

*”Det är fåfängt att göra med mera det som kan göras med mindre”*



## ÄRFTLIGHETSGRAD – VAD ÄR DET?

Urval för att förbättra egenskaper genom avel är bara meningsfullt om de mät- eller bedömningsvärden som urvalet grundas på visar någon ärftlig variation. De värden som man får vid mätningar och bedömningar är inte detsamma som de faktiska egenskaperna hos djuret. Både bedömningar och mätningar innehåller en rad osäkerhetsfaktorer. Det kan gälla exempelvis miljöpåverkan på mentala egenskaper genom uppfostran och dressyr eller helt enkelt de fel som ligger i själva metoderna för bedömningen. Till och med så enkla värden som mått på mankhöjd innehåller fel. Dels mäter man inte på millimetern när och dels kan hundarna stå på ett ojämnt underlag så att det värde man får inte exakt motsvarar hundens verkliga mankhöjd.

Ärftlighetsgraden, eller arvbarheten, för en egenskap är det mått vi använder på den säkerhet med vilken man kan fastställa en egenskaps verkliga värde med de metoder som används. Ärftlighetsgraden gäller således inte styrkan i nedärvningen av en egenskap som sådan utan endast den säkerhet som mätvärdena ger vid försök mäta egenskapen.

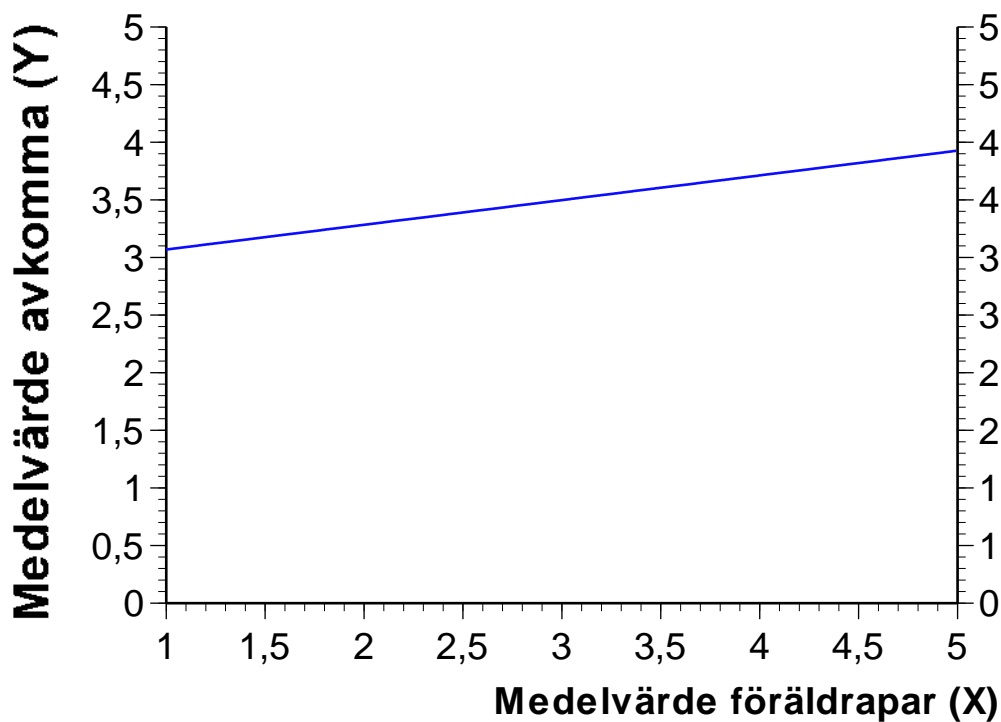
Den enklaste definitionen av ärftlighetsgrad eller arvbarhet är att de beskriver hur stor andel av skillnader i mät- eller bedömningsvärden mellan föräldrar som man kan förvänta sig att i genomsnitt se som skillnad hos deras avkomma. Ett enkelt exempel: ” Om man har två par av föräldrar som i genomsnitt skiljer sig i mankhöjd 5 cm hur stor skillnad skall man då vänta sig i mankhöjd för deras respektive avkommor. Slutlig kroppsstorlek som vuxen är vanligen starkt ärftlig med en ärftlighetsgrad på ca 80 %. Om då föräldraparen storlek skiljer sig med 5 cm skall man vänta sig att avkommans storlek kommer att skilja sig 0,8x5 cm= 4 cm. Ärftlighetsgraden är här omvandlad till ett decimaltal och kallas då som regel med ett vetenskapligt namn för egenskapens heritabilitet. Men observera att det egentligen är mätvärdenas nedärvning som det gäller och inte de verkliga egenskaperna.

I exemplet angavs ärftlighetsgraden för mankhöjd till ca 80 %. Det hade egentligen varit korrektere att skriva 60-80 % eftersom ärftlighetsgraden alltid är beroende av säkerheten i själva mätmetoden och den kan ju variera avsevärt från en gång till en annan. Dessutom är den slutliga kroppsstorleken inte helt oberoende av uppfostringen som därför också bidrar till att ärftlighetsgraden kan variera under olika förhållanden. Det går helt enkelt inte att fastställa ett exakt värde för en egenskaps ärftlighetsgrad. Den är alltid beroende av hur och under vilka förhållanden egenskapen mäts eller bedöms. Slutsatsen av det är naturligtvis den att det går att påverka ärftlighetsgraden, ofta rätt avsevärt, genom att arbeta med exakta mätmetoder och under så likvärdiga förhållanden som möjligt.

Genom att helt enkelt vända på exemplet om kroppsstorleken nedärvning så får man en mycket enkel metod att beräkna ärftlighetsgraden hos olika egenskaper. I de fall där både föräldrar och avkomma är bedömda eller deras egenskaper mätta i samma system så kan man helt enkelt genom att jämföra föräldrars och avkommors värden se om avkommornas mätvärden är påverkade av vilka värden föräldrarna hade. För att göra det ställer man helt enkelt upp en tabell med medelvärdet för varje föräldrapar i en kolumn och medelvärdet för deras avkomme-grupp i samma egenskap i en kolumn. Sedan räknar man ut hur mycket avkommans värdering förändras i genomsnitt för varje enhets skillnad mellan föräldraren.

Den typen av beräkning kallas för regressionsberäkning. Regression betyder egentligen ”falla tillbaka” och beskriver det faktum att skillnaden mellan avkomme-grupperna i genomsnitt alltid blir något mindre än mellan föräldrarna. Orsaken är helt enkelt att hela skillnaden mellan föräldrarna inte är ärftlig, i den ingår ju också mät- och bedömningsfelen. Det är bara den ärftliga delen av skillnaden som kan återkomma i avkomman och eftersom alla bedömningsmetoder har sina fel kan ärftlighetsgraden aldrig bli 100 %.

Följande diagram visar hur avkommans bedömning vi MH i ett moment varit beroende av föräldrarnas resultat när de en gång bedömdes.



**Diagram 1. MH moment Lek 1 grip**

Som framgår av diagrammet så ökar avkommans beskrivningspoäng med drygt 0,2 för varje poängs skillnad mellan föräldraren. Värdet kallas för Regressionskoefficienten (b) och utgör i själva verket en direkt skattning av ärftlighetsgraden för MH-momentet såsom det bedömts. Värdet för ärftlighetsgrad som beräknats på detta enkla sätt kallas för realiserade, d.v.s. de visar vad

som faktiskt har hänt. De uppgifter som diagrammet bygger på är hämtade direkt ur databasen för Schäfer. Det faktiskt beräknade värdet för linjens lutning är 0.257 för Y-axeln för varje enhet på X-axeln, vilket motsvarar en ärftlighetsgrad på 25,7 %.

Man kan göra motsvarande beräkning även om man bara har värde för en av föräldrarna. Men eftersom varje förälder bara bidrar med 50 % av avkommans arvsanlag skall då värdet på regressionskoefficienten (b) multipliceras med 2 för att få den beräknade ärftlighetsgraden.

I de fall man inte har både föräldrar och avkomma mätta eller bedömda i samma system kan man ändå beräkna mätvärdenas ärftlighetsgrad. Det görs då med hjälp av kunskapen att helsyskon är släkt med varandra till 50 % och halvsyskon till 25 %. Men beräkningsmetoden kräver mer avancerade kunskaper i genetik och statistik och redovisas därför inte här. I praktiken skall de båda metoderna ge någorlunda likvärdiga resultat, men den metod som baseras på likheter mellan hel- och halvsyskon påverkas mer av yttre omständigheter. Möjligheter att beräkna ärftlighetsgrad enligt båda metoderna har nu byggts in i LatHunden 2006 där man kan välja egenskaper och beräkningsmetod. När det gäller den mer komplicerade metoden som grundas på likheter mellan hel- och halvsyskon så innehåller den i LatHundens version inga korrekationer för olika miljöfaktorer eller för kön och ålder m.m. Beräkningen kan ändå ge en uppfattning om de mätvärden man har tillgång till för olika egenskaper över huvud taget visar någon ärftlig variation. Visar beräkningarna värden nära noll så har de som regel mycket litet, om ens något, värde för avelsurvalet. Alla värden som LatHunden presenterar för beräknad ärftlighetsgrad är åtföljda av ett beräknat fel föregånget av ett  $\pm$  tecken. Om det beräknade värdet ligger inom gränserna för felet så innebär det att det beräknade värdet för ärftlighetsgraden inte med säkerhet avviker från noll (0), vilket innebär att egenskapen inte uppvisar någon ärftlig variation.

Att den uppmätta ärftlighetsgraden blir noll eller är mycket låg innebär inte med nödvändighet att den egenskap som det gäller inte är ärftlig. Ärftlighetsgraden beskriver mätvärdenas säkerhet för att mäta en egenskaps ärftlighet inte egenskapen själv. Genom att förbättra mät- och bedömningsmetoder och värdera hundars egenskaper under mer likvärdiga villkor kan ärftlighetsgraden för egenskaper i många fall höjas väsentligt. Sambandet mellan ärftlighetsgrad, arv och miljö, inklusive mätfel, visas av följande enkla formler:

1.  $\text{Ärftlighetsgrad} = \text{arv} / (\text{arv} + \text{miljö})$

2.  $\text{Miljö} = \text{yttre förhållanden} + \text{erfarenhet} + \text{mät- och bedömningsfel}$

Om man lyckas med att minska skillnader i yttre förhållanden, i hundars erfarenhet och i felen vid mätningar och bedömningar så kommer värdet för Miljö i formel 2 att minska. Ju mindre värdet för miljöfaktorn blir desto mer lika blir värdena ovanför och under bråkstrecket i formel 1. Skulle man helt lyckas få bort all miljöpåverkan på mätvärden skulle det bara stå Arv både över och under bråkstrecket. Dividerar man något med sig själv så blir värdet 1 och ärftlighetsgraden skulle i ett sådant tänkt fall därför bli 100%. Nu kan man aldrig helt få bort alla miljöeffekter och mätfel så det går aldrig att nå 100 % i ärftlighetsgrad. Det innebär att man aldrig genom att mäta och bedöma enskilda djur kan nå 100-procentig visshet om deras nedärvningsförmåga. Men som regel kan man nå en bra bit på vägen till ökad säkerhet genom att vara noggrann i mätningar och bedömningar, genom att arrangera provformer så enhetligt som möjligt och genom att bedöma

hundar vid så likvärdig ålder och med så likvärdiga erfarenheter i form av uppfostran och dressyr som möjligt.

I vissa fall påverkas egenskaper kraftigt av orsaker som ligger utanför möjligheterna till effektiv kontroll. Ärftlighetsgraden blir i sådana fall vanligen låg, så låg att många anser att de värden som blir resultatet av mätningar och bedömningar är helt värdelösa för avelsurvalet. Men det är viktigt att förstå att beräknade ärftlighetsgrader gäller säkerheten i värden som tillkommit genom att bedöma enskilda individer. Vid avelsvärdering gäller, som i många andra sammanhang, att medelvärden av flera upprepade mätningar har större säkerhet än ett enskilt mätresultat. Sådana upprepade mätningar kan göras endera på den enskilda individen eller på grupper av närbesläktade individer.

Ett djurs avelsvärde är detsamma som dess genomsnittliga inverkan på avkomman. Följande tabell visar hur man kan öka säkerheten vid avelsurval vid användande av mätvärden för flera besläktade individer.

Tabell 1. Förändring av säkerheten vid avelsurval baserat på flera individers resultat

Information om	Ärftlighetsgrad		
	10 %	30 %	60 %
Föräldrar	5	15	30
Föräldrar + far- & morföräldrar	8	18	36
<b>Egna prov</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>60</b>
5 avkommor	11	29	46
10 avkommor	20	45	64
30 avkommor	43	71	85
50 avkommor	56	81	90

Procenttalen i huvudet till tabellen tre procentkolumner visar ärftlighetsgraden så som den beräknats från enskilda individers resultat. Värdena inuti tabellen visar vilken säkerhet man får genom att kombinera värden från olika individer vid bedömning av ett djurs avelsvärde.

Som framgår ger bedömning av den ena föräldern bara hälften så stor säkerhet som bedömning av individens egna resultat. Det beror naturligtvis på att avkomman bara är hälften av sina arvsanlag från varje förälder. Tillägget av informationen från far- och morföräldrar gör ingen stor skillnad. Inte heller är vinsten påtaglig av att bara granska små (5 avkommor) avkommegrupper. Men vid 10 prövade avkommor så har man vid låg ärftlighetsgrad fördubblat säkerheten vid avelsurvalet. Vid 50 avkommor närmar man sig 60 % säkerhet trots att värdena för varje enskild individ är mycket osäkra. För att nå nästan full säkerhet måste man dock ha avkommegrupper på ca 200 individer, något som i praktiken är omöjligt inom hundaveln.

Observera också att säkerheten inte alls ökar lika starkt för egenskaper som redan har en hög ärftlighetsgrad. I själva verket är det så att när ärftlighetsgraden är hög så når man snabbare resultat i avelsarbetet genom att välja individer direkt på deras egna resultat i stället för att genomföra avkommeprövningar. Det finns också en direkt motsättning mellan krav på hög säkerhet och möj-

ligheterna att åstadkomma förändringar genom avelsurval. Orsaken är den att förändringar genom avel inte bara är beroende av hur säkert man kan välja ut avelsdjuren. Alla avelsframsteg är dessutom beroende av att de valda djuren i genomsnitt är något bättre än medeltalet för den djurstam de kommer ifrån. Skillnaden mellan utvalda avelsdjur och rasmedelvärdet kallas för Urvalsskillnaden. Om man inte har någon skillnad alls mellan utvalda hundar och medeltalet för deras ras så blir urvalsskillnaden noll (0). Då sker det inte någon förändring till nästa generation för de egenskaper man har mätt eller bedömt hur säkra metoder man än använder. Vad som händer beskrivs enkelt med en kort formel

**Avelsframsteg = Ärftlighetsgraden x Urvalsskillnaden.;**

Om nu ärftlighetsgraden skulle nå så höga värden som till och med 100 %, d.v.s. fullständiga säkerhet vid avelsurvalet, så får man ändå inga framsteg om Urvalsskillnaden = 0. Avelsframsteg blir då, enligt formeln också 0. Det är vad som händer om man kräver så omfattande kontroller av hundars avelsvärde att man, när kontrollerna är genomförda, inte har utrymme att välja några och utesluta andra för avel. Det bästa blir då det godas fiende. Om man däremot accepterar en lägre säkerhetsnivå för prövning av den enskilda individen så att många fler individer kan provas än man behöver för avel så finns det utrymme för gallring. Även om de resultat man då har som grund för urvalet har en ärftlighetsgrad på kanske bara 40-50 % så kommer man att göra avelsframsteg därför att den till avel valde gruppen har ett medelvärde över rasmedelvärdet. Och den skillnaden skall då multipliceras med ärftlighetsgraden vilket med nödvändighet ger ett resultat bättre än noll (0). Man har visserligen fått en minskad säkerhet vid val av den enskilda hunden, men summan blir att hela rasen kan förändras i den riktning man vill. Kravet på absolut säkra värderingsmetoder står därför oftast i konflikt med möjligheterna att alls göra några avelsframsteg.

Redovisningen av ärftlighetsgraden och dess användning gäller bara för egenskaper som nedärvs med många arvsanlag och där man måste mäta, väga eller bedöma för att fastställa den enskilda individens värde i en egenskap. Ärftlighetsgrad är däremot inte tillämpligt på vad som kallas kvalitativa egenskaper, d.v.s. sådana egenskaper där man kan klassa hundarna i grupper med blotta ögat. Det gäller exempelvis egenskaper som pälsfärg, hårlag, en lång rad ärftliga defekter m.m. I de fallen får man diskutera arvsgången för de enskilda arvsanlag som styr egenskapens utveckling.

En annan missuppfattning som måste undanröjas är att ärftlighetsgraden har något med den enskilda hundens nedärvningsförmåga att göra. Ärftlighetsgrad är ett medelvärde för den säkerhet med vilken vi kan bedöma avelsvärdet hos enskilda hundar och ingenting annat.

Per-Erik Sundgren