



# Effekter av inavel på prestation hos trav- och galopphästar

---

Klara Persson



Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för husdjurens biovetenskaper  
Djur och hållbarhet (kandidat)  
Uppsala 2024

# Effekter av inavel på prestation hos trav- och galopphästar

*Effects of inbreeding on performance in racehorses*

Klara Persson

**Handledare:** Susanne Eriksson, Sveriges Lantbruksuniversitet,  
Institutionen för husdjurens biovetenskaper

**Examinator:** Erling Strandberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för  
husdjurens biovetenskaper

**Omfattning:** 15 HP

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0865

**Program/utbildning:** Djur och Hållbarhet (kandidat)

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2024

**Omslagsbild:** Emma Persson

**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Nyckelord:** prestationsförmåga, travare, kapplöpning, fullblod,  
homozygoti, inavelsgrad, kallblodstravare

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens biovetenskaper

## Sammanfattning

I trav- och galoppsporten avelsvärderas och selekteras hästar till avel bland annat baserat på deras prestationer utifrån vissa tävlingsmässiga parametrar, som exempelvis snabbast kilometertid. En medelhög arvbarhet på dessa parametrar (0,2–0,4) innebär att dessa egenskaper kan förbättras genom selektion. Prestationsförmåga har visats påverkas av specifika gener, men denna typ av egenskaper är oftast komplexa och påverkas av ett stort antal andra gener och av miljöfaktorer. En ökad inavelsgrad har observerats kunna leda till försämrad förmåga i flera fysiologiska processer, bland annat reproduktion. Syftet med denna litteraturstudie var att fastställa huruvida inavel har effekt på prestationsförmåga. Detta gjordes genom att i en litteraturstudie se över avelsarbete, arvbarhet, inavelsgrad samt den aktuella problematiken gällande inavel i de populäraste raserna inom sporterna. Studiens slutsats är att inavelsgraden inom dessa hästraser fortsätter öka och i litteraturen ses ett samband mellan en hög inavelskoefficient och nedsatt prestationsförmåga. För att hålla inavelsgraden på en nivå som gör att den genetiska mångfalden inte når en riskfyllt låg nivå, och samtidigt främja avelsframsteg, bör olika former av avelsåtgärder vidtas.

*Nyckelord:* prestationsförmåga, travare, kapplöpning, fullblod, homozygoti, inavelsgrad, kallblodstravare, varmbloodstravare

## Abstract

The selection of racehorses is based on multiple parameters. In the literature a medium-high heritability (0,2-0,4) of these racing-based traits are presented which means they can be improved through selection. Performance factors are both linked to specific genotypes and impacted through multiple other factors. A high inbreeding coefficient has previously been linked to depressed physiological processes and qualities, such as reproductive traits. The aim of this literature study was to investigate the impact inbreeding has on performance in racehorses. Information about breeding goals, heritability, inbreeding coefficients and the current situation regarding inbreeding problematics in the most popular breeds for racing are used in this study. The conclusion is that inbreeding in all breeds is steadily increasing. The literature indicates that performance can indeed be negatively affected by inbreeding. To maintain inbreeding at a level that preserves genetic variation within a breed while still making breeding progress in certain traits, various breeding measures should be implemented. *Keywords:* performance, trotter, racehorse, thoroughbred, coldblooded trotter, standardbred trotter

# Innehållsförteckning

<b>Innehållsförteckning .....</b>	<b>4</b>
<b>1.    <b>Introduktion</b> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.    <b>Litteraturgenomgång</b> .....</b>	<b>8</b>
2.1   Metod .....	8
2.2   Avelsarbete och avelsmål .....	8
2.3   Inavel.....	9
2.4   Genetisk bakgrund för prestation.....	10
2.5   Arvbarhet för prestationsegenskaper.....	11
2.6   Inavel hos trav- och galoppsporternas mest populära raser .....	11
2.6.1 Inavel inom travsportens populäraste raser .....	11
2.6.2 Inavel inom galoppsportens populäraste raser.....	13
2.7   Inavelseffekter på prestationsförmåga.....	13
<b>3.    <b>Diskussion</b> .....</b>	<b>16</b>
3.1.1 Inavelseffekter på prestationsförmåga .....	16
3.1.2 Jämförelse mellan raserna .....	16
3.1.3 Genetik.....	17
3.1.4 Åtgärder för att minska förekomsten av inavel .....	17
<b>4.    <b>Slutsats</b> .....</b>	<b>19</b>
<b>Referenser.....</b>	<b>20</b>
<b>5.    <b>Tack</b> .....</b>	<b>23</b>

## Förkortningar

IBD	Identisk genom nedärvning
ROH	Runs of homozygosity
OCS	Optimum contribution selection

# 1. Introduktion

Det är sedan länge välkänt att avel med nära besläktade individer kan leda till inavelsdepression, och negativt påverka reproduktionsförmågan samt sänka djurens fitness (Crnokrak & Roff 1999). I den vilda miljön har hästar utvecklat flera evolutionära sätt att undvika nära inavel i flocken, bland annat genom utvandring från föräldraflocken samt igenkänning av vilka hästar som fötts inom flocken (Berger & Cunningham 1987). Människan styr den domesticerade hästens selektion och parningar, detta för att kunna styra aveln i önskad riktning. Det finns olika syften med avel, allt från bevarandearbete av inhemska raser till utveckling av exteriör och kapacitet hos sporthästar. Med selektion kan önskade egenskaper förbättras, och oönskade egenskaper och sjukdomars förekomst kan minskas.

Problematiken kring den snäva selektionen av enbart högt presterande individer inom en population är att graden av inavel ofta ökar. Även storleken på populationen påverkar hur snabbt inavel blir ett problem och mycket små populationer närmar sig en genetisk flaskhals. Tidigare studier har visat att reproduktionen kan ses påverkas negativt av ökad inavel, som risken för abort av foster ökar (Klemetsdal & Johnson 1989). Det finns även starka indikationer om att en ökad inavelsgrad också kan påverka prestationsförmågan hos tävlande hästar (Klemetsdal 1998).

Två sporter som kontinuerligt avlar för ökad prestationsförmåga i form av snabbhet och uthållighet är trav- och galoppsporten. Den svenska travsportens årliga omsättning överstiger miljardbelopp och en stor andel delas ut som prispengar till startande hästar (Svensk Travsport u.å.d). Galoppsporten utövas över hela världen, och attraherar miljontals besökare årligen (Svensk Galopp u.å.a). I två sporter som omsätter miljoner i både pengar och åskådare är det mycket viktigt med högpresterande hästar, och därmed är aveln central. Om det kan visas att en ökad inavelsgrad påverkar prestationsförmågan negativt kan det öka uppfödarens motivation att motverka inavelsökningen.

Denna litteraturstudie har som syfte att undersöka samt redogöra för hur tillgänglig litteratur beskriver hur inavel påverkar prestationsförmågan. Arbetet kommer

avgränsas till de båda sporternas mest populära raser; kallblodig och varmblodig travhäst, samt arabiskt och engelskt fullblod. Studien kommer beröra tillgänglig information om avelsarbete och avelsmål, samt exempel på den genetiska kopplingen till prestationsförmåga. Arbetet är avgränsat till litteratur som främst diskuterar prestation enligt tävlingsmässiga parametrar och inavelns effekt på exteriör eller sjukdomar tas inte upp. Tidigare forskning har huvudsakligen undersökt inavelns effekter på reproduktionsegenskaper snarare än prestation, och många av de tillgängliga studierna inom ämnet är äldre. Ny forskning har tillkommit på senare år, och därför är det relevant med en ny litteraturgenomgång.

## 2. Litteraturgenomgång

### 2.1 Metod

Denna uppsats är en litteraturstudie och det innebär att den ämnar att genom insamlad information redovisa kunskapen som finns, samt vad forskning kring ämnet hittills upptäckt. Litteraturen har valts i enlighet med att de bearbetar frågeställningen om inavel har effekt på trav- och galopphästars prestationsförmåga, eller att de innehåller värdefull information om något av de avsnitt som tas upp i detta arbete. De vetenskapliga artiklarna har hämtats från databaser, huvudsakligen via Google Scholar, med sökord som ”inbreeding, effect, performance, arabian horse, thoroughbred, trotter, coldblood, french, orlov, racehorse, genes, DMRT3” i olika kombinationer. Web of Science samt Scopus användes också i mindre utsträckning, med sökord som ”effect\* AND inbreeding AND horse\* OR thoroughbred OR trotter OR racehorse” samt ”inbreeding AND effect\* AND performance AND horse\* OR trotter OR thoroughbred” i olika kombinationer. Då detta ämne inte är brett studerat resulterade det i ett begränsat antal träffar. Artiklarna valdes främst utifrån deras relevans till ämnet. De vetenskapliga artiklarna som valdes uppfyllde kriterierna att de antingen bearbetade genetik eller inavel, eller prestationsförmåga relaterat till någon av de hästraser som tas upp i detta arbete. På grund av det begränsade antalet källor gjordes inget urval utefter geografiskt område eller forskningsmetodik. Arbetet inkluderar även material från organisationer som är aktiva inom sporterna, eller är verksamma inom aveln för någon av de hästraser som kommer att diskuteras i denna uppsats.

### 2.2 Avelsarbete och avelsmål

Travhästar kan delas in i två olika grupper, kallblodiga och varmblodiga. Den kallblodiga typen har sitt ursprung i Sverige. Sedan början av 2000-talet har avelsarbetet för de tidigare separata svenska och norska kallblodstravarna slagits ihop (NordGen 2021). I Finland finns det finska kallblodet, men den ingår inte i detta avelssamarbete. Avelsföreningen för den Svenska Varmblodiga Travhästen är



en intresseorganisation som framtagit avelsplaner för varmblodstravaren (Avelsplan för den varmblodiga travhästen u.å.). För att avkomman ska kunna registreras med rättigheter till tävling så krävs det även att vissa regler som bestämts av Svensk Travsport följs (Svensk Travsport u.å.a).

Skattningen av avelsvärden för de svenska varmblodiga travhästarna samt de svenska och norska kallblodstravarna görs med Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) djurmodeller, och avelsvärdena presenteras i avelsindex (Árnason 1999). Skattningen av avelsvärden baseras på släktskapsinformation samt individens egna prestationer under dess tidiga tävlingskarriär, vid en ålder av 2–5 år för varmbloden och 3–6 år för kallbloden. Den statistiska modellen tar hänsyn till ålder och kön, och för kallblodstravare även land, och därför korrigeras indexet för dessa faktorer (Svensk Travsport u.å.c).

Inom travsporten bedöms ofta en hästs prestationer främst utifrån ett begränsat antal parametrar. Dessa är oftast: snabbast kilometertid, intjänade prispengar, antal godkända lopp (utan diskvalificering på grund av felaktig gångart), antal starter samt platsprocent (topp tre placeringar) (Thiruvankadan et al. 2009b). Dessa parametrar påverkas av både hästens genetiska förmåga, samt externa faktorer såsom väderförhållanden, typ av underlag, underlagets fasthet och fuktighet, samt loppets längd (Maeda et al. 2012; Gladkikh & Kuznetsova 2021). Arvbarheten för prestationsparametrarna är olika, och har skattats till mellan 0.20-0.40. Detta gör att arvbarheten kan klassas som medelhög (Thiruvankadan et al. 2009b).

Inom den svenska galoppsporten är det primärt engelska fullblod som används, men arabiskt fullblod förekommer också (Svensk Galopp u.å.c). De parametrar som vanligtvis definierar prestationsförmågan hos galopphästar liknar de för travhästar. Dessa är; vinnande tid, intjänade prispengar, antal placeringar i lopp samt handicapvikter (Thiruvankadan et al. 2009a). Det som räknas in i handicapvikten är jockeyn samt utrustning. För att uppnå rätt vikt inför ett lopp kan tilläggsutrustning användas, såsom en tung vojlock. Det används för att minimera skillnaderna mellan hästar inom samma lopp och för att säkerställa att alla ekipage har en likvärdig chans till vinst. De hästar som har presterat bäst tilldelas ett högre handicap (Svensk Galopp u.å.b).

## 2.3 Inavel

Inavel kan definieras som fortplantning mellan besläktade individer. Detta ökar sannolikheten att två alleler i ett locus nedärvs genom gemensamt släktskap och är identiska genom nedärvning (IBD). Inavel kan på populationsnivå därför ses som minskningen av heterozygotigraden. Detta kan resultera i inavelsdepression, vilket innebär en ökad risk att recessiva oönskade anlag dubbleras och oftare kommer till

uttryck och att gynnsam dominans inte uttrycks lika ofta (Nagy & Nguyen 2024). Inavel kan beräknas på flera olika sätt, bland annat genom Wrights inavelskoefficient, som beräknar andelen homozygoti hos en individ som kan förklaras av inavel (Wright 1922). Inavelkoefficienter har traditionellt sätt skattats utifrån tillgänglig härstammingsinformation hos en individ. För att skatta inavelskoefficienten med hjälp av stamtavla, så är det en förutsättning att släktskap finns tillgängligt och är fullständigt i flera led. Skattning kan även göras med hjälp av genomisk information genom att undersöka hur stor del av genomet som är i homozygotform (Howard et al. 2017).

## 2.4 Genetisk bakgrund för prestation

Prestationsförmågan hos trav- och galopphästar baseras bland annat på snabbhet och uthållighet. Selektionen och avelsarbetet som bedrivs idag grundar sig på att dessa egenskaper är ärftliga till viss grad. För att en egenskap skall vara ärftlig, måste det finnas en genetisk bakgrund. Det finns vissa specifika gener och mutationer som har setts påverka prestation hos trav- och galopphästar.

I lokuset för myostatin så har en variation av en allel setts ha effekt på snabbheten hos fullblodshästar (Bower et al. 2012). Det kan inom andra arter också påvisas att mutationer i myostatin kan länkas till ökad muskelmassa (McPherron & Lee 1997). Det finns exempel på andra studier har också studerat förekomsten av typ 2-muskelfibrer hos galopphästar. Det diskuteras i en studie på fullblod i Nordamerika av Binns *et al.* (2010) att galopphästarnas sprintförmåga kan dra nytta av denna variation och ökning av typ 2B muskelfibrer då bidrar till ökad muskelkraft.

En annan gen som i flera studier visats ha positiv effekt på flera egenskaper hos travhästarnas prestation är DMRT3-genen. Det är specifikt en mutation i denna gen som har visat sig påverka travhästens rörelsemönster och förmåga att bibehålla gångarten trav i en hög hastighet (Lukanova et al. 2018). Denna punktmutation är en så kallad "nonsens" mutation, vilket innebär att ett stoppkodon tidigareläggs under transkriberingen (Gentekniknämnden u.å.).

Genetik är dock mycket komplext, och det är inte bara enstaka gener som påverkar prestationsförmågan och den fysiska kapaciteten hos en häst. De flesta egenskaper har en komplex nedärvning där både flera gener och miljöfaktorer spelar in även fast det samtidigt bevisats av flertalet studier att vissa genvarianter har betydande inverkan på prestationen (Binns et al. 2010; Bower et al. 2012; Lukanova et al. 2018). Det har diskuterats att en ökad homozygotigrad för vissa önskvärda alleler kan ha en positiv effekt på prestationsförmågan. Genetiskt urval syftar till att öka

frekvensen av gynnsamma alleler och lämnar spår i form av homozygota regioner kring gener som påverkar de egenskaper man söker.

## 2.5 Arvbarhet för prestationsegenskaper

Arvbarhet kan ses som den andel av variationen i en egenskap som beror på genetiska faktorer, och anger i vilken utsträckning föräldradjurs egenskaper kan förväntas nedärvas till deras avkommor (Visscher et al. 2008).

Arvbarheten av prestationsegenskaper hos travhästar har skattats till medelhög, till exempel 0.41 för logaritmen av intjänade prispengar och 0.25 för snabbast kilometertid (Thiruvankadan et al. 2009b). Detta tyder på att selektion kan vara effektivt för att förbättra dessa egenskaper, eftersom arvbarheten indikerar hur lätt dessa parametrar kan förbättras genom selektion (Visscher et al. 2008).

I en litteraturstudie skattades arvbarheter av vissa egenskaper hos fullblodiga galopphästar. Studien hämtade litteratur som gjort arvbarhetsskattningarna med olika metoder. Arvbarhetsskattningarna generaliserades och sammanställdes. Sammanfattningsvis skattades arvbarheter för handikappvikter och intjänade prispengar generellt till 0,3–0,4 vilket tydde på en medelhög arvbarhet (Thiruvankadan et al. 2009a).

## 2.6 Inavel hos trav- och galoppsporternas mest populära raser

### 2.6.1 Inavel inom travsportens populäraste raser

Avelsarbetet för den norsksvenska kallblodstravaren började under tidigt 1900-tal, både i Sverige och Norge. Kallblodstravaren härstammar från två olika ursprungsraser, den Nordsvenska hästen och norska Dölehästen. Nordsvensk häst är en lantras som är ett resultat av avelsarbete med inkorsningar av både nättare och kraftigare hästraser på 1800-talet (Kjell Olsson 2020). Denna ras ligger som grund för den svenska kallblodstravaren som kom att påverkas även av viss korsning med bland annat svensk varmblodig travhäst (Velie et al. 2019) innan hästamningsverifiering fanns på plats. Efter ett omfattande avelsarbete samt ett nära samarbete mellan Sverige och Norge, ser kallblodstravaren ut som den gör idag. Kallblodstravaren är en kraftigare och mindre häst än varmblodstravaren, med en mankhöjd på minst 148 cm (Travklubben Sleipner u.å.).

Målet med aveln för kallblodstravaren har länge varit att producera snabba hästar, med en snabb kilometertid. Det finns få hingstar som har utmärkt sig så som Järvsöfaks. Med en tid på 1.17.9 minuter över kort distans (1640 meter) i autostart har han ett rekord från 2005 som idag ännu inte har blivit slaget. Detta gjorde att Järvsöfaks flitigt användes inom aveln, och han är fader till över 1000 avkommor (Svensk Travsport u.å.e). Denna stora mängd avkommor är inget ovanligt bland de toppresterande hingstarna.

I studie har Olsen & Klemetsdal (2020) undersökt hur inavelskoefficienten förändras över tid inom rasen. Resultatet från studien visade att inavelskoefficienten inom rasen steg särskilt snabbt under 1980-talet, och mellan 2004 och 2013 steg den för varje generation med ca 1%.

Svensk Travsport har i samarbete med Det Norske Travsällskap utvecklat ett koncept för att tackla den ökande inaveln inom kallblodstravaren. Detta initiativ syftar till att med ekonomiskt stöd, uppmuntra uppfödare att använda sig av avelsgodkända hingstar med en lägre grad av släktskap med övriga populationen. Hingstar som har lågt delat släktskap med populationen och som avelsvärderas samt godkänns får vissa förmåner, till exempel avdragen godkännandeavgift. Det belönas även att föda upp avkommor med låg inavelskoefficient, då med fölbidrag och högre uppfödarpremier. Man räknar dessutom från och med 2023 enbart med sju generationer i släktskapsberäkningar (Svensk Travsport u.å.b). Detta för att öka förtroendet för skattningarna då korrektheten i vissa tidiga härstammingsuppgifter ifrågasatts.

Den varmblodiga travhästen är mycket utbredd och finns i de delar av världen som tävlar i travsport eller passgång (Svensk Travsport u.å.f). Varmblodstravaren härstammar från både amerikanska och franska linjer, av hästar som importerades till Skandinavien (Avelsföreningen för Svenska Varmblodiga Travhästen u.å.). Inaveln hos varmblodstravaren ser olika ut i olika länder, men är över lag relativt hög. Den genomsnittliga inavelsgraden för amerikanska varmblodstravare är högre än för de svenska, närmare 12%. För att hålla inavel på en lägre nivå så rekommenderas inte parningar som ger en avkomma med en inavelsgrad på över 5% (Avelsföreningen för Svenska Varmblodiga Travhästen u.å.). Thiruvankadan *et. al* (2009b) beskrev att inavelsökningen per år hos det franska varmblodet, mellan 1974–1992 var 0,052 procentenheter. Det beskrevs även att nästan alla hästar med fullkomlig härstammingsprofil hade en viss grad av inavel vid medräkning av de tidigaste generationerna.

## 2.6.2 Inavel inom galoppsportens populäraste raser

Det engelska fullblodet stambokfördes på 1700-talet och är idag en mycket populär och utbredd ras. Populationen härstammar från tre hingstlinjer; Byerley Turk, Darley Arabian och Godolphin Barb (Svensk Galopp u.å.d). För dagens fullblodspopulation är Darley Arabian förfäder till 95% av linjerna. Rasen kan idag räknas som en stängd population, med väldigt lite ny inkommen genetisk variation. Fastän rasen är stor så finns det oro att den låga genetiska variationen ska medföra en ökning av defekter och ha en avstannande effekt på avelsframsteget (Cunningham et al. 2001).

Det arabiska fullblodet är en av världens äldsta hästraser med rötter i mellanöstern (Cosgrove et al. 2020). Det arabiska fullblodet är inte lika vanligt förekommande som det engelska fullblodet inom galoppsporten utan används ofta till distansritt. Det arabiska fullblodet har, till skillnad från de engelska fullbloden, mer av typ 1 muskelfibrer. Detta gör det arabiska fullblodet uthålligt (Ropka-Molik et al. 2019). Då arabiska fullblod oftare används till distansritt på grund av deras uthållighet saknas det relevant forskning om hur inavel påverkar deras prestation inom galoppsporten. Det finns däremot evidens för att man på senare tid valt att korsa engelska fullblod med vissa arabiska fullblod av kapplöpningstyp. Detta kan förklaras av att man strävar efter att dra nytta av arabiska fullblodets muskulösa uthållighet. Trots att rasen är mycket utbredd, finns det subpopulationer inom rasen som är besvärade av hög inavelsgrad som kan påverka hälsoläget. En högre inavelsgrad och ökad frekvens av recessiva skadligare alleler kan förväntas hos hästar vars anfäder exporterats från mellanöstern. Detta kan förklaras av det lilla antalet ursprungshästar till populationerna som för länge sedan importerades, vilket redan från start resulterade i en lägre genetisk variation (Cosgrove et al. 2020).

## 2.7 Inavelseffekter på prestationsförmåga

Det finns ett flertal studier som har undersökt inavelns effekt på prestationsförmåga på hästar inom dessa sporter. Studierna består av flertalet äldre studier men även nyare forskning förekommer.

I en studie som sammanställt släktskapsinformation hos norska varmblodstravare födda åren 1988, 2006 och 2007 undersöktes den genomsnittliga effekten av inavel på prestation. Inavelsgraden beräknades utifrån deras tillgängliga släktskapsinformation. Av de totalt 1 217 hästar som ingick i studien startades endast 807 hästar. Effekten av deras inavelsgrad på prestationer i form av intjänade prispengar per start vid åldrarna 3–5 år som var transformerade samt standardiserade skattades. Resultatet från studien visade att intjänade pengar per

start påverkades signifikant av inavel hos de norska varmblodstravarna. Inavel gav därför negativ effekt på prestationsförmågan (Samsonstuen et al. 2020).

Hur inavelsgraden kan påverka prestation genom förslitningsskador, samt dess ärftlighet studerades av Dolvik & Klemetsdal (1994). Studien omfattade knäledsinflammation och artros i knäleden hos 407 fyraåriga kallblodstravare från 34 olika hingstlinjer. Arvbarheten skattades till 0,67 för bilateral knäledsinflammation, och 0,25 för generell knäledsinflammation. De fann att inavel signifikant ökade risken att utveckla bilateral knäledsinflammation. Med ett genomsnittligt värde av inavelsgraden hos de 407 hästarna beräknade de sedan risken för inflammation hos hästar med inavelsgrad under medelvärdet respektive över medelvärdet i populationen. Hästar med en inavelsgrad under medelvärdet hade en sannolikhet på 6,7% för att utveckla bilateral knäledsinflammation, medan hästar över medel hade en nästan dubbelt så hög sannolikhet med hela 12,3%.

I en annan studie av Klemetsdal (1998) innefattande släktskapsinformation för norska kallblodstravare födda mellan åren 1972–1986, undersöktes huruvida inavel har effekt på prestation. Det mått på prestationsförmåga som användes i studien var sammanlagda, transformerade och standardiserade intjänade prispengar (ATSE), grupperade efter en ålder på 3–6 år. Inavelsgraden beräknades på fem olika sätt, då det studerades hur den förändrades beroende på hur många generationer som togs med i beräkningarna. Resultatet av studien påvisade negativ och icke-linjär effekt av inavel på prestation. Inavelsdepressionen på egenskapen betraktades vara lägre när hänsyn till färre generationer bakåt i stamtavlan togs, men att detta gav ett underskattat värde på grund av det låga antal inräknade hästar. Det påvisades att alla hästar inom studien hade en viss grad av inavel när all släktskapsinformation togs med i beräkningen. Uppskattningsvis var den genomsnittliga inavelskoefficienten i populationen vid studiens tid 7,5%. Inom en åldersgrupp (ATSE3-4) värderades prestationsförmågan sjunka med 0,036 fenotypisk standardavvikelse jämfört med icke-inavlade hästar. För hästar med en inavelskoefficient på 15% sjönk prestationsförmågan med 0,145 standardavvikelseenheter.

Todd *et al.* (2018) genomförde en studie baserad på släktskapsinformation på fullblod i Australien som hade startat minst en gång i landet mellan åren 2000 och 2011. I denna studie ingick 135 572 hästar och deras tillgängliga stamtavla som dateras tillbaka till ursprungshästarna i populationen. De studerade inavelsgraden och släktskapet, samt identifierade de hästar som genom generationerna haft störst påverkan på genflödet i populationen. Syftet var att undersöka om inavel påverkade deras prestationsförmåga enligt fem olika mått: kumulativa intäkter, intjänade prispengar per start, längd på tävlingskarriär (månader), totalt antal starter och andel

vinster. Resultatet visade en negativ korrelation mellan inavelskoefficienten och alla de fem måtten på prestation. De diskuterade att detta kunde bero på en genetisk belastning i populationen, något som kan vara svårt att med hjälp av selektion undanröja då det inte gäller vitala funktioner eller egenskaper som är korrelerade till reproduktion. Deras estimering var att inavelskoefficienten i genomsnitt för populationen var 13,9%.

Ett annat mått i samma studie av Todd *et al.* (2018) visade ett motsägande resultat. ”Ancestral history coefficient”, ett mått som bygger på hur frekvent en allel förekommer i individens härstamning genom IBD, visade i stället en stark positiv korrelation med prestationsmåtten. Detta kan förklaras av att fördelaktiga alleler nedärvt genom IBD under flera generationer. IBD ger dock inte enbart en positiv effekt utan ökar också andelen recessiva och oönskade alleler vilket kan leda till försämring av många olika egenskaper och ökat antal defekter. Det kan i sin tur ge motsatt effekt på prestation. Resultaten visade att andelen genetisk belastning var ojämnt fördelad inom populationen, då vissa hingstar bidragit mer än andra till en ökning av oönskade alleler.

I en studie av Hill *et al.* (2022) har man undersökt kopplingen mellan inavelsdepression inom rasen och sannolikheten för att fullblod att startas. Studien använde genetiska (SNP) markörer, tävlingsregion och födelseår hos 8951 fullblod, samt tävlingsresultat för 6128 av dessa. Inavelskoefficienten beräknades och de gjorde en genomisk analys med SNP markörer för att söka efter gener som kan kopplas till inavelsdepression. De använde en linjär modell för att testa hypotesen om att inavel minskar sannolikheten att startas. Sannolikheten att en häst startas minskade signifikant med en ökad inavelskoefficient baserad på s.k ”runs of homozygosity” (ROH), homozygota segment. En jämförelse mellan individerna med högst respektive lägst inavelskoefficient visade att den med högst hade 13% lägre sannolikhet att startas. De mätte också effekten av längden på ROH segmenten och dess genetiska korrelation till sannolikhet att startas. Längre segment som indikerar närmare inavel gav en negativ effekt, medan inga effekter kunde påvisas av ett kort segment som indikerar mer avlägsen inavel och selektion. De diskuterade att det finns många olika aspekter som påverkar om en häst kommer till start eller inte, men att en viss gen (THR14) är speciellt korrelerad till muskelsvaghet och ledinflammation. Denna gen fanns inom populationen, och med ökad homozygoti skulle denna gen oftare kunna ge uttryck vilket skulle ytterligare minska sannolikheten för hästar att komma till start.

## 3. Diskussion

### 3.1.1 Inavelseffekter på prestationsförmåga

Ett samband mellan inavel och prestationsförmågan hos trav- och galopphästar har rapporterats i den använda litteraturen. Det kan ses i flera studier (Klemetsdal 1998; Todd et al. 2018; Samsonstuen et al. 2020; Hill et al. 2022) att en ökad inavelsgrad påverkar prestationsförmåga negativt på flera sätt. Detta kan ses genom en negativ effekt på intjänade prispengar (totalt), snabbast kilometertid, karriärlängd, totalt antal starter, pallplaceringar och sannolikhet att över huvud taget startas under sin livstid. En ökad inavelsgrad har också visats leda till en viss högre förekomst av skador i form av knäledsinflammation (Dolvik & Klemetsdal 1994). Detta skulle kunna antas leda till en kortare tävlingskarriär.

I motsägelse till dessa studier har homozygoti kunnat påvisats gynna specifika egenskaper som är korrelerade med högre prestationsförmåga, detta genom IBD. Gynnsamma alleler skulle mer frekvent kunna uppstå i dubbel uppsättning och därmed ge uttryck för den gynnsamma egenskapen, vilket genom linjeavel då kan innebära avelsframsteg.

### 3.1.2 Jämförelse mellan raserna

Den tidigare forskningen av Klemetsdal m.fl. (Dolvik & Klemetsdal 1994, 1999; Klemetsdal 1998) påvisar negativa effekter av inavel, och problematik med den höga inavelsgraden och snäva selekteringen. Det har fastställts att problematiken inom kallblodstravaren kvarstår än idag (Olsen & Klemetsdal 2020). Likt kallblodiga travarna har det även observerats en hög samt stigande inavelsgrad hos den varmblodiga travaren (*Avelsplan för den varmblodiga travhästen* u.å.). En liknande trend kan ses hos de engelska fullbloden (Todd et al. 2018). Även där är inavelsgraden på en hög nivå, trots en betydligt mycket större population globalt sett. På grund av begränsad litteratur kunde inte en inavelsgrad hos arabiskt fullblod fastställas, men det diskuterades även där att inavel ses som ett problem (Cosgrove et al. 2020).



### 3.1.3 Genetik

Som nämnt i denna litteraturgenomgång så föreligger det flera aspekter som påverkar en hästs prestationsförmåga. Detta baserat på de olika mått som använts i den insamlade litteraturen. Det finns som nämnts enskilda gener som har större påverkan på prestationsförmågan hos hästar, men de komplexa prestationsegenskaperna påverkas även av ett stort antal gener med mindre effekt och olika miljöfaktorer.

Det motsägelsefulla resultatet som de olika studierna gav kan förklaras av de olika sätten att beräkna inavel. IBD diskuteras av Todd *et al.* (2018), och kan resultera i att önskvärda alleler som ger positiv effekt på prestation oftare kommer till uttryck, samtidigt som det kan konstateras att även oönskade och skadliga alleler kan förekomma i dubbel uppsättning vid ökad homozygotigrad. Det skulle i sin tur kunna hämma den gynnsamma effekten dubbleringen av dessa alleler ger.

Med en långsiktig avelsplan och en mer balanserad avelsstrategi kan man minska ökningen av inavelsgraden och därmed frekvensen av sjukdomar och defekter.

### 3.1.4 Åtgärder för att minska förekomsten av inavel

Selektion har visats kunna vara ett sätt att motarbeta en hög inavelsgrad. Det kan således föreslås att avelsdugliga hingstar med låg släktskapsgrad med populationen bör brukas mer flitigt i aveln, som föreslås genom Avelschansen (Svensk Travsport u.å.b). Det koncept som framtagits av organisationen Svensk Travsport ger uppfödare och hästägare motivation till att avla med en mer långsiktig hållbarhet. En teori skulle kunna vara att uppfödare anser att kompensationen är för låg, och att det är mer frestande med avel som resulterar i högre inavelsgrad eftersom sannolikheten är större att den hästen intjänar mer under sin tävlingskarriär. Detta är dock något man inte kan veta säkert, vilket gör det hela till ett subjektivt övervägande. Ofta är det många intressenter till en hypotetisk avkomma, vilket innebär att man måste ta hänsyn till flera olika åsikter. Trots detta är det bra att organisationen motar aveln i rätt riktning.

Ett annat sätt är att tillföra nytt genetiskt material inom populationen är genom korsningar. Fördelen med detta är att det ofta handlar om en större del ny variation, samt att det nya genetiska materialet tillkommer direkt det korsas in i rasen. Detta diskuteras av Avelsföreningen för Svenska Varmblodiga Travhästen, som åtgärd mot den ökande inavelsgraden och sjunkande genetiska variationen i populationen, då med inkorsning av franska varmblodiga travhästar (*Avelsplan för den varmblodiga travhästen* u.å.). Dessutom kan nya mutationer som uppstår skapa en ny genetisk variation över tiden (Gentekniknämnden u.å.).

Sverige har undertecknat en konvention framtagen av FN; ”konventionen om biologisk mångfald” (Europaparlamentet och rådets beslut 93/626), som låg till grund för den nationella handlingsplan som avser att bland annat bevara husdjursraser. Den svenska kallblodstravaren är en av de raser som ingår i Jordbruksverkets bevarandearbete. Detta innebär att rasen anses ha kulturellt värde, och att man är försiktig med inkorsande av andra raser samt försöker hålla inavelsgraden på en låg nivå, vilket är för att bibehålla den genetiska mångfalden och därmed undvika att frekvensen av defekter ökar (Jordbruksverket 2023). Mutationer som uppstår genom avel inom en ras kan också leda till nytt genetiskt material, även om detta kan ta längre tid att uppnå.

En metod som kan bromsa inavelsökning är optimum contribution selection (OCS). Det har studerats hur detta skulle gå att implementera inom hästavel, då detta kan komma med vissa svårigheter. En studie visade att OCS kunde verka för en sänkt inavelsgrad över tid, då denna metod valde bort hingstar som bidragit markant till populationen och rekommenderade i stället yngre hingstar med nytt genetiskt material. För att detta skulle fungera i praktiken är det en förutsättning att data för tillgängliga avelshingstar uppdateras frekvent, så att avlidna samt äldre räknas bort (Olsen et al. 2013). Teoretiskt kan detta anses som den mest effektiva metoden, då den balanserar risktagande och vinst. OCS maximerar avelsframsteget samtidigt som den beaktar släktskapsgraden så att denna hålls på en låg nivå. I praktiken kan det vara mer komplicerat då metodens utfall kan gå emot uppfödare och hästägares åsikter.

## 4. Slutsats

En slutsats kan dras om att en ökad inavelsgrad har viss negativ effekt på prestationsförmågan hos hästar inom båda sporterna. För att begränsa den ökande inavelsgraden inom raserna bör lämpliga metoder användas, särskilt för kallblodstravaren med hänsyn till skyldigheten för bevarande av rasen. En låg genetisk variation och ökad homozygotigrad har kunnat påvisas ha både negativ och en viss positiv effekt på egenskaper. Selektion och linjeavel bör utföras med försiktighet och beaktande av att oönskade egenskaper, defekter samt sjukdomar kan bli mer förekommande.

Mer forskning om detta ämne bör tillkomma för att vidare studera sambandet mellan inavel och dess effekt på prestationsförmåga. Många av studierna som använts i detta arbete är äldre. Eftersom avel är något som ständigt utvecklas rekommenderas därför kontinuerliga studier. Detta är ett viktigt ämne för att motivera uppfödare och aktiva inom aveln att bedriva avel med långsiktiga mål för att bibehålla friska och tävlingsdugliga hästar i de båda sporterna, vilket bevisar hur viktigt det är med forskning inom ämnet.

## Referenser

- Árnason, T. (1999). Genetic evaluation of Swedish standard-bred trotters for racing performance traits and racing status. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 116 (5), 387–398. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0388.1999.00202.x>
- Avelsföreningen för Svenska Varmblodiga Travhästen (u.å.). *Avelsplan för den varmblodiga travhästen*. <https://www.asvt.se/images/pdf/avel/Avelsplan.pdf> [2024-05-07]
- Berger, J. & Cunningham, C. (1987). Influence of Familiarity on Frequency of Inbreeding in Wild Horses. *Evolution*, 41 (1), 229–231. <https://doi.org/10.2307/2408990>
- Binns, M.M., Boehler, D.A. & Lambert, D.H. (2010). Identification of the myostatin locus (MSTN) as having a major effect on optimum racing distance in the Thoroughbred horse in the USA. *Animal Genetics*, 41 (s2), 154–158. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02126.x>
- Bower, M.A., McGivney, B.A., Campana, M.G., Gu, J., Andersson, L.S., Barrett, E., Davis, C.R., Mikko, S., Stock, F., Voronkova, V., Bradley, D.G., Fahey, A.G., Lindgren, G., MacHugh, D.E., Sulimova, G. & Hill, E.W. (2012). The genetic origin and history of speed in the Thoroughbred racehorse. *Nature Communications*, 3 (1), 643. <https://doi.org/10.1038/ncomms1644>
- Cosgrove, E.J., Sadeghi, R., Schlamp, F., Holl, H.M., Moradi-Shahrbabak, M., Miraei-Ashtiani, S.R., Abdalla, S., Shykind, B., Troedsson, M., Stefaniuk-Szmukier, M., Prabhu, A., Bucca, S., Bugno-Poniewierska, M., Wallner, B., Malek, J., Miller, D.C., Clark, A.G., Antczak, D.F. & Brooks, S.A. (2020). Genome Diversity and the Origin of the Arabian Horse. *Scientific Reports*, 10 (1), 9702. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66232-1>
- Crnokrak, P. & Roff, D.A. (1999). Inbreeding depression in the wild. *Heredity*, 83 (3), 260–270. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6885530>
- Cunningham, E.P., Dooley, J.J., Splan, R.K. & Bradley, D.G. (2001). Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contributions of founder lineages to thoroughbred horses. *Animal Genetics*, 32 (6), 360–364. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2052.2001.00785.x>
- Dolvik, N.I. & Klemetsdal, G. (1994). Arthritis in the carpal joints of Norwegian trotter — heritability, effects of inbreeding and conformation. *Livestock Production Science*, 39 (3), 283–290. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90208-9](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90208-9)
- Dolvik, N.I. & Klemetsdal, G. (1999). Conformational Traits of Norwegian Cold-blooded Trotters: Heritability and the Relationship with Performance. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 49 (3), 156–162. <https://doi.org/10.1080/090647099424060>
- Europaparlamentets och rådets beslut (EEG) 93/626 av den 25 oktober 1993 om ingående av konventionen om biologisk mångfald (EGT L 309, 13.12.1993, 1–2). <http://data.europa.eu/eli/dec/1993/626/oj>
- Gentekniknämnden (u.å.). *Genetisk variation*. <https://www.genteknik.se/genetik-och-genteknik/genetik/genetisk-variation/> [2024-05-20]
- Gladkikh, M. & Kuznetsova, O. (2021). The effects of race track surface condition on the racing time of Orlov trotters. *Proceedings of E3S Web of Conferences*, 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124411055>

- Hill, E.W., Stoffel, M.A., McGivney, B.A., MacHugh, D.E. & Pemberton, J.M. (2022). Inbreeding depression and the probability of racing in the Thoroughbred horse. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289 (1977), 20220487. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.0487>
- Howard, J.T., Pryce, J.E., Baes, C. & Maltecca, C. (2017). *Invited review: Inbreeding in the genomics era: Inbreeding, inbreeding depression, and management of genomic variability.* *Journal of Dairy Science*, 100 (8), 6009–6024. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12787>
- Jordbruksverket (2023). *Bevara, nyttja och utveckla - handlingsplan för uthållig förvaltning av svenska husdjursraser 2023-2027.* (RA22:20). [2024-05-07]
- Kjell Olsson (2020). *Den nordsvenska hästens ursprung.* *Föreningen Nordsvenska Hästen.* <https://nordsvensken.org/den-nordsvenska-hastens-ursprung/> [2024-05-17]
- Klemetsdal, G. (1998). The effect of inbreeding on racing performance in Norwegian cold-blooded trotters. *Genetics Selection Evolution*, 30 (4), 351. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-30-4-351>
- Klemetsdal, G. & Johnson, M. (1989). Effect of inbreeding on fertility in Norwegian trotter. *Livestock Production Science*, 21 (3), 263–272. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(89\)90055-9](https://doi.org/10.1016/0301-6226(89)90055-9)
- Lukanova, N., Stefanova, K. & Stoykova-Grigorova, R. (2018). DMRT3 gene mutation and highly linked SNP in gaitedness horse breeds. *BULGARIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE*, 24 (4), 679–685
- Maeda, Y., Tomioka, M., Hanada, M. & Oikawa, M. (2012). Influence of Track Surface Condition on Racing Times of Thoroughbred Racehorses in Flat Races. *Journal of Equine Veterinary Science*, 32 (11), 689–695. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.02.012>
- McPherron, A.C. & Lee, S.-J. (1997). Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94 (23), 12457–12461. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.23.12457>
- Nagy, I. & Nguyen, T.A. (2024). Characterizing and Eliminating the Inbreeding Load. *Veterinary Sciences*, 11 (1), 8. <https://doi.org/10.3390/vetsci11010008>
- NordGen (2021). *Svensk kallblodig travare.* *NordGen.* <https://www.nordgen.org/vara-lantrasdjur/svensk-kallblodig-travare/> [2024-04-02]
- Olsen, H.F. & Klemetsdal, G. (2020). Clustering the relationship matrix as a supportive tool to maintain genetic diversity in the Scandinavian cold-blooded trotter. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 69 (1–2), 109–117. <https://doi.org/10.1080/09064702.2018.1542452>
- Olsen, H.F., Meuwissen, T. & Klemetsdal, G. (2013). Optimal contribution selection applied to the Norwegian and the North-Swedish cold-blooded trotter – a feasibility study. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 130 (3), 170–177. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2012.01005.x>
- Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Musiał, A.D. & Velie, B.D. (2019). The Genetics of Racing Performance in Arabian Horses. *International Journal of Genomics*, 2019, e9013239. <https://doi.org/10.1155/2019/9013239>
- Samsonstuen, S., Dolvik, N.I., Olsen, H.F., Lykkjen, S. & Klemetsdal, G. (2020). Inbreeding affects racing performance negatively in the Standardbred trotter. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 69 (3), 152–156. <https://doi.org/10.1080/09064702.2020.1779337>
- Svensk Galopp (u.å.a). *Galoppsport utomlands.* <https://www.svenskgalopp.se/galoppsport/fakta/galoppsport-utomlands/> [2024-03-28]
- Svensk Galopp (u.å.b). *Handicap.* <https://www.svenskgalopp.se/galoppsport/fakta/handicap/> [2024-05-20]
- Svensk Galopp (u.å.c). *Här är galoppsportens viktigaste grunder.* <https://www.svenskgalopp.se/galoppsport/artiklar/har-ar-galoppsportens-viktigaste-grunder/> [2024-04-24]

- Svensk Galopp (u.å.d). *Hästen*. <https://www.svenskgalopp.se/galoppsport/fakta/hasten/> [2024-05-22]
- Svensk Travsport (u.å.a). *Att föda upp travhästar*. <https://www.travsport.se/avel-och-uppfodning/uppfodning/att-foda-upp-travhastar/> [2024-05-21]
- Svensk Travsport (u.å.b). *Avelschansen – en satsning för kallblodstravarens framtid*. <https://www.travsport.se/avel-och-uppfodning/uppfodning/avelchansen-kallblod/> [2024-04-25]
- Svensk Travsport (u.å.c). *Avelsindex*. <https://www.travsport.se/avel-och-uppfodning/ovrigt-om-avel/avelindex/> [2024-04-02]
- Svensk Travsport (u.å.d). *Finansiering och prispengar*. <https://www.travsport.se/svensk-travsport/travsporten-i-sverige/finansiering-och-prispengar/> [2024-03-28]
- Svensk Travsport (u.å.e). *Järvsöfaks - Sportinfo - Svensk Travsport. Järvsöfaks Sportinfo*. <https://sportapp.travsport.se/sportinfo/horse/ts80646/pedigree?origin=all&vintage=all&limit=all&grandpa=all&gender=all> [2024-04-03]
- Svensk Travsport (u.å.f). *Utländska förbund*. <https://www.travsport.se/svensk-travsport/travsporten-i-sverige/utlandska-forbund/> [2024-04-02]
- Thiruvenkadan, A.K., Kandasamy, N. & Panneerselvam, S. (2009a). Inheritance of racing performance of Thoroughbred horses. *Livestock Science*, 121 (2), 308–326. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.009>
- Thiruvenkadan, A.K., Kandasamy, N. & Panneerselvam, S. (2009b). Inheritance of racing performance of trotter horses: An overview. *Livestock Science*, 124 (1), 163–181. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.01.010>
- Todd, E.T., Ho, S.Y.W., Thomson, P.C., Ang, R.A., Velie, B.D. & Hamilton, N.A. (2018). Founder-specific inbreeding depression affects racing performance in Thoroughbred horses. *Scientific Reports*, 8 (1), 6167. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24663-x>
- Travklubben Sleipner (u.å.). *Rasbeskrivning*. <https://www.kallblodstravaren.se/avel/om-rasen/rasbeskrivning/> [2024-04-03]
- Velie, B.D., Lillie, M., Fegraeus, K.J., Rosengren, M.K., Solé, M., Wiklund, M., Ihler, C.-F., Strand, E. & Lindgren, G. (2019). Exploring the genetics of trotting racing ability in horses using a unique Nordic horse model. *BMC Genomics*, 20 (1), 104. <https://doi.org/10.1186/s12864-019-5484-9>
- Visscher, P.M., Hill, W.G. & Wray, N.R. (2008). Heritability in the genomics era — concepts and misconceptions. *Nature Reviews Genetics*, 9 (4), 255–266. <https://doi.org/10.1038/nrg2322>
- Wright, S. (1922). Coefficients of Inbreeding and Relationship. *The American Naturalist*, 56 (645), 330–338. <https://doi.org/10.1086/279872>

# Tack

Ett stort tack riktas till min handledare Susanne Eriksson för bra hjälp under uppsatsskrivandet

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.