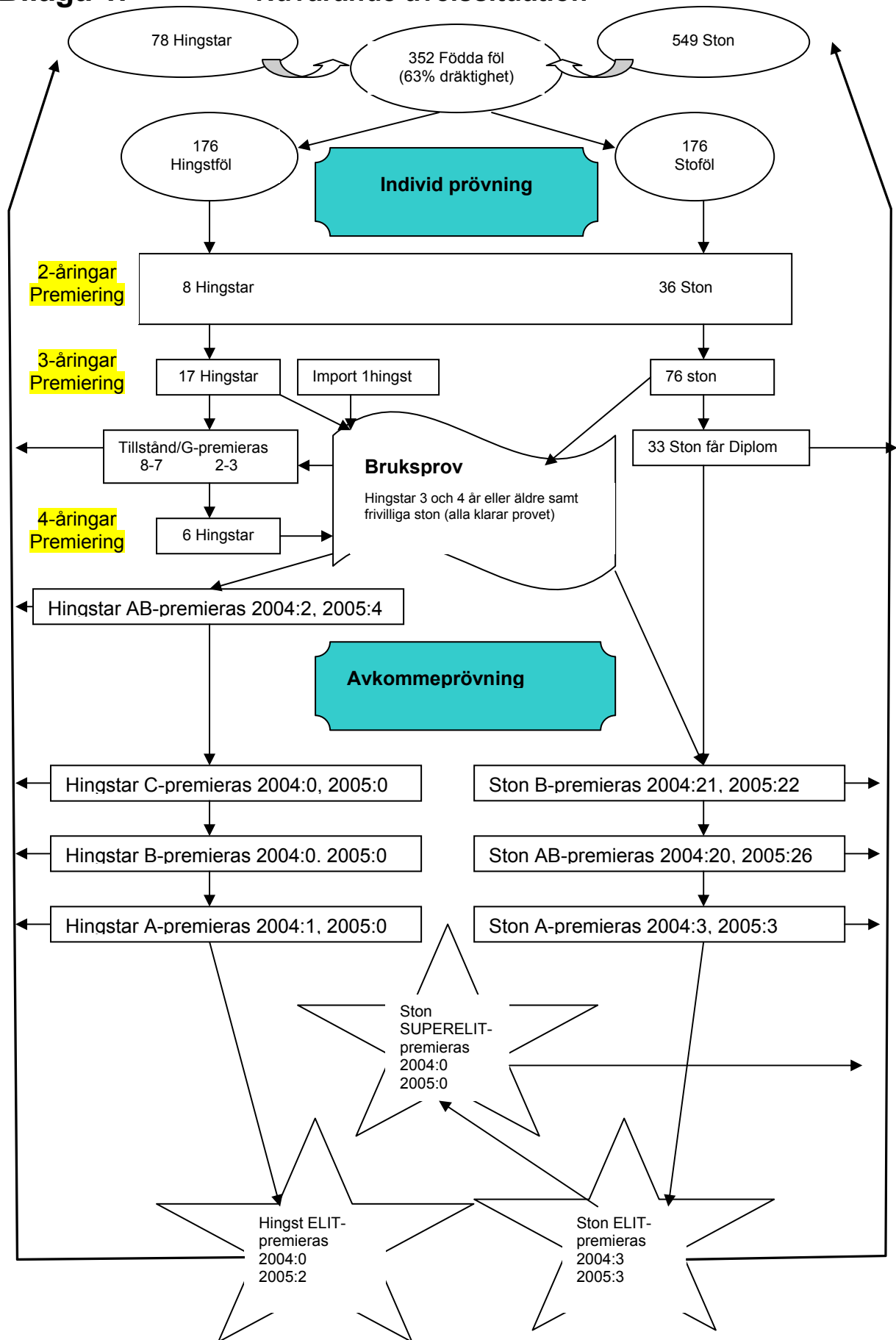
Zechner, P., Zohman, F., Sölkner, J., Bodo, I., Habe, F., Marti, E & Brem, G. 2001. Morphological description of the Lippizzan horse population. *Livst. Prod. Sci.* 69,163-177.

Åström, H. 1999. Genetisk analys av exteriöra egenskaper och draglagsprov samt populationsstrukturen hos den nordsvenska hästen. Examensarbete nr 199 vid Institutionen för husdjursgenetik, SLU. Uppsala.

PERSONLIGT MEDDELANDE

Antonsson, J-S. 2006. Avelssekreterare i Avelsförbundet för Svenska Ardennerhästen.
Telefon 0380-37 21 90

Bilaga 1. Nuvarande avelssituation



Bilaga 2. Förslag till avelsplan

