



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och  
husdjursvetenskap

# **Genetisk analys av resultat vid det svenska bruksprovet för varmblodiga hingstar**

Genetic analysis of Swedish stallion performance test results for warmblood stallions

*Lovisa Granberg*

# **Genetisk analys av resultat vid det svenska bruksprovet för varmblodiga hingstar**

Genetic analysis of Swedish stallion performance test results for warmblood stallions

*Lovisa Granberg*

**Handledare:** Åsa Viklund

**Institution:** SLU, Institutionen för Husdjursgenetik

**Examinator:** Susanne Eriksson

**Institution:** SLU, Institutionen för Husdjursgenetik

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A2E

**Kurstitel:** Examensarbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0558

**Program:** Agronomprogrammet - Husdjur

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2018

**Serienamn / delnummer:** Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjursgenetik, 534

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Individprovning, stationstest, SWB, hoppning, dressyr, arvbarhet, korrelation

**Keywords:** stallion performance test, show jumping, dressage, heritability, correlation

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjursgenetik

## Sammanfattning

För det Svenska Varmblodet (SWB) är avelsmålet att konkurrenskraftigt prestera på internationell tävlingsnivå inom hoppning, dressyr och fälttävlan. Bruksprovet är ett avelsvärderingstillfälle för tre- till femåriga hingstar, såväl som äldre hingstar med tävlingsprestationer, där de med godkänt resultat får verka i SWB-avel. Detta är det viktigaste momentet för avelsframsteget i avelsarbetet för SWB. På bruksprovet bedöms hingstarna i momenten exteriör, gångarter, hoppning och ridbarhet. I slutet på 70-talet började bruksprovet utvecklas och från 1983 fick bruksprovet en bestämd form. Utveckling av bruksprovet är en kontinuerlig process och några viktiga förändringar genomfördes år 2002. Då fick för första gången treåriga hingstar delta utan föregående prövning. Bruksprovet för fyra- och femåriga hingstar delades upp i två faser där de mest lovande hingstarna fick genomföra en andra fas i sin tilltänkta disciplin. Dessutom förkortades provet från nio till sju dagar. Egenskaper bedömda vid det svenska bruksprovet har vid tidigare studier haft medelhöga till höga arvbarheter och haft starka korrelationer med avelsmålet – tävlingsresultat på hög nivå.

Syftet med denna studie var att skatta genetiska parametrar för bruksprovsegenskaper för åren 2002–2017 och skatta genetiska samband mellan bruksprovsegenskaper och tävlingsresultat.

Materialet innehöll 660 bruksprovresultat för 569 tre- till femåriga hingstar. I studien användes fyra olika BLUP djurmodeller för genetiska analyser. En modell som beaktade upprepade observationer och en modell där enbart det sista resultatet för varje hingst togs med. Utöver de fixa effekterna av bruksprovår och ålder analyserades båda modellerna även med och utan effekt av ursprungsstambok. Resultatet från de fyra analyserna visade på medelhöga till höga arvbarheter för de flesta egenskaper, skritt 0,44–0,64, trav 0,62–0,98 och galopp 0,49–0,54. Arvbarheter för hoppegenskaper skattades inom intervallet 0,49–0,92. Vissa av skattningarna för trav blev orimligt höga. Det kan bero att materialet överskattas då hingstarna är förselekterade till olika discipliner vilket påverkar släktskapsstrukturen samt att materialet är litet. Vid skattning av genetiska korrelationer mellan bruksprov och tävling skattades starka korrelationer mellan bedömda gångarter och prestation vid dressyr-tävling 0,73–0,79 och hoppegenskaperna bedömda på bruksprovet hade höga korrelationer med prestation vid hoptävling 0,68–0,74. Inom bruksprovet hade samtliga gångarter hög korrelation med Hoppning – Teknik och Förmåga. Dock skattades negativa korrelationer mellan skritt och Hoppning – Temperament och Utvecklingsbarhet (HTA) och trav och HTA. Det var oväntat eftersom korrelationen var stark (0,87) mellan hoppegenskaperna. En släktskapsanalys visade att hopp- och dressyrhingstarna var mycket mindre besläktade mellan disciplin än inom disciplin. Det skulle kunna vara en förklaring till vissa av de extrema skattningarna. Det är möjligt att släktskapet minskat över tid i SWB populationen vilket vore intressant att undersöka vidare. Sammanfattningsvis visade denna studie att bruksprovet är ett bra urvalstillfälle av varmblodiga hingstar på grund av höga arvbarheter för testade egenskaper och starkt genetiskt samband med avelsmålet.

## Abstract

The breeding goal for the Swedish Warmblood (SWB) is to be competitive at an international level of competition both in jumping, dressage and eventing. In Sweden the stallion performance test (SPT) is an event to select the most promising three to five-year-old Warmblood stallions for breeding in SWB. The SPT is the most important step in the breeding program for Swedish Warmblood (SWB). The stallions are judged primarily for their conformation, gaits and jumping-skills. Development of the SPT is an ongoing process and some important changes were implemented in the SPT from 2002. From that year, three-year-old stallions could enter the SPT without previous testing and the SPT for four and five-year-old stallions were divided into two phases. Only the most promising stallions could continue to phase two in their intended discipline. Also, the test was shortened from nine to seven days.

The aim of this study was to estimate genetic parameters for traits tested in SPT during 2002-2017, and to estimate genetic correlations between traits in SPT and competition results.

The material included 660 SPT results for 569 three- to five-year-old stallions SPT results. In the study four different BLUP animal models were used for genetic analyses. One model considered repeated observations, whereas only the last result for each stallion was included in another model. In addition to the fixed effects of the year of SPT and age, both models were also analysed with and without effect of the original studbook. Result from the four analyses showed moderate to high heritability for most traits, walk 0.44-0.64, trot 0.62-0.98 and canter 0.49-0.54. Heritability for jumping traits were estimated to 0.49-0.92. Especially two estimates for trot were very high and are most likely overestimated because the stallions are preselected for different disciplines which affects the data structure, and that the amount of data was quite small. Analyse of genetic correlations between SPT and competition estimates were strong between assessed gait traits and performance at dressage competition 0.73-0.79 and jumping traits in SPT showed high correlations with performance at jumping competition 0.68-0.74. Within the SPT correlation between gaits and the trait jumping – technique and ability shows strong positive correlation. But, when analysing walk with the second jumping trait – temperament and potential for development (HTA) and between trot-HTA the correlations were negative. This result was unexpected since the correlation is strongly positive between the jumping traits. An analysis for estimating relationship within and between populations was conducted and showed that the relationship between jumping and dressage stallions was much weaker than between stallions within the same discipline. This could be an explanation to some of the extreme values in the analysis. It is possible that the relationship has decreased over time in the SWB population, which would be interesting to investigate further. In conclusion, this study showed that the SPT is a good tool for selection of warmblood stallions because of high heritabilities and strong genetic correlation with the breeding goal.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>9</b>
2.1	Bruksprovets historia	9
2.2	Bruksprov för hingstar för svensk varmlodsavel	10
2.2.1	Krav för deltagande	10
2.2.2	Bruksprovets utformning	10
2.2.3	Treåriga hingstar	11
2.2.4	Fyra- och femåriga hingstar	12
2.3	Bruksprov i Europa	13
2.3.1	Bruksprov i Tyskland	13
2.3.2	Bruksprov i KWPN	14
2.3.3	Bruksprov i DWB	14
2.4	Genetiska parametrar för bruksprovsegenskaper	15
2.5	Genetiska samband mellan bruksprovsegenskaper och tävling	16
<b>3</b>	<b>Material</b>	<b>18</b>
3.1	Bruksprovresultat	18
3.2	Tävlingsinformation	19
3.3	Härstamningsinformation	20
<b>4</b>	<b>Metod</b>	<b>22</b>
4.1	Statistisk analys	22
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>24</b>
5.1	Deskriptiv Statistik	24
5.2	Genetiska parametrar för bruksprovsegenskaper	26
5.3	Korrelationer inom bruksprov och mellan bruksprov och tävling	28
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>30</b>
6.1	Material	30
6.2	Metodval	31
6.3	Deskriptiv statistik	32
6.4	Arvbarheter	33
6.5	Släktskap	34
6.6	Korrelationer inom bruksprov	35
6.7	Korrelationer mellan bruksprov och tävling	35

6.8	Slutsats	36
	<b>Tack</b>	<b>37</b>
	<b>Referenslista</b>	<b>38</b>

# 1 Inledning

För rasen Svenskt Varmblod (SWB) är målet att få fram hästar som kan prestera på den högsta nivån inom både hoppning, dressyr och fälttävlan (SWB, 2015). Det övergripande avelsmålet för SWB lyder: ”En ädel, korrekt och hållbar varmbloodshäst som genom sitt prestationsinriktade temperament, sin ridbarhet, goda rörelser och/eller hoppförmåga är internationellt konkurrenskraftig” (SWB, 2015). Arbetet mot detta mål fordrar ett noggrant och långsiktigt avelsarbete. För att kunna få fram bra hästar med goda genetiska förutsättningar för att prestera på högsta nivå krävs det att man selekterar de bästa för avel. Bruksprovet är det absolut viktigaste momentet för selektionen enligt avelsplanen. Detta beror på att en hingst kan få hundratals avkommor jämfört med ett sto som kan få ett begränsat antal avkommor. Viklund *et al.* (2011) kom fram till att avelsframsteget i hoppning och dressyr för SWB nästan enbart berodde på en starkare hingstselektion i och med att bruksprov för hingstar infördes i slutet på 70-talet.

Bruksprovet är ett tillfälle för officiell avelsvärdering av tre till fem år gamla hingstar, samt för äldre hingstar som uppnått prestationskrav på tävling. De bästa hingstarna blir godkända för avel inom SWB (SWB, 2015). SWB anser att hingstarna som visas på bruksprovet bör uppgå till 2 % av årgångens hingstar. Vidare blir ungefär 20–30 % av de visade hingstarna godkända, 10–15 % inom vardera disciplinen. På bruksprovet visas även äldre hingstar som presterat på tävlingsbanorna. De blir exteriörbedömda och Avelsvärderingsnämnden (AVN) kan vilja se hingsten i ytterligare moment innan potentiellt godkännande (SWB, 2015). Tidigare har skattade genetiska parametrar visat på stark korrelation mellan egenskaper testade på bruksprov och tävlingsresultat (Skoglund, 2001; Olsson *et al.*, 2008). Det tyder på att hingstarnas bruksprov är ett bra mått på hingstens avelsvärde för sportegenskaper. Egenskaper testade under bruksprovet har tidigare visat på medelhöga till höga arvbarheter (Gerber Olsson *et al.*, 2000.) Detta trots att det svenska brukspro-

vet har varit ett av de som löpt under kortast tid jämfört mot andra europeiska avelsförbunds hingstprov (Thorén Hellsten *et al.*, 2006). Numera finns kortare bruksprov i flera förbund enligt Thorén Hellsten<sup>1</sup>.

Till år 2002 ändrades provet på flera punkter: treåriga hingstar kunde nu bli komma till bruksprovet utan förprovning och provet för fyra- och femåriga hingstar delades upp i två faser där de mest lovande hingstarna fick genomföra en andra fas i sin tilltänkta disciplin. Dessutom så förkortades provet från nio (Gerber Olsson *et al.*, 2000) till sju dagar (SWB, 2016). Efter 15 år finns nu tillräckligt med data för att utvärdera det nya bruksprovet.

Syftet med denna studie var att analysera bruksprovsdata för åren 2002–2017 och skatta genetiska parametrar för bruksprovsegenskaperna och genetiska samband mellan bruksprovsegenskaper och tävlingsprestation som är SWB:s avelsmål.

---

<sup>1</sup> Emma Thorén Hellsten, personlig kommunikation, Agr. Dr. Avelsledare SWB, [2018-04-20]



## 2 Bakgrund

### 2.1 Bruksprovets historia

Den modell som SWB använder för att bedöma och godkänna avelshingstar utvecklades i slutet på 70-talet och i början på 80-talet (Gerber Olsson *et al.*, 2000). Från 1983 fick provet en bestämd form och hölls i SWB:s regi (SWB, 2016). Hur testet designades från början och utvecklingen som skett därefter var baserat på resultat från 100-dagarstest i Europa och de genetiska analyser som gjorts ifrån kvalitetsbedömningar för fyraåriga hästar (Árnason, 1987). I en studie av Gerber Olsson *et al.* (2000) skattades genetiska parametrar för egenskaper testade på bruksprov mellan 1979 och 1993. Bruksprovet beskrivs där enligt standarden som gällde före och efter 1997. Under åren 1979 till 1997 testades årligen 40–60 fyra- och femåriga hingstar som förselekerats från en grupp av ungefär 200 hingstar. Hingstarna fick delta vid max tre tillfällen som samtliga var fyra dagar långa och genomfördes med sex månaders intervall. För att bli godkänd krävdes minst två testtillfällen med godkänt resultat. Under samtliga tillfällen genomgick hingstarna en veterinärbesiktning och bedömning av exteriör, gångarter med ryttare, löshoppning och uppsutten hoppning. Dessutom fick hingstarna poäng för allmänt intryck och temperament för de tre sist nämnda. År 1997 trädde nya regler i kraft, det blev då ett bruksprov tillfälle per år som ägde rum på Flyinge och där hingstarna bedömdes under nio dagar. Dessutom togs bedömning av löshoppning bort, eftersom ett argument från hingstägare och ryttare var att hingstarna måste hoppas uppsuttet eftersom det är så de ska användas senare (Gerber Olsson *et al.*, 2000). Gerber Olsson *et al.* (2000) visade dock att löshoppning hade högre arvbarhet än uppsutten hoppning och kan göras vid en lägre ålder vilket är mycket positivt ur avelssynpunkt. Resultatet visade också att gångarterna visade högst repeterbarhet och att hoppegenskaperna var de som visade störst variation. Författarna drog då slutsatsen att antalet visningar av gångarter kunde

minska och att bruksprovet därmed kunde kortas ytterligare och därmed bli mindre kostsamt.

Bedömningar av unga hästar såsom hingstarnas bruksprov ger en selektion med kortare generationsintervall vilket ger möjlighet att få ett snabbare avelsframsteg. Dock så måste man beakta att unghästtester bara är bra om de är genetiskt korrelerade med tävlingsprestationer senare i livet och egenskaperna har medelhög till hög arvbarhet (Stewart *et al.*, 2010). Arvbarheten för tävlingsprestation är oftast lägre än för bedömningar på unga hästar, vilket är en indikation på att med stigande ålder så ökar miljöeffekternas inflytande. Unga hästar är mindre påverkade av ryttares inverkan och träning (Wallin *et al.*, 2003).

## 2.2 Bruksprov för hingstar för svensk varmblodsavel

### 2.2.1 Krav för deltagande

Hingsten ska vara röntgad utan anmärkning för osteochondros i has- och knäleder. Den ska också uppfylla krav enligt Djurskyddsmyndighetens föreskrifter (DFS 2004:22) om avelsarbete samt vara godkänd av veterinär enligt rasvisa krav enligt bilaga 2 i SWB:s Hingstreglemente (SWB, 2016). Dessutom krävs att hingsten är minst tre år och uppfyller särskilda härstamningskrav. AVN äger också rätt att godkänna och tilldela betäckningslicens för en hingst som inte uppfyller ovanstående krav. I de fallen krävs en mycket intressant härstamning och goda prestationer och/eller mycket framstående avkommor.

### 2.2.2 Bruksprovets utformning

Bruksprovets utformning varierar mellan varmblodsförbund och länder. Sverige har bland det kortaste bruksprovet av de undersökta förbunden i Europa i sammanställningen av Thorén Hellsten *et al.* (2006). Provet pågår under sju dagar på Flyinge i Skåne, under första kvartalet varje år. Testerna inleds med veterinärbesiktning, därefter exteriörbedömning, löshoppning alternativt uppsutten hoppning och gångartsbedömning. Vid betygsättning så används en skala mellan 1–10 med 0,5 poängs intervall, där 1 betyder dålig och 10 utmärkt. För alla ålderskategorier och discipliner betygsätts exteriöregenskaperna typ, huvud-hals-bål (hhb), extremiteternas korrekthet (extr) samt rörelsemekanik i skritt och trav visade vid hand. Gångarts- och hoppbedömningen genomförs och bedöms lite olika beroende på ålder och disciplin.

De som bedömer hingstarna på bruksprovet är Avelsvärderingsnämnden (AVN). AVN består för närvarande (2018) av sju ledamöter som bland andra innefattar huvuddomare exteriör, huvuddomare gångarter och huvuddomare hoppning. Samtliga ledamöter i AVN har stor erfarenhet av bedömning och sammansättningen ändras minimalt från år till år.

Vid bedömning tar man också hänsyn till hingstens härstamning och lämplighet för avel. Hingsten kan få en poäng för härstamningens dokumenterade värde för respektive gren. Ytterligare en poäng kan hingsten få för lämplighet i aveln beroende på särskilt värdefulla egenskaper för sin disciplin, eller för att härstamningen bidrar till en önskvärd breddning av avelsbasen, totalt ges max två poäng (Hd för dressyr och Hh för hoppning). Poängen för lämplighet ska ses som AVN:s möjlighet till en helhetsbedömning. Den kan bara tilldelas till en hingst som är aktuell för ett godkännande.

### 2.2.3 Treåriga hingstar

I bruksprovet för treåriga hingstar ingår följande moment: veterinärbesiktning, exteriörbedömning, löshoppning (hoppingstarna löshoppas två gånger, gångartshingstar en gång), gångartsbedömning under egen ryttare (två gånger för gångartshingstar, en gång för hoppingstarna). Det tilldelas även ett betyg till treåriga hingstar för hingstens temperament och utvecklingsbarhet (AI) i gångartsbedömningen. För avelsgodkännande av treåriga hingstar behöver följande kvalifikationer uppfyllas: för en gångartshingst gäller att minst 23 poäng ska uppnås på de första tre egenskaperna på exteriörbedömningen, ingen av delpoängen får vara lägre än 7,0. Utöver det gäller att de ska uppnå minst 40 poäng sammanlagt på exteriörbedömningen (E3) och medelvärdet av gångartsbetygen och temperament och utvecklingsbarhet (G3) måste vara minst 8,0 och inget delbetyg får vara under 7,0. För hoppingstarna krävs 22 poäng på de första tre egenskaperna och minst totalt 37 poäng på exteriörbedömningen. De ska också uppnå minst 8,5 på löshoppning (LH) som är medelvärdet av Teknik och Förmåga samt Temperament och Utvecklingsbarhet och minst 5,0 för samtliga gångarter och galoppen ska minst uppnå 7,0 poäng. Godkännande når hingsten om den vid dressyr- eller hoppindexberäkning når minst 10,0 för dressyr- eller hoppindex enligt nedan:

$$\text{Dressyrindex 3-åring} = (E3 - 40) / 2 + G3 + Hd$$

$$\text{Hoppindex 3-åring} = LH + (\text{Galoppbetyg} - 7) / 2 + Hh$$

Hingstar som uppfyller ovanstående kvalifikationer och når en tillräcklig indexpoäng får kvalitetsgrad G2. Det innebär att de får ett temporärt användningstillstånd (betäckningslicens) i två år. Det betyder inte att individprovningen är avslutad utan

hingsten måste visas igen i sin disciplin i samband med bruksprovet även under år två för att få fortsatt användningstillstånd. Alternativt att hingstägaren beslutar att hingsten ska gå bruksprovet som 4-åring.

#### 2.2.4 Fyra- och femåriga hingstar

Bruksprovet går till på samma sätt för fyra- och femåriga hingstar, kunskapskraven är dock högre för de femåriga hingstarna. Första fasen inleds med en veterinärbesiktning, exteriörbedömning, löshoppning eller uppsutten hoppning samt gångartsbedömning med egen ryttare. Ägarna till hingstar som går bruksprov i disciplinen dressyr får välja om de ska löshoppas eller hoppas uppsuttet, hoppningstar ska visas i uppsutten hoppning. Efter de gemensamma grundmomenten som alla hingstar ska genomföra så blir de mest lovande fyra- och femåriga hingstarna rekommenderade att fortsätta till fas II. I fas II rids de fyra- och femåriga hingstarna av två testryttare i den disciplin som hingsten är tilltänkt för. Testryttarna sätter ett betyg på ridbarheten i samråd med markdomarna. Medelvärde av de två testryttarnas poäng blir ridbarhetsbetyget (RH).

Hingsten måste uppfylla följande kvalifikationer för att kunna få godkänt. För en gångartshingst gäller minst 23 poäng på de första tre egenskaperna på exteriörbedömningen, ingen av delpoängen får vara lägre än 7,0. Den ska uppnå minst 38 poäng sammanlagt på exteriörbedömningen (E) och gångartsbetyget (G) är medelvärde av gångartsbetygen och ridbarhetsbetyg och måste vara minst 8,0, inga delbetyg får vara under 7 (gäller även ridbarhetsbetyget). För en hoppningstar gäller minst 22 poäng på de tre första egenskaperna på exteriörbedömningen, ingen av delpoängen på gångartsmomentet får vara lägre än 5,0 och galoppen måste ha minst betyg 7,0. Hoppningstarna måste ha uppnått 7,0 poäng på samtliga punkter på den uppsuttna hoppningen och ha minst 8,0 som totalt resultat på uppsutten hoppning (UH) som är medelvärde av (2\*Teknik & Förmåga), Temperament & Utvecklingsbarhet och ridbarhetsbetyg. För denna ålderskategori krävs ett index på minst 18,0 för dressyr- eller hoppindex att få godkänt enligt nedan:

Dressyrindex (4- & 5-åringar) =  $(E-38) / 2 + (G \times 2) + Hd$

Hoppindex (4- & 5-åringar) =  $(UH) \times 2 + Hh$

Hingstar som uppfyller ovanstående kvalifikationer och har tillräcklig indexpoäng tilldelas kvalitetsgrad G. Det innebär att de har användningstillstånd tills vidare, förutsatt att de har godtagbar fruktsamhet och att inga djurskydds- eller smittskyddsrestriktioner finns.

## 2.3 Bruksprov i Europa

Globalt sett finns majoriteten av avelsförbunden för varmblodig ridhäst i Europa (Ducro, 2011). Varje avelsförbund har sina egna avelsprogram men de tillåter under kontrollerade förhållanden ett utbyte av genetiskt material (Ducro, 2011). Det innebär att många av de olika stamböckerna för varmblodiga ridhästar är öppna, vilket även gäller för SWB (SWB, 2016).

Flera av de europeiska avelsförbunden indikerar att de uppmuntrar specialisering vid hingstselektionen för den ena av disciplinerna. För t.ex. SWB och Hannoveranare där avelsprogrammet inriktas mot både hoppning och dressyr, så sker specialiseringen genom att hingsten främst väljs för den ena disciplinen (Koenen *et al.*, 2004). Vidare så har flera stamböcker fokus på främst en disciplin i avelsmålet, Holsteiner, Selle Francais (SF) och Irish Sporthorse lägger betydligt mer vikt på hoppning medan Trakehner lägger mer vikt på dressyr i sitt avelsprogram (Koenen *et al.*, 2004). Avelsförbundet för SF använder inte bruksprov i sin avelsvärdering utan använder endagens fälttester och tävlingsresultat (Koenen & Aldridge, 2002). Avelsförbundet för Belgiskt Varmblod (BWP), Finskt Varmblod, Norskt Varmblod har korta bruksprov som löper under någon/några dagar (Thorén Hellsten, personligt meddelande, 2018). BWP använder sig av tre dagars test som upprepas två gånger inom loppet av ett par månader. Bruksproven kompletteras också med tävlingsresultat från tävlingsserier för unga hästar Thorén Hellsten<sup>2</sup>. Tävlingsdata kommer ifrån större andel av populationen (Stewart *et al.*, 2010) och den är lättillgänglig till en relativt låg kostnad (Koenen & Aldridge, 2002). En stor nackdel är att de flesta hästar börjar tävla först när de är fem år gamla även om de i Sverige får börja tävla vid fyra års ålder. Resultat från högre nivå kommer först flera år senare (Viklund *et al.*, 2010).

Avelsförbunden i Tyskland och Avelsförbundet för Holländskt Varmblod (KWPN) och Danskt Varmblod (DWB) genomför bruksprov som beskrivs i följande stycken.

### 2.3.1 Bruksprov i Tyskland

På det tyska bruksprovet testas hingstar från alla tyska varmblodiga ridhästförbund och samma prov och regelverk används (FN, 2017). För närvarande finns det flera olika testmöjligheter för hingstarna. De tyska bruksproven är minst 14 dagar långa för tre- och fyraåriga hingstar. De fyraåriga hingstarna ska också genomföra ett sportprov. Detta sportprov, som infördes 2016, kan i kombination med ett godkänt 14-dagarsprov kan leda till godkännande. Fyra och femåriga hingstar får delta och

---

<sup>2</sup> Emma Thorén Hellsten, personlig kommunikation, Agr. Dr. Avelsledare SWB, [2018-04-20]

ska då genomföra ett sportprov vid fyra års ålder och ett till som femåringar. Proven ska genomföras på olika platser. I sportprov dressyr bedöms skritt, trav, galopp, ridbarhet och allmänt intryck. I sportprov hoppning bedöms galopp, scope, teknik, ridbarhet och allmänt intryck (FN, 2017). Det finns också ett bruksprov som löper över 50 dagar för treåriga och äldre hingstar. Poängen bedöms på en skala från 1–10 med 0,5 poängs intervall (FN, 2017). Detta långa test är uppdelat i en träningsfas med preliminära tester och ett finaltest. Det är också inriktat på disciplin, hoppning eller dressyr och sökande för hingsten måste bestämma för vilken disciplin hingsten ska testas för. Hingstarna bedöms för karaktär/temperament och arbetsvilja, skritt, trav, galopp, ridbarhet, hoppförmåga, allmänt intryck och ridbarhet bedömt av testryttare.

### 2.3.2 Bruksprov i KWPN

I stamboken KWPN från Nederländerna väljer uppfödarna om de ska visa sina hingstar på första hingsturvalet (FSI) som är ett endagarstest. Då är de oftast två till tre år gamla (Ducro *et al.*, 2007). I genomsnitt ser fördelningen ut såhär för urvalet av hingstarna i KWPN: 500 hingstar visas upp på FSI av 6000 födda hingstfö/år. Ifrån denna grupp går 60 hingstar vidare i till premiering över tre dagar och efter röntgenkontroll och spermaprov har man 50 deltagande hingstar i bruksprovet (Ducro *et al.*, 2007). Huizinga *et al.* (1991b) kom fram till att det på 90-talet 100 dagar långa nederländska bruksprovet kunde förkortas och selektionsintensiteten öka, genom att fler hingstar kunde delta. Bruksprovet är för närvarande 70 dagar långt (KWPN, 2016). I genomsnitt blir 20 hingstar godkända inom KWPN årligen (Ducro *et al.*, 2007). Skalan som används går mellan 1–10 där ökning med 0,5 poäng är tillåten (Interstallion, 2006).

### 2.3.3 Bruksprov i DWB

Det föddes ungefär 1300 hingstfö/ 2006 i DWB (Interstallion, 2007). Ungefär 300 hingstar i åldern 2,5 år visas i en exteriörbedömning varje år (Dansk Varmblod, 2015). Den fungerar som en förselektering till premiering, följt av observationstest eller bruksprov. För tre- och fyraåriga hingstar finns det ett 10-dagars frivilligt observationstest i direkt anslutning till premieringen. Syftet med premiering och 10-dagarstest är att hitta lovande unga hingstar. De kan få betäckningstillstånd på ett år (Dansk Varmblod, 2015). För att hingsten ska få ett godkännande med betäckningstillstånd som löper tills vidare krävs att den genomför ett godkänt bruksprov. Det är ungefär 25 hingstar som deltar i bruksprovet årligen (Interstallion, 2007). I Danmark är bruksprovet 35 dagar långt och hålls en eller två gånger per år. Tre- till femåriga

hingstar får delta och ägaren bestämmer i vilken/vilka disciplin/er hingsten ska testas för. Skalan som används vid egenskapsbedömning går mellan 1–10 med 0,5 poängs intervall (Dansk Varmblod, 2015). Poängen för egenskaper sammanställs och genomsnitt för gångarter och ridbarhet multipliceras med 10,0. Hingstar som får minst 800 poäng får ett bestående godkänt och individprovningen är avslutad. Hingstar som uppnår 700–800 poäng kan få betäckningstillstånd i ett år. För att få ett slutgodkännande ska hingsten klara något av följande alternativ: göra om bruksprovet året därpå med minst 800 poäng, få minst 800 poäng i unghästchampionatet eller om det gäller en fem- eller sexårig hingst, vara bland de bäst i Danska Ridförbundets championatsfinal och minst 8,0 poäng i genomsnitt (Dansk Varmblod, 2017).

## 2.4 Genetiska parametrar för bruksprovsegenskaper

Tidigare analyser av svenskt bruksprovsdata för åren 1979–1993 gav skattningar för arvbarheter för gångarter mellan 0,37–0,46, där skritt visade högst arvbarhet. För hoppegenskaperna visade Hoppning – Teknik & Förmåga (HTF) vid löshoppning på högst arvbarhet på 0,47 medan HTF och Hoppning – Temperament & Utvecklingsbarhet (HTA) vid hoppning under ryttare skattades till 0,32 respektive 0,33 (Gerber Olsson *et al.*, 2000). Skoglund (2001) studerade i sitt examensarbete bruksprovsdata från åren 1979–1999 och skattade arvbarheter för gångarter till 0,28–0,45 där skritt var den gångart med högst arvbarhet och galopp lägst. För hoppegenskaperna hade löshoppning högre arvbarhet, 0,55 jämfört med hoppning under ryttare som skattades till 0,50. I Olsson *et al.* (2008) analyserades bruksprovsdata från 1979–2005 och då skattades arvbarheten för gångarter till 0,41–0,42, där skritt och galopp hade något högre arvbarhet än trav. Arvbarheten för hoppegenskaperna HTF och HTA bedömda under ryttare skattades till 0,65 respektive 0,51.

Under 90-talet publicerades flera studier om de tyska bruksproven. Schade (1996) skattade arvbarheter från bruksprovsresultat från Hannoveranerhingstar. Resultatet för gångarter var 0,25–0,37 där trav hade högst och skritt lägst arvbarhet. Löshoppning hade högre arvbarhet på 0,42 jämfört med hoppning under ryttare som skattades till 0,38. Brockmann (1998) analyserade bruksprovsresultat från tyska varmblodshingstar mellan 1986–1995 och skattade arvbarhet för gångarter till 0,34–0,44. Trav uppvisade högst och skritt lägst arvbarhet. Löshoppning visade en arvbarhet på 0,47 jämfört med banhoppning som skattades till 0,38. En tredje studie av von Velsen-Zerweck (1998) visade liknande resultat från bruksprovresultat från huvudsakligen 3-åriga hingstar från tyska varmblodsförbund. Deras skattningar visade att

skritt hade lägst arvbarhet på 0,43 och trav högst på 0,50. Arvbarheten skattades för löshoppning till 0,47.

I en nederländsk studie av Huizinga *et al.* (1991a) analyserades det då 100 dagar långa bruksprovet för Holländskt Varmblod (KWPN). Skattade arvbarheter på bruksprovet var 0,54–0,73 för gångarter. Skritt hade högst arvbarhet och galopp lägst. För banhoppning skattades arvbarhet till 0,31 och för löshoppning 0,30. I en studie av Ducro *et al.* (2007) skattades parametrar för egenskaper bedömda under First Stallion Inspection (FSI) för KWPN. Arvbarhet skattades för gångarter till 0,25–0,50 där trav uppnådde högst och skritt lägst arvbarhet. Hoppegenskaperna (balans, avtramp, teknik och energi) skattades till arvbarheter mellan 0,37–0,61.

I den svenska studien av Gerber Olsson *et al.* (2000) skattades korrelationer inom bruksprovet till att vara positiva mellan gångarter 0,3–0,71. Även mellan samtliga gångarter och hoppegenskaper blev korrelationerna positiva, 0,14–0,54. Galoppen var den gångart som hade starkast korrelation med hoppning och trav den med lägst. Det gällde för både löshoppning och uppsutten hoppning. I den nederländska studien av Huizinga *et al.* (1991a) var korrelationen mellan gångarter på bruksprovet starkt positiva 0,88–0,93. De var även positiva mellan samtliga gångarter och hoppegenskaperna, banhoppning och löshoppning, de låg i intervallet 0,05–0,22 där galopp visade på det starkaste sambandet.

## 2.5 Genetiska samband mellan bruksprovsegenskaper och tävling

Resultat på avancerad nivå är det främsta avelsmålet för de flesta varmblodiga sporthästraser (Koenen *et al.*, 2004). Det är därför av största vikt att de egenskaper som testas under bruksprovet har hög korrelation med tävlingsresultat. I Thoren Hellsten *et al.* (2006) litteraturgenomgång beskrivs hur olika europeiska länder mäter tävlingsprestation. Sverige har ett system med kumulativa poäng, Tyskland har total mängd prispengar och placeringar, Nederländerna har högst uppnådda nivå i tävling och Frankrike har prissumma per år. De olika sätten att mäta prestation gör att det inte är möjligt att jämföra egenskaperna mellan länder.

Skoglund (2001) skattade korrelationer mellan bruksprovsegenskaper och tävlingsresultat. I analysen testades löshoppnings- och banhoppningsresultat från bruksprovet mot 10-logaritmen av antal placeringar i medelsvår klass eller högre, samt 10-logaritmen av uppklassningspoäng. Resultatet visade att hopptävlingsresultat korre-



lerade starkt med hoppegenskaper bedömda på bruksprov. Korrelationen var starkare för hoppning under ryttare, 0,87–0,88 jämfört med löshoppning, 0,74–0,75. För korrelation mellan gångarter och dressyrtävling användes gångartsresultat från bruksprovet och 10-logaritmen av antal placeringar i lägst medelsvår klass, samt 10-logaritmen av uppklassningspoäng. Denna analys visade att det starkaste sambandet fanns mellan trav som tävlingsegenskap och bruksprovsegenskap. För korrelationskattningar mellan trav på bruksprov och dressyrplacering skattades korrelationen till 0,66, jämfört med trav på bruksprov mot dressyrpoäng, 0,57. Skritt och galopp på bruksprov visade en svagare korrelation till placering på dressyrtävling, 0,24 respektive 0,29. Sambandet mellan de gångarterna och dressyrpoäng var 0,20 respektive 0,26.

Ducro *et al.* (2007) undersökte samband mellan FSI-resultat och tävlingsdata. De genetiska korrelationerna mellan gångarter bedömda på FSI och dressyrtävlingsresultat var positiva och varierade mellan 0,37 och 0,72. Mellan hoppegenskaper bedömda på FSI och hopptävlingsresultat var korrelationen starkare och skattades till 0,80. Vidare så såg författarna en negativ korrelation mellan hoppegenskaperna och dressyrtävling. Gångarterna på FSI var negativt korrelerade med hopptävlingsresultat förutom för galopp som var positiv. Även Brockmann (1998) och Schade (1996) såg negativa eller svagt positiva korrelationer mellan gångarter och hoppegenskaper i deras studier.

## 3 Material

### 3.1 Bruksprovsresultat

Materialet bestod av bruksprovsprotokoll från åren 2002–2017 från alla hingstar som genomfört första fasen och därmed hade resultat ifrån exteriörbedömning, löshoppning alternativt uppsutten hoppning och gångartsbedömning. Hingstar som avbrutit första fasen eller inte fått godkänt på veterinärbedömningen exkluderades. Flera hingstar blev bedömda vid flera tillfällen och därmed har vissa hingstar dubbla resultat. Sammanlagt var det 569 hingstar och 660 bedömningar ifrån 16 års bruksprov. Samtliga bruksprov ägde rum på Flyinge. Alla protokoll samlades in av SWB och resultaten lades manuellt in i en Excelfil. I några protokoll saknades poäng på några bedömningspunkter. Analyserna genomfördes med två olika dataset. Det första datasetet innehöll samtliga 660 bruksprovsresultat och det andra datasetet innehöll det sist genomförda resultatet för de 569 hingstarna. Deltagande hingstar representerade 20 olika avelsförbund som presenteras i Tabell 1. Hädanefter används förkortningen av stamboken vid omnämnande.

Tabell 1. Stamboksförkortning i alfabetisk ordning, stambokens namn och dess ursprungsland för hingstar som deltog i bruksprov 2002–2017

Förkortning	Namn	Ursprungsland
BWP	Belgiskt Varmblod	Belgien
BAD-WÜ	Baden Württemberger	Tyskland
DSP	Tysk Sporthäst	Tyskland
DWB	Danskt Varmblod	Danmark
FWB	Finskt Varmblod	Finland
HANN	Hannoveraner	Tyskland
HOLST	Holsteiner	Tyskland
KWPN	Holländskt Varmblod	Nederländerna
MECKL	Mecklenburger	Tyskland
NWB	Norskt varmblod	Norge
OLDBG	Oldenburgare	Tyskland
OS	Springpferdezuchtverband Oldenburg-Int	Tyskland
RHEIN	Rheinländer	Tyskland
SA	Sachsen Anhalt	Tyskland
SF	Selle Francais	Frankrike
SLS	Studbook La Silla	Mexico
SWB	Svenskt Varmblod	Sverige
TRAK	Trakehner	Tyskland
WESTF	Westfahlen	Tyskland
ZANG	Zangersheide	Tyskland

### 3.2 Tävlingsinformation

Tävlingsresultat från rutinavelsvärdering för 2016 tillhandahölls av SWB. Till analysen användes resultat från tävling som logaritmerad ackumulerad poäng från dressyr respektive hoppning. Rutinavelsvärdering beskrivs i Viklund *et al.* (2011). Filen med tävlingsdata begränsades genom att ta bort tävlingsresultat för alla hästar som var födda innan 1980. Detta för att den ska vara mer aktuell att jämföra hingstarna från bruksprovsdata med, samt deras tävlande avkommor. Genom att begränsa vid 80-talets början bör de flesta fadershingstar till hingstarna i materialet vara med (t.ex. Robin Z och Irco Mena). De yngsta hästarna med tävlingsresultat var födda 2012. Filen som användes innehöll tävlingsresultat från 50 943 individer: 36 669 hästar som startat hoppning, 20 436 hästar som startat dressyr och 6 341 hade startat i båda disciplinerna. Av dessa tävlingshästar var 44,7 % ston och resten var hingstar eller valacker. I hingstmaterialet i detta arbete (569 hingstar) hade 432 egen täv-

lingsprestation, disciplinfördelning ses i Tabell 2. Vidare hade 200 hingstar registrerade avkommor och antalet avkommor per hingst varierade mellan 1–805. I genomsnitt hade de 200 hingstarna 74 avkommor var i materialet och totalt fanns 14 829 stycken avkommor till hingstarna i studien, av dessa avkommor har 6771 tävlingsresultat (se tävlings- och disciplinfördelning i Tabell 2).

Tabell 2. Antal tävlande bruksprovshingstar och samtliga avkommor med tävlingsresultat från totalt, samt inom respektive disciplin (N tävl), antal med placering i medelsvår klass (Msv) och antal med placering i svår klass (Sv)

	N tävl	Msv	Sv
<i>Hingstar:</i>	432		
Hopp	218	154	52
Dressyr	197	112	38
<i>Avkommor:</i>	6771		
Hopp	2938	785	46
Dressyr	2132	442	47

### 3.3 Härstamningsinformation

Härstamningsfilen som användes i analyserna av bruksprovsegenskaper begränsades till att innehålla far och mor upp till sju generationer för de 569 hingstarna. Totalt innehöll filen 11 571 hästar. Hur komplett härstamningen var beräknades genom ett pedigree completeness index (PEC) enligt MacCluer *et al.* (1983). Av de 569 hingstarna hade 320 stycken (vilket motsvarar drygt 56 %) ett PEC värde på 1 vilket betyder att de har komplett härstamning i fem generationer. De hingstarna med lägst PEC hade 0,88. Medelvärdet för alla hingstarna var 0,99. Vid korrelationsanalys mot tävlingsprestation användes en härstamningsfil som innehöll härstamning från sju generationer bakåt för alla tävlande hästar. Filen innehöll totalt 135 192 hästar.

Hingstarna i materialet delades in i hopp och dressyrdisciplin efter vilken disciplin de främst testades för. Vid uppdelning hade 299 hingstar hoppinriktning och 270 hingstar dressyrinriktning. Denna uppdelning användes vid en släktskapsanalys där hingstarnas släktskap testades mellan och inom disciplin (se Tabell 3). Analys genomfördes med programvaran CFC (Contribution, Inbreeding (F), Coancestry) (Sargolzaei *et al.*, 2006).

Tabell 3. *Genomsnittligt släktskap mellan två subpopulationer (hoppning och dressyr) inom disciplin och mellan discipliner för hingstar som deltog i bruksprov 2002–2017*

Subpopulation	Subpopulation	Genomsnittligt släktskap (%)
Hoppning	Hoppning	3,3
Hoppning	Dressyr	0,7
Dressyr	Dressyr	2,5

## 4 Metod

### 4.1 Statistisk analys

En variansanalys genomfördes med proc GLM i SAS (SAS Institute Inc., 2012) där ålder, bruksprovsår och stambokseffekt var signifikanta för egenskaper testade på bruksprovet. Framförallt stambok hade stor effekt och var signifikant för alla egenskaper förutom uppsutten skritt och extremiteter. Ålder var signifikant för trav och bruksprovsår var signifikant för extremiteter, hoppegenskaperna HTF och HTA samt ridbarhet. Då stambokseffekt visade sig ha stor betydelse analyserades data i modell med och utan stambokseffekt. Det beror främst på att man riskerar att korrigera bort genetisk variation när den inkluderas. Dessutom är stamboksfördelningen skevt uppdelad då grupperna är så väldigt olika i storlek och materialet är förselektat. Hingstarna härrörde från 20 olika stamböcker. Stamböckerna numrerades (se Tabell 1) och för att minska antalet grupper samt för att undvika för små grupper, lades fyra stamböcker ihop till en. De stamböcker som lades ihop var MECKL, BAD-WÜ, DSP och SA. Dessa stamböcker är samtliga ifrån Tyskland och innehöll 1–2 hästar vardera.

Den deskriptiva statistiken sammanställdes i SAS (SAS Institute Inc, 2012). Skattningar av genetiska parametrar gjordes med DMU programpaket, version 6 (Madsen & Jensen, 2013). De två dataseten analyserades med fyra olika BLUP djurmodeller, sammanlagt blev det fyra analyser per egenskap.

För egenskaper registrerade på bruksprovet användes en djurmodell för datasetet med alla observationer (Modell I). Därtill kördes analys med en modell som inkluderande hingstens ursprungsstambok för att undersöka hur stambokstillhörighet påverkade bruksprovsresultatet (Modell II). Modell III användes till datasetet med

endast den sista bedömningen för varje hingst, och även för detta dataset användes en modell med ursprungsstambok (Modell IV).

$$\begin{aligned}
 &= \text{å} + \text{å} + h + \text{ö} + \text{ö} && \text{(Modell I)} \\
 &= \text{å} + \text{å} + h + \text{ö} && \text{(Modell II)} \\
 &= \text{å} + \text{å} + h + \text{ö} && \text{(Modell III)} \\
 &= \text{å} + \text{å} + h + \text{ö} && \text{(Modell IV)}
 \end{aligned}$$

Där  $y_{ij(k)l(m)}$  är resultatet för varje enskild egenskap ifrån bruksprovet, bruksprovsår<sub>i</sub> är den fixa effekten av det i:e bruksprovsåret (2002,...,2017), ålder<sub>i</sub> är den fixa effekten av det j:e åldern av testade hingstar (3, 4 eller 5), stambok<sub>k</sub> är den fixa effekten av den k:e ursprungsstamboken, hingst<sub>i</sub> är den slumpmässiga additiva genetiska effekten av l:e hingsten  $\sim\text{ND}(0, A \sigma_a^2)$ , p.miljö<sub>m</sub> är den slumpmässiga permanenta miljöeffekten av den l:e hingsten  $\sim\text{IND}(0, PE \sigma_{pe}^2)$  och  $e_{ij(k)l(m)}$  är den slumpmässiga miljöeffekten  $\sim\text{IND}(0, \sigma_e^2)$ .

För att skatta genetiska korrelationer mellan tävlingsegenskaper och egenskaper bedömda på bruksprovet så gjordes bivariata analyser mellan gångarter och dressyr-tävlingsresultat samt mellan galopp och hoppegenskaperna (HTF och HTA) mot hopptävlingsresultat. Till denna skattning användes Modell III (ovan) för bruksprovsegenskaper och Modell V (nedan) för tävlingsresultat. Effekterna som används i modell V valdes då de visat sig vara signifikanta för tävlingsresultat och samma modell används i SWB:s rutinavelsvärdering (Viklund *et al.*, 2010).

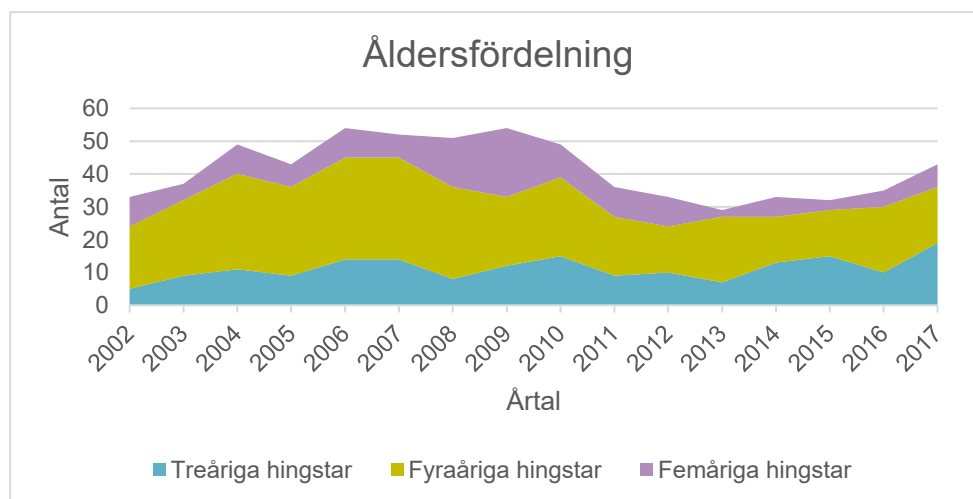
$$= \text{ö} + \text{å} + \text{ö} + \text{ö} + \text{ö} \quad \text{(Modell V)}$$

Där  $y_{ijk}$  är resultatet för varje enskild egenskap ifrån tävling, födelsesår<sub>i</sub> är den fixa effekten av det i:e födelseåret (1980–2012), kön<sub>i</sub> är den fixa effekten av det j:e könet (sto=1 eller valack/hingst=2), individ<sub>k</sub> är den slumpmässiga additiva genetiska effekten av k:e individen  $\sim\text{ND}(0, A \sigma_a^2)$  och  $e_{ijk}$  är den slumpmässiga miljöeffekten  $\sim\text{IND}(0, \sigma_e^2)$ .

## 5 Resultat

### 5.1 Deskriptiv Statistik

Det insamlade materialet innehöll 660 bruksprovresultat från 569 olika hingstar. 88 hingstar hade två bedömningar och tre hingstar hade ytterligare en bedömning och hade därmed deltagit vid tre olika bruksprov. Totalt fick 395 hingstar ej godkänt (U) och 174 hingstar fick godkänt (G). Av de 174 godkända hingstarna var 106 godkända för dressyr (gångartshingstar) och 95 var godkända för hoppning. Hingstarna visades i störst utsträckning vid fyra års ålder (347 resultat varav 106 (30,5 % fick godkänt)), därefter vid tre års ålder (180 resultat varav 50 (28 %) fick godkänt)) och i minst utsträckning som femåringar (133 resultat varav 45 (34 %)) fick godkänt. Åldersfördelning och antalhingstar per bruksprovår visas schematiskt i Figur 1.



Figur 1. Åldersfördelning av hingstar som deltog i bruksprov 2002–2017



För hingstarna som gått upprepade bedömningar blev utfallet (där första bokstav motsvarar resultat på första bruksprov, andra bokstav för andra bruksprov, etc.); 18 hingstar fick GG, 32 hingstar UU, 25 hingstar UG och 7 hingstar GU. Den sist nämnda kategorin är samtliga treårshingstar som alltså fått godkänt på bruksprov som treåriga hingstar men som sedan vid bedömning vid fyra- eller fem års ålder inte fått godkänt. De tre hingstar som deltagit tre gånger fick på sina bedömningar; UUU, UUG och GUU.

Hingstarnas ursprungsstambok visas i Tabell 4 i fallande ordning. I tabellen presenteras också antalet godkända, antalet underkända och procent godkända för hingstar inom varje stambokstillhörighet. Vidare ses andel godkända hingstar för de tio största stamböckerna.

Tabell 4. Antalet (N) och andel av deltagande (%), godkända (G), underkända (U) hingstar från respektive stambok och andel godkända (%) inom stambok

Stambok	N	Andel (%)	G	U	G(%)
SWB	304	46,1	76	228	25,0
KWPN	73	11,1	32	41	56,2
HANN	71	10,8	26	45	36,6
OLDBG	71	10,8	24	47	33,8
HOLST	44	6,7	12	32	27,3
DWB	23	3,5	4	19	17,4
WESTF	19	2,9	10	9	52,6
OS	15	2,3	8	7	53,3
ZANG	11	1,7	1	10	9,1
SF	7	1,1	5	2	71,4
RHEIN	4	0,6	1	3	
BWP	3	0,5	0	3	
TRAK	3	0,5	1	2	
FWB	2	0,3	0	2	
MECKL	2	0,3	0	2	
NWB	2	0,3	0	2	
SLS	2	0,3	1	1	
BAD-WÜ	2	0,3	0	2	
DSP	1	0,2	0	1	
SA	1	0,2	0	1	

Under dessa år bedömdes 357 hingstar i första bruksprovsfasen i löshoppning, 293 i uppsutten hoppning, 9 stycken bedömdes både i löshoppning och uppsutten hoppning och en hingst saknade hoppbedömning. I löshoppningen ingick både treåriga

hingstar som hade obligatorisk löshoppning samt fyraåriga dressyrhingstar för vilka ägarna kunde välja bedömning under de flesta bruksproven. De femåriga hingstarna hade krav att visas i uppsutten hoppning om de skulle gå som hoppningstar i andra fasen. Det var 273 av 480 av de fyra- och femåriga hingstarna (57%) som gick vidare till fas II. Sex hingstar avbröt fas II. Av de som genomförde fas II var 133 gångarts-hingstar och 139 hoppningstar, en hingst i materialet testades för båda disciplinerna i fas II. En sammanställning av samtliga bedömda egenskaper syns i Tabell 5.

Tabell 5. Antal observationer (N), medelvärde ( $\bar{x}$ ), standardavvikelse (s.d) och lägsta (Min) och högsta (Max) bedömning på bruksproven 2002–2017

Egenskaper	N	$\bar{x}$	s.d.	Min	Max
<i>Exteriör</i>					
Total konformation <sup>a</sup>	660	37,97	2,05	31	44
Typ	660	7,99	0,62	6	10
Huvud-Hals-Bål	660	7,80	0,57	6	9
Extremiteter	660	7,52	0,56	5	9
Skrutt vid hand	660	7,39	0,56	5	9
Trav vid hand	660	7,27	0,97	5	10
<i>Gångarter</i>					
Medel gångarter <sup>b</sup>	660	7,27	0,80	4,67	9,5
Skrutt	660	7,22	0,92	4	10
Trav	660	6,88	1,02	4	9,5
Galopp	660	7,67	0,90	5	10
<i>Hoppegenskaper</i>					
Medel hoppning <sup>c</sup>	644	6,66	1,41	2	10
Teknik & Förmåga <sup>d</sup>	644	6,60	1,42	2	10
Temperament & Utvecklingsbarhet <sup>e</sup>	644	6,79	1,42	2	10
<i>Ridbarhet</i>					
Ridbarhet	269	8,01	1,03	0	10

<sup>a</sup>Summan av typ, huvud-hals-bål, extremiteter, skritt och trav vid hand

<sup>b</sup>Medelvärdet av uppsutten skritt, uppsutten trav och uppsutten galopp

<sup>c</sup>Medelvärdet av Teknik och förmåga (HTF) och Temperament och Utvecklingsbarhet (HTA)

<sup>d</sup>Teknik och förmåga för löshoppning och uppsutten hoppning

<sup>e</sup> Temperament och utvecklingsbarhet för löshoppning och uppsutten hoppning

## 5.2 Genetiska parametrar för bruksprovsegenskaper

Arvbarheterna för de analyserade egenskaperna (se Tabell 6) skattades till medelhöga till mycket höga för alla egenskaper utom extremiteternas korrekthet som hade mycket låg arvbarhet (0–0,04). Högst arvbarheter skattades för trav (0,62–0,98) och för en analys nåddes inte konvergens på grund av att den kom så nära ett. Även hoppegenskaperna hade hög arvbarhet, HTF (0,52–0,92) och HTA (0,47–0,76).

Skritt (0,44–0,64) och galopp (0,49–0,54) fick jämnare skattningar med mindre intervall. Repeterbarhet kunde skattas för egenskaperna med modell I och II och skattades för exteriör till (0,69–0,81), gångarter (0,53–0,62) och hoppegenskaper (0,47–0,55). För skattningen där stambok lades till som fix effekt skattades generellt något lägre arvbarheter (Modell II och IV) förutom för skritt vid hand. Vidare uppvisade modellen utan permanent miljöeffekt (Modell II) betydligt högre arvbarheter för trav vid hand, uppsutten trav, HTF och HTA. Medelfel för skattningarna var mellan (0,10–0,23).

Tabell 6. Arvbarhet ( $h^2$ ), additiv genetisk varians ( $\sigma_a^2$ ), permanent miljöeffektvariens ( $\sigma_{pe}^2$ ) och residualvariens ( $\sigma_e^2$ ) samtliga med nedsänkt medelfel samt repeterbarhet ( $t$ ) för egenskaper bedömda på bruksprov 2002–2017 skattade med fyra olika modeller (I-IV)<sup>a</sup>

Egenskaper	Modell	$h^2$	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_{pe}^2$	$t$
Typ	I	0,57 <sub>0,13</sub>	0,22 <sub>0,56</sub>	0,09 <sub>0,01</sub>	0,08 <sub>0,05</sub>	0,77
	II	0,46 <sub>0,15</sub>	0,17 <sub>0,06</sub>	0,09 <sub>0,01</sub>	0,11 <sub>0,05</sub>	0,76
	III	0,55 <sub>0,14</sub>	0,21 <sub>0,06</sub>	0,17 <sub>0,05</sub>		
	IV	0,44 <sub>0,15</sub>	0,16 <sub>0,06</sub>	0,20 <sub>0,05</sub>		
Huvud- hals-bål	I	0,34 <sub>0,12</sub>	0,11 <sub>0,04</sub>	0,09 <sub>0,01</sub>	0,12 <sub>0,04</sub>	0,72
	II	0,28 <sub>0,13</sub>	0,09 <sub>0,04</sub>	0,09 <sub>0,01</sub>	0,13 <sub>0,04</sub>	0,72
	III	0,29 <sub>0,12</sub>	0,09 <sub>0,04</sub>	0,22 <sub>0,04</sub>		
	IV	0,24 <sub>0,13</sub>	0,07 <sub>0,04</sub>	0,23 <sub>0,04</sub>		
Extremiteter	I	0,04 <sub>0,11</sub>	0,01 <sub>0,03</sub>	0,10 <sub>0,02</sub>	0,20 <sub>0,04</sub>	0,69
	II	0,00 <sub>0,11</sub>	0,00 <sub>0,04</sub>	0,10 <sub>0,02</sub>	0,21 <sub>0,04</sub>	0,69
	III	0,04 <sub>0,11</sub>	0,01 <sub>0,04</sub>	0,31 <sub>0,04</sub>		
	IV	0,02 <sub>0,12</sub>	0,01 <sub>0,04</sub>	0,31 <sub>0,04</sub>		
Skritt vid hand	I	0,59 <sub>0,13</sub>	0,035 <sub>0,09</sub>	0,18 <sub>0,03</sub>	0,07 <sub>0,08</sub>	0,70
	II	0,61 <sub>0,13</sub>	0,36 <sub>0,09</sub>	0,18 <sub>0,03</sub>	0,05 <sub>0,08</sub>	0,70
	III	0,60 <sub>0,14</sub>	0,36 <sub>0,09</sub>	0,24 <sub>0,08</sub>		
	IV	0,64 <sub>0,14</sub>	0,38 <sub>0,09</sub>	0,21 <sub>0,08</sub>		
Trav vid hand	I	0,81 <sub>0,11</sub>	0,58 <sub>0,10</sub>	0,14 <sub>0,02</sub>	0,00 <sub>0,08</sub>	0,81
	II	0,81 <sub>0,12</sub>	0,58 <sub>0,10</sub>	0,14 <sub>0,02</sub>	0,00 <sub>0,09</sub>	0,81
	III	0,98 <sub>0,11</sub>	0,71 <sub>0,10</sub>	0,02 <sub>0,08</sub>		
	IV	-	-	-		
Skritt	I	0,44 <sub>0,12</sub>	0,38 <sub>0,11</sub>	0,38 <sub>0,05</sub>	0,11 <sub>0,12</sub>	0,56
	II	0,48 <sub>0,13</sub>	0,39 <sub>0,12</sub>	0,32 <sub>0,05</sub>	0,11 <sub>0,11</sub>	0,61
	III	0,46 <sub>0,13</sub>	0,37 <sub>0,11</sub>	0,43 <sub>0,10</sub>		
	IV	0,46 <sub>0,13</sub>	0,37 <sub>0,13</sub>	0,43 <sub>0,11</sub>		
Trav	I	0,62 <sub>0,11</sub>	0,51 <sub>0,10</sub>	0,31 <sub>0,04</sub>	0,00 <sub>0,10</sub>	0,62
	II	0,62 <sub>0,12</sub>	0,50 <sub>0,10</sub>	0,30 <sub>0,04</sub>	0,00 <sub>0,10</sub>	0,62
	III	0,90 <sub>0,12</sub>	0,75 <sub>0,13</sub>	0,09 <sub>0,10</sub>		
	IV	0,90 <sub>0,13</sub>	0,74 <sub>0,13</sub>	0,08 <sub>0,11</sub>		

Egenskaper	Modell	$h^2$	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_{pe}^2$	t
Galopp	I	0,49 <sub>0,13</sub>	0,38 <sub>0,12</sub>	0,37 <sub>0,05</sub>	0,03 <sub>0,10</sub>	0,53
	II	0,49 <sub>0,13</sub>	0,38 <sub>0,12</sub>	0,37 <sub>0,05</sub>	0,03 <sub>0,10</sub>	0,53
	III	0,54 <sub>0,14</sub>	0,42 <sub>0,12</sub>	0,36 <sub>0,11</sub>		
	IV	0,51 <sub>0,14</sub>	0,39 <sub>0,12</sub>	0,37 <sub>0,10</sub>		
HTF <sup>b</sup>	I	0,55 <sub>0,10</sub>	0,84 <sub>0,16</sub>	0,68 <sub>0,09</sub>	0,00 <sub>0,17</sub>	0,55
	II	0,52 <sub>0,10</sub>	0,77 <sub>0,16</sub>	0,70 <sub>0,09</sub>	0,00 <sub>0,17</sub>	0,52
	III	0,92 <sub>0,11</sub>	1,36 <sub>0,21</sub>	0,12 <sub>0,16</sub>		
	IV	0,88 <sub>0,12</sub>	1,24 <sub>0,21</sub>	0,18 <sub>0,17</sub>		
HTA <sup>c</sup>	I	0,50 <sub>0,10</sub>	0,83 <sub>0,18</sub>	0,83 <sub>0,11</sub>	0,00 <sub>0,12</sub>	0,50
	II	0,47 <sub>0,11</sub>	0,77 <sub>0,19</sub>	0,86 <sub>0,12</sub>	0,00 <sub>0,20</sub>	0,47
	III	0,76 <sub>0,13</sub>	1,22 <sub>0,24</sub>	0,38 <sub>0,20</sub>		
	IV	0,71 <sub>0,13</sub>	1,11 <sub>0,24</sub>	0,45 <sub>0,20</sub>		
Ridbarhet	I	0,36 <sub>0,21</sub>	0,33 <sub>0,12</sub>	0,27 <sub>0,14</sub>	0,31 <sub>0,24</sub>	0,70
	II	0,34 <sub>0,23</sub>	0,31 <sub>0,21</sub>	0,25 <sub>0,13</sub>	0,33 <sub>0,24</sub>	0,72
	III	0,33 <sub>0,21</sub>	0,30 <sub>0,20</sub>	0,61 <sub>0,20</sub>		
	IV	0,31 <sub>0,23</sub>	0,28 <sub>0,21</sub>	0,63 <sub>0,21</sub>		

<sup>a</sup> Samtliga modeller (I-IV) beaktade ålder och bruksprovsår som fixa effekter, modell I och II med permanent miljöeffekt användes till analys för alla bruksprovsresultat (660), modell III och IV användes till sista resultat för varje hingst (569), modell II och IV inkluderade effekt av stambok

<sup>b</sup> Hoppning – Teknik & Förmåga

<sup>c</sup> Hoppning – Temperament & Utvecklingsbarhet

### 5.3 Korrelationer inom bruksprov och mellan bruksprov och tävling

Korrelationer som skattades mellan bruksprovsegenskaper visas i tabell 7. Till analysen användes sista resultat för varje hingst i modell III. De tre gångarterna var starkt korrelerade (0,80–0,93). Mellan skritt och galopp nåddes först ingen lösning och därför sänktes konvergenzkriterium till  $10^{-5}$  och då blev den genetiska korrelationen 0,93, men med stort medelfel (0,5). Resultatet visade att HTA och HTF är starkt korrelerade och den genetiska korrelationen skattades till 0,87. Skattningarna visade på starka genetiska samband mellan gångarter och HTF (0,74–0,85) och något lägre fenotypiska samband (0,38–0,63). Mellan gångarterna skritt och trav och hoppegenskapen HTA var både de genetiska och fenotypiska korrelationerna negativa (-0,81 och -0,11 respektive -0,71 och -0,16). Korrelationen mellan galopp och HTA var däremot starkt positiv och skattades till 0,83 (både genetiskt och fenotypiskt).

Tabell 7. Skattade korrelationer mellan bruksprovsegenskaper på bruksprov 2002–2017, genetisk korrelation (över diagonalen) medelfel ses nedsänkt och fenotypisk korrelation (under diagonalen)

Egenskap	1	2	3	4	5
1. Uppsutten Skritt		0,80 <sub>0,17</sub>	0,93 <sub>0,5</sub> <sup>a</sup>	0,85 <sub>0,13</sub>	-0,71 <sub>0,16</sub>
2. Uppsutten Trav	0,33		0,87 <sub>0,15</sub>	0,74 <sub>0,17</sub>	-0,81 <sub>0,22</sub>
3. Galopp	0,65 <sup>a</sup>	0,44		0,84 <sub>0,097</sub>	0,83 <sub>0,024</sub>
4. HTF	0,45	0,38	0,63		0,87 <sub>0,02</sub>
5. HTA	-0,16	-0,11	0,83	0,87	

<sup>a</sup> Konvergerings-kriteriet sänktes till 10<sup>-5</sup>

Genetiska korrelationer skattades mellan bruksprovsegenskaper och tävling (Tabell 8). Mellan samtliga egenskaper var korrelationerna höga 0,68–0,79 till motsvarande tävlingsgren. Ett resultat mellan skritt och hoppning kunde däremot inte nås, trots försök med sänkta konvergens-kriterier.

Tabell 8. För bruksprovsår 2002–2017 skattades genetisk korrelation mellan bruksprovsegenskaper och tävlingsresultat, medelfel visas nedsänkt

Egenskap	Dressyr	Hoppning
Uppsutten Skritt	0,73 <sub>0,18</sub>	<sup>a</sup>
Uppsutten Trav	0,75 <sub>0,09</sub>	0,47 <sub>0,11</sub>
Galopp	0,79 <sub>0,16</sub>	0,25 <sub>0,12</sub>
HTF		0,74 <sub>0,10</sub>
HTA		0,68 <sub>0,13</sub>

<sup>a</sup> Konvergerade inte.

## 6 Diskussion

### 6.1 Material

I detta arbete hade samtliga hingstar komplett härstamning med ett PEC-värde på i genomsnitt 0,99. I Olsson *et al.* (2008) hade bara 93 % av hingstarna komplett härstamning minst fyra generationer bakåt och 26 % hade komplett härstamning fem generationer bakåt. I den studien precis som i denna var en del av hingstarna utlandsfödda och importerade. Då Viklund *et al.* (2011) beräknade PEC för avelshingstar fick de ett värde på 0,90, att jämföra med Viklund *et al.* (2010) där PEC för tävlingshästar var 0,82 och Furre *et al.*, (2014) där SWB totala stambokspopulation hade ett PEC värde på 0,93. Hingstarna i denna studie hade samtliga mycket högt PEC. Det är möjligt att mycket information kompletterats under tidsperioden från 2000-talets början till idag och att även om hingstar flyttas mellan länder, finns det bättre möjlighet att koppla ihop härstamningsuppgifter.

KWPN var den stambok, efter SWB, som hade störst andel testade hingstar på det svenska bruksprovet. Vidare hade KWPN näst flest godkända hingstar (32 stycken) efter SWB (74 stycken), därtill har KWPN en hög andel godkända hingstar av antalet visade (56,2 %). Detta innebär att de har stort inflytande i SWB-avel. För närvarande är stamboken KWPN etta på världsrankingen i dressyr och tvåa på världsrankingen i hoppning (WBSFH, 2018). Det tyder på att stamboken har hästar av mycket hög standard. Andelen godkända hingstar är högst för SF (71,4 %) och det skiljer sig mycket mellan stamböcker, OS (53,3 %) och SWB (25,0 %). Det är svårt att avgöra om det är genetiska nivåskillnader mellan populationerna eller om det beror på starkare förselektion av importerade hingstar. Den metod som används för avelsvärdering av SWB idag beaktar inte förselektion av importerade hästar, vilket kan påverka skattningarna. I en studie av Petterson *et al.* (2017) testades två nya strategier för att hantera importerade avkommor vid skattning av avelsvärden för hingstar.

I den ena metoden uteslöts alla importerade avkommor och i den andra metoden inkluderades en fix effekt om avkomman var importerad eller svenskfödd. Att utesluta importerade avkommor påverkade säkerheten negativt och en fix effekt (import eller svenskfödd) tog inte hänsyn till ursprungspopulationens genetiska nivå. Det krävs ytterligare forskning för att veta hur förselektionen ska hanteras vid genetiska analyser.

En svårighet med materialet var skillnader mellan hingstarnas bruksprov. En del av hingstarna hade endast löshoppats och andra hoppades bara uppsuttet. De treåriga hingstarna löshoppades endast, medan för fyra- och femåriga hingstarna varierade val av test mer efter deras tänkta disciplin. Viklund *et al.* (2008), skattade en korrelation på 0,96–0,98 mellan unghästtest för treåringar och kvalitetsbedömning. På unghästtesten används endast löshoppning medan kvalitetsbedömningen bedömer hoppegenskaper med löshoppning och uppsutten hoppning. Det antas därför att även om bedömningen är olika så styrs hoppegenskaperna av samma gener (Viklund *et al.*, 2008). Andra studier har skattat korrelationer mellan löshoppning och uppsutten hoppning till 0,92 (Huizinga *et al.*, 1991a), 0,93 (Gerber Olsson *et al.*, 2000) och 0,89 (Olsson *et al.*, 2008). Dessa studier visade på samstämmiga resultat. Därför kan hoppbedömning från löshoppning eller uppsutten hoppning betraktas som likvärdiga vid genetiska analyser. Baserat på dessa studier gjordes bedömningen att slå samman de olika hoppbedömningarna till en. Vidare ska nämnas att löshoppning tidigare setts ha högre arvbarhet än uppsutten hoppning (Gerber Olsson *et al.*, 2000) med 0,47 respektive 0,32. Författarna diskuterade om det skulle kunna bero på ryttares inverkan eller att de hästar som presterar dåligt i löshoppning inte hoppas uppsuttet och att det därmed sker en viss selektion. Desto äldre hingsten blir, kommer den bli mer påverkad av olika miljöeffekter såsom träning.

Det ska tilläggas att de tävlingsdata som fanns tillgängliga inte är kompletta. Hingstar går inte att följa när de tävlat utomlands eller exporterats. Även för avkommor kan man anta att export förekommer och att deras tävlingsresultat därmed inte registreras.

## 6.2 Metodval

Då alla hingstarnas stamboksursprung bestämdes innan analysen blev det möjligt att titta på huruvida stambok hade effekt på resultatet. För att kunna jämföra gjordes analys både med och utan denna effekt i båda modellerna. I modell II användes bara det sista resultatet på varje hingst, därmed blev materialet mindre. Det som hände

när man inkluderade stambokseffekt är inte helt tydligt att utröna. För vissa egenskaper skattades högre arvbarhet, för andra egenskaper lägre. Att ha stambok som effekt är inte helt självklart eftersom det kan vara så att man korrigerar bort genetisk variation genom att ha den med i modellen. Dock skiljer sig resultaten med och utan stambok inte signifikant i analysen med alla respektive sista observationen.

Modellerna analyserades med ålder och bruksprovsår som fixa effekter trots att de bara var svagt signifikanta för ett fåtal egenskaper. Dessa fixa effekter användes i Gerber Olsson *et al.* (2000) modell och bör vara av vikt vid denna typ av analys. Att det inte var starkt signifikant kan bero på att hingstarna var förselektade samt att materialet var litet. När analys gjordes med Modell I och II nåddes en lösning för alla egenskaper och skattningarna skiljer sig inte så mycket ifrån tidigare skattningar (Olsson *et al.*, 2000; Skoglund, 2001; Olsson *et al.*, 2008;). Därför blev resultaten med Modell I och II mer trovärdiga. Trots det användes Modell 3 vid skattningar av samtliga korrelationer, det var inte möjligt att ha flera resultat på samma hingst vid de bivariata analyserna.

### 6.3 Deskriptiv statistik

Hela skalan användes inte i all bedömning vid bruksprov, detta berodde på att för gångarter betyder poäng <5 att hästen gick med någon oregelbundenhet eller håla. Då hingstar till stor del selektas efter deras gångarter bör inte oregelbundenhet förekomma. Under veterinärbesiktningen kontrolleras alla hingstar efter hålor eller annan rörelsestörning och i de fallen så fick en halt hingst inte delta vidare i individprovningen. I hoppbedömningen var spridningen större och hela skalan användes.

Det kan noteras att 50 treåriga hingstar godkännts sedan införandet av möjligheten att testa treåriga hingstar. Andelen treåriga hingstar som fått godkänt var lägre (27%) än andelen godkända fyra- och femåriga hingstar (30,5 % respektive 34 %), vilket innebär att selektionen var hårdare för de treåriga hingstarna. När de godkända treåriga hingstarna återkom till bruksprovet som fyraåringar, fick sju stycken av dessa inte godkänt. Det är av stor vikt att de unga hingstar som godkänns är utomordentligt bra. Framsteg i aveln gynnas av deras kortare generationsintervall men bara om de är tillräckligt bra. Andelen godkända hingstar ligger jämt, medan antalet deltagande hingstar varierade över åren. Efter en topp 2009 sjönk antalet testade hingstar fram till 2013 men började stiga därefter. Detta var en följd av det rekordlåga antalet betäckta ston som noterades mellan 2007–2013 men som därefter börjat öka (SWB, 2015).



## 6.4 Arvbarheter

Skattning av arvbarhet för extremiteter var mycket låg (0,04), vilket överensstämmer med skattning på resultat från treårstest och kvalitetsbedömning (0,08) (Viklund *et al.* 2008). Arvbarheterna var medelhöga till höga för gångarter och hoppegenskaper från samtliga skattningar i studien. Det var förväntat då det i tidigare studier varit medelhöga till höga arvbarheter för egenskaper på bruksprov (Huizinga *et al.*, 1991a; Gerber Olsson *et al.*, 2000; Skoglund, 2001; Olsson *et al.*, 2008). I denna studie skattades arvbarheten för skritt till 0,44–0,64, för trav till 0,62–0,98 och för galopp till 0,49–0,54. Vissa skattningar i resultatet var orimliga, framförallt skattningen av trav med modell III och IV (0,81–0,98). Arvbarheten för trav skattades också högt (0,81) vid analys av egenskapen på unghästtest av SWB av Viklund & Eriksson (2018), vilket författarna trodde berodde på att materialet var litet. I litteratursammanställningen visade alla studier, förutom resultaten från Huizinga *et al.* (1991a), på mycket samstämmiga resultat, samtliga gångartsskattningar ligger i intervallet 0,25–0,50. I studien av Huizinga *et al.* (1991a) var skattningarna högre, gångarter skattades till arvbarheter på 0,54–0,73, där trav visade en arvbarhet på 0,65. Dessa resultat var i samma storleksordning som de som skattades i denna studie.

Resultatet i denna studie visade högre arvbarhetsskattningar för trav än de för skritt och galopp. I de tidigare svenska studierna var skritt den gångart med högst arvbarhet och trav den med lägst. En anledning till att resultat från denna analys visar på en omvänd trend och högre arvbarheter kan bero på att annat datamaterial användes. Gerber Olsson *et al.* (2000) använde bruksprovsresultat från 1979–1993, Skoglund (2001) hade från 1979–1999 och Olsson *et al.* (2008) använde material från 1979–2005. I denna studie ingick resultat från 2002–2017 vilket kan vara en anledning till skillnaderna. Även Viklund *et al.* (2008) såg i arvbarhetsskattningar för både treårstest och kvalitetsbedömning att trav hade högre arvbarhet än skritt och galopp. Att uppsutten trav visar på lägre arvbarhet än trav visad för hand, är rimligt då ryttarens inverkan sänker arvbarheten.

I denna analys skattades arvbarheter för HTF till 0,55 och HTA till 0,50 (Modell I) vilket överensstämmer väl med tidigare skattningar av arvbarhet av hoppegenskaper (Olsson *et al.*, 2008; Skoglund, 2001). Sammantaget var arvbarhetsskattningarna höga för flera egenskaper men även medelfel var höga (0,10–0,23). Det innebär att en del av skattningarna inte nådde signifikans och tolkning av resultaten ska göras med försiktighet. Anledning till de höga arvbarheterna kan bero på att det var erfarna domare som har liten variation i sammansättning från år till år, att bruksprovet var på samma plats vid samma tidpunkt varje år, samt att hingstarna visades under flera

dagar och att domarna använde arbetspoäng innan den slutliga poängen sattes. Dessutom så visades de mest lovande hingstarna igen i fas II. Dessa aspekter var positiva då det minskar tillfälliga miljöeffekter och poängsättningen blir mer säker.

Repeterbarheten skattades med Modell I och II och visade på höga resultat. Exteriör hade högst repeterbarhet på (0,69–0,81) därefter gångarter (0,53–0,62) och hopp-egenskaper (0,47–0,55). I Olsson *et al.* (2008) skattades repeterbarheten för gångarter till (0,75–0,77) och för hoppning (0,38–0,58). Att skattningarna för repeterbarheten för gångarter var lägre i denna studie beror sannolikt på att färre hingstar har flera bruksprovsresultat. Olsson *et al.* (2008) använder resultat från 1979–2005 vilket var ett större tidsspänn samt att under många år hade alla hingstar upprepade bedömningar. Det kan också vara så att inkluderingen av treåriga hingstar i materialet i denna studie kan påverka repeterbarheten om de visar en stor utveckling mellan sitt första och andra bruksprov.

## 6.5 Släktskap

Ytterligare en förklaring till att resultatet i denna studie fick orimligt höga skattningar för många egenskaper och parametrar skulle kunna vara att populationens släktskap varierar mellan hopp- och dressyrhästar. Vid analys av släktskap visade det sig att släktskapet mellan hopp- och dressyrhingstarna var betydligt mindre än mellan hingstar inom disciplin. Stamboken KWPN införde olika avelsmål för hopp- och dressyrhästar redan 2006. Rovere *et al.* (2014) analyserade släktskapet i KWPN mellan populationerna av hopphästar och dressyrhästar. Genom att jämföra subpopulationerna i tre olika tidsperioder fick de variabler som tydde på att det genomsnittliga släktskapet minskat. Med hingstar födda 1995–2000 var relationskoefficienten i genomsnitt 0,021 för hopp- och dressyrhingstar, 0,019 för dressyrhingstar och mellan disciplin 0,018. Med hingstar födda efter 2000 så ökar relationskoefficienten för hopp- och dressyrhingstar till 0,038 och för dressyrhingstar till 0,050. Vid skattning mellan disciplin för hingstar födda 2009 har relationskoefficienten sjunkit till 0,014 (Rovere *et al.*, 2014). En ökad specialisering verkar leda till att populationen delar sig i subpopulationer, vilket skulle kunna vara fallet även för SWB. Det vore intressant att undersöka om släktskapet minskat över tid genom att undersöka släktskap inom och mellan disciplin i olika tidsperioder. Då hingstarna på bruksprovet representerar de allra bästa varmlodiga hästarna, kunde resultat från unghästtest användas som bättre representerar populationen.

## 6.6 Korrelationer inom bruksprov

Vid analys av korrelationer inom bruksprovet var gångarter starkt positivt korrelerade med HTF. Dock blev skattningen av korrelation mellan trav och HTA starkt negativt (-0,81) samt så var skritt starkt negativt korrelerad med HTA (-0,71). Det har i en tidigare studie av Schade (1996) visats att gångarter kan vara svagt positiva till negativt korrelerade med hoppegenskap. Så starkt negativa skattningar mellan skritt och HTA samt trav och HTA är däremot orimligt då HTA och HTF visade ett starkt samband (0,87). Att skattningarna blev mycket höga och att korrelationen mellan gångarter är så olika mellan HTF och HTA förklaras med att materialet är litet. Det kan också vara så att det minskade släktskapet mellan hingstar i olika discipliner påverkade analyserna. Med ett större material skulle det bli möjligt att dela upp hopp- och dressyrhingstar var för sig och vidare analyser skulle sannolikt få mer tillförlitliga resultat än vad som uppnåddes i denna studie.

## 6.7 Korrelationer mellan bruksprov och tävling

Resultatet i den här studien visade på starka samband mellan bruksprovsegenskaper och tävlingsresultat. Genetiska korrelationer mellan gångarter och dressyrtävlingsresultat skattades till 0,73–0,79. Korrelationerna mellan HTF respektive HTA och hopptävling skattades till 0,68–0,74. Skoglund (2001) visade också på starka genetiska korrelationer: 0,74–0,88 mellan hoppegenskap och hopptävling. De skattade korrelationer mellan gångarter och dressyrtävling i intervallet 0,20–0,66. I de bivariata analyserna i denna studie skattades även arvbarhet för de fem egenskaper (gångarter samt HTF och HTA) som analyserades med tävlingsdata. Denna arvbarhetsskattning var mycket mer lik de arvbarheter som skattades med Modell I (med permanent miljöeffekt). Detta var intressant då resultaten från de univariata analyserna visade väldigt höga arvbarheter för trav, uppsutten trav och hoppegenskaperna (Modell IV). Att arvbarheterna blev lägre skattade trots att samma modell användes kan bero på att bruksprovsmaterialet var litet och förselekerat. Därför blev arvbarheterna inte lika överskattade när tävlingsdata lades till.

## 6.8 Slutsats

I denna analys skattades genetiska parametrar som visade på medelhöga till höga arvbarheter och starka samband mellan de flesta egenskaper testade på bruksprov men också starka samband mellan bruksprovsegenskaper och tävling inom respektive disciplin. Det innebär att bruksprovet är ett bra urvalstillfälle för avelshingstar. Det genomsnittliga släktskapet mellan hopp- och dressyrhingstarna var betydligt mindre än inom disciplin.

# Tack

Åsa Viklund för din handledning genom hela arbetet. Jag är tacksam för dina snabba svar och den hjälp jag fått med text och statistik. Du gjorde uppgiften jag bävat för så länge greppbar, lärorik och rolig.

Tack också till Sarah Henry Bergman för att din dörr alltid står öppen och till mina andra fantastiska vänner som alltid har tid med en fika och hjälp där den behövs.

## Referenslista/References

- Aldridge, L.I., Kelleher, D.L., Reilly, M. and Brody, P.O.B. (2000). Estimation of the genetic correlation between performances at different levels of show jumping competitions in Ireland. *J. Anim. Breed. Genet.* 117:65–72.
- Árnason, T. (1987) Contribution of various factors to genetic evaluation of stallions. *Livest. Prod. Sci.* 16:407–419.
- Brockmann, A., (1998) Entwicklung einer Eigenleistungsprüfung im Feld für Hengste unter Berücksichtigung der Turniersportprüfung. Dissertation. Universität Göttingen, Germany.
- Ducro, B.J. (2011) Relevance of test information in horse breeding. Dissertation. Wageningen University, Netherlands
- Ducro B.J., Koenen E.P.C., van Tartwijk J.M.F.M., van Arendonk J.A.M. (2007) Genetic relations of First Stallion Inspection traits with dressage and show-jumping performance in competition of Dutch Warmblood horses. Short Communication. *Livest. Sci.* 107:81–85.
- Dansk Varmblod. (2015) Regler för Stationsafprovning af hingste. Tillgänglig: [http://varmblod.dk/files/REGLER\\_FOR\\_STAT-IONSAFPR%C3%98VNING\\_AF\\_HINGSTE\\_2017.pdf](http://varmblod.dk/files/REGLER_FOR_STAT-IONSAFPR%C3%98VNING_AF_HINGSTE_2017.pdf) [2017-11-28]
- Dansk Varmblod. (2017) Oversigt over hingstenes afprøvningssystem. Tillgänglig: [http://varmblod.dk/files/Oversigt\\_over\\_hingstenes\\_afpr%C3%B8vningssystem.pdf](http://varmblod.dk/files/Oversigt_over_hingstenes_afpr%C3%B8vningssystem.pdf) [2017-12-12]
- DFS. (2004) Djurskyddsmyndighetens föreskrifter. Tillgänglig: [http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/Forfattningar/DSM/DFS\\_2004-22.pdf](http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/Forfattningar/DSM/DFS_2004-22.pdf) [2017-12-07]
- FN. (2017). Fédération Equestre Nationale, Warendorf, Germany. Decree Advisory Board Breeding May 2017. [2017-09-06]
- Furre, S., Viklund, Å., Heringstad, B., Philipsson, J., Vangen O. (2014) Improvement in the national genetic evaluation of warmblood riding horses by including information from related studbooks, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 64(1):49–56.
- Gerber Olsson, E., Árnason, Th., Näsholm, A., Philipsson, J., (2000). Genetic parameters for traits at performance test of stallions and correlations with traits at progeny tests in Swedish warmblood horses. *Livest. Prod. Sci.* 65:81–89.
- Huizinga, H.A., van der Werf, J.H.J., Korver, S., van der Meij, G.J.W., (1991a) Stationary performance testing of stallions 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 of breeding stallions. *Livest. Prod. Sci.* 27:231–244.

- Huizinga, H.A., Korver, S., van der Meij, G.J.W., (1991b) Stationary performance testing of stallions from the Dutch Warmblood riding horse population. 2. Estimated heritabilities of and correlations between successive judgements of performance traits. *Livest. Prod. Sci.* 27:245–254.
- Interstallion. (2006-06-20) KONINKLIJK WARMBLOED PAARDENSTAMBOEK NEDERLAND (KWPN). Tillgänglig: <https://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/KWPN.pdf> [2017-12-12]
- Interstallion. (2007-10-02) DANISH WARMBLOOD SOCIETY (DWB). Tillgänglig: <https://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/DWB.pdf> [2017-12-11]
- 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, Montpellier.
- Koenen E.P.C., Aldridge L., Philipsson J. (2004) An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livest. Prod. Sci.* 88:77–84.
- KWPN. (2017). Stallion Performance Testing. <https://www.kwpn.org/kwpn-horse/selection--and-breedingprogram/stallion-selection/performance-testing> [2017-11-28]
- Madsen, P., Jensen, J. (2013) A User's guide to DMU - A Package for Analyzing Multivariate Mixed Models. Version 6, Release 5.2. University of Aarhus. Faculty Agricultural Sciences, Dept. of Genetics and Biotechnology. Research Centre Foulum. 32 pp.
- MacCluer, J., Boyce, A.J., Dyke, B., Weitkamp, L.R., Pfennig, D.W., Parson, C.J. (1983) Inbreeding and pedigree structure in Standardbred horses. *The Journal of Heredity*, 74: 394–399.
- Olsson, E., Näsholm, A., Strandberg, E., Philipsson, J. (2008) Use of field records and competition results in genetic evaluation of station performance tested Swedish Warmblood stallions. *Livest. Prod. Sci.* 117: 287-297.
- Petterson, M., Eriksson, S., Viklund, Å. (2016) Influence of imported sport horses on the genetic evaluation of Swedish Warmblood stallions. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section A — Animal Science, 66(4): 183-189.
- Rovere, G., Madsen, P., Norberg, E., van Arendonk, J. A. M., Ducro, B. J. (2014) Genetic connections between dressage and show-jumping horses in Dutch Warmblood horses. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section A — Animal Science, 64(1): 57-66.
- SAS Institute Inc. (2012) SAS OnlineDoc® 9.4 Cary, NC: SAS Institute Inc. <https://support.sas.com/documentation/94/index.html> [2017-09-05]
- Sargolzaei, M., Iwaisaki, H., Colleau, J.J. (2006) CFC: a tool for monitoring genetic diversity. In: Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, Brazil: paper 27–28.
- Schade, W. (1996) Entwicklung eines Besamungszuchtprogramms für die Hannoversche Warmblutzucht. Dissertation, Universität Göttingen, Germany.
- Stewart, I.D., Wooliams, J.A., Brotherstone, S. (2010) Genetic evaluation of horses for performance in dressage competitions in Great Britain. *Livest. Sci.* 128:36–45.
- SWB. (2015) Avelsplan för SWB. Antagen 12 september 2015. Tillgänglig: <http://swb.org/wp-content/uploads/2016/11/Avelsplan-fi%CC%82r-SWB.pdf> [2017-08-28]
- SWB. (2016) Hingstreglemente avelsvärdering av hingstar för svensk varmbloodsavel. Fastställt av SWB Service AB 18 november 2016. Tillgänglig: <http://swb.org/wp-content/uploads/2016/11/Hingstreglemente.pdf> [2017-08-28]
- Thorén Hellsten, E., Viklund, Å., Koenen, E.P.C., Ricard, A., Bruns, E., Philipsson, 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. *Livest. Sci.* 103:1–12.

- Viklund, Å., Eriksson, S. (2018) Genetic analyses of linear profiling data on 3-year-old Swedish Warmblood horses. *J. Anim. Breed. Genet.* 135:62-72.
- Viklund Å., Thorén Hellsten E., Näsholm A., Strandberg E., Philipsson J. (2008) Genetic parameters for traits evaluated at field tests of 3- and 4-year-old Swedish Warmblood horses. *Animal*, 2:1832–1841.
- Viklund Å., Braam Å., Näsholm A., Strandberg E., Philipsson J. (2010) Genetic variation in competition traits at different ages and time periods and correlations with traits at field tests of 4-year-old Swedish Warmblood horses. *Animal*, 4:682-691.
- von Velsen-Zerweck, A. (1998) Integrierte Zuchtwertschätzung für Zuchtpferde. Dissertation, Universität Göttingen, Germany.
- Wallin, L., Strandberg, E., Philipsson, L., (2003) Genetic correlations between field test results of Swedish Warmblood Riding Horses as 4-year-olds and lifetime performance results in dressage and show jumping. *Livest. Prod. Sci.* 82:61–71.
- WBSFH. (2017) WBSFH Studbooks and Breeders Rankings 2017  
Tillgänglig: <http://www.wbfs.org/GB/Rankings/Breeder%20and%20Studbook%20rankings/2017.aspx> [2018-01-28]