

## Avelsvärden för svenska korsningsfår

Carl Helander<sup>1</sup>, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU); Emma Carlén och Kjell Johansson, Växa Sverige och Ulf Andréasson, Elitlamm

<sup>1</sup>Nuvarande adress: c/o Helander Texel, Grolanda Dikarebo, 521 55 Floby. carl@helandertexel.se

### Bakgrund

Drygt 20 % av besättningarna i Sveriges officiella avelsregister för får (*Elitlamm Avel*) utgörs av besättningar med i huvudsak korsningsdjur (Elitlamm, 2017). Vissa av dessa uppfödare av korsningsdjur bedriver systematisk korsning med en målinriktad produktion och långsiktig avel.

Fram till 2011 hade alla besättningar som var anslutna till *Elitlamm Avel* tillgång till ett selektionsindex, kallat "lamindex". Selektionsindexmetoden är en enkel metod för att avelsvärdera djur, där man skattar storleken av olika systematiska miljöfaktorer separat från de genetiska faktorerna. Problemet med denna metod är att den grundar sig på dessa konstanta antaganden om hur stora skillnaderna är mellan djur med olika miljöer. Eftersom skillnaderna i verkligheten inte kan antas vara identiska vid varje tillfälle ett djur avelsvärderas är metoden inte optimal för att bedöma djurs genetiska kapacitet.

I metoden "Best Linear Unbiased Prediction" (*BLUP*) skattas de genetiska faktorerna samtidigt som miljöeffekterna, vilket ger mer korrekta skattningar av djurens verkliga avelsvärde. I arbetet med att utveckla den avelsvärdering som implementerades 2012 för tio svenska fårraser ingick endast avelsvärdering av renrasiga djur även om önskemålet att hantera korsningsdjuren fanns redan då. För ett fåtal rena raser ingår redan systematiska korsningar med information för vissa egenskaper för att förbättra sina renrasiga föräldrars avelsvärden men korsningsdjuren själva får idag inga avelsvärden. Användandet av korsningar i avelsvärderingen för renrasiga djur innebär, förutom att man utnyttjar information från korsningsdjuren till renrasiga släktingar, också att man får bättre jämförelser mellan de renrasiga djuren i besättningen. Detta eftersom korsningsdjurens information gör det lättare att skilja mellan arv och miljö hos de renrasiga djuren. Jämförelsemedeltalen blir säkrare eftersom de bygger på mer information. Motsvarande gäller även i avelsvärdering av korsningsdjur. Raseffekter och heterosis måste i båda fallen skattas på ett bra sätt.

Inom ramen för detta projekt gjordes korsningar av olika raser jämförbara med varandra genom att ta hänsyn både till raseffekter och korsningseffekter (heterosis). För att få bra skattningar av raseffekterna ingår alla renrasiga djur från kötttraserna Texel (Kt), Dorset (Kdh), Shropshire (Ks), Suffolk (Ksu), Oxford Down (Ko), syntetiska rasen Jämtlandsfår (Kjf), lantraserna Finull (Lf) och Rya (Lr), djur från "korsningsgrupperna" X, L och K samt djur som är korsningar mellan dessa åtta rena raser och 3 korsningsgrupper. Även får med litet inslag (mindre än 26 %) av annan ras t.ex. Gotlandsfår eller Leicester är inkluderade, men renrasiga djur från dessa raser ingår inte. Dessutom är inga renrasiga Gotlands- eller Leicesterfår med i den nu framtagna BLUP-avelsvärderingen för korsningsfår och därför inte heller med i basgruppen.

Detta projekt resulterade i avelsvärden för korsningsdjuren (52 740 djur) för samma egenskaper (fruktsamhet, tillväxt och slaktkroppsegenskaper) som är gemensamma för alla de rena raserna i dagens rutinavelsvärdering. Dessutom fick de ingående renrasiga djuren (387 907 djur) en andra uppsättning avelsvärden, som visar hur de rena raserna presterar i korsningsavel. Denna information kan visa sig värdefull för att öka lönsamheten i svensk lammproduktion, som till stor del består av korsningsfår. Avelsvärderingen för korsningsfår föreslås implementeras i sin helhet i rutinavelsvärderingen med befintlig struktur; databas (Elitlamm Avel/Svenska Fåravelsförbundet) och avelsvärderingskompetens (Växa Sverige). Beslut om publicering av avelsvärden för korsningsdjur i Elitlamm bör baseras på vilka djur i korsningspopulationen som kan anses bedriva avel (i en viss riktning).

## Beskrivande statistik över svenska korsningsfår

Första steget i projektet var att ta reda på vilken typ av korsningsdjur som fanns registrerade i Elitlamm. Korsningsfår, oavsett ras, kan delades in i tre generella rasgrupper;

1. Båda föräldrarna är korsningar
2. En förälder är korsning, en förälder är renrasig
  - a. Modern är korsning
  - b. Fadern är korsning
3. Båda föräldrarna är renrasiga

Största gruppen korsningslamm födda i Elitlamm 2015 hade korsningsmor och renrasig far (Grupp 2a; 61 %). Den minsta gruppen hade renrasig mor och korsningsfar (Grupp 2b; 4 %). Lammen med två renrasiga föräldrar (Grupp 3; 19 %) innehöll något fler lamm än de med två korsningsföräldrar (Grupp 1; 16 %). Antal korsningslamm inom respektive rasgrupp redovisas i tabell 1.

**Tabell 1.** Antal korsningslamm födda 2015 inom respektive rasgrupp

Rasgrupp	Antal lamm födda 2015	Andel av lamm födda 2015 (%)
1. Båda föräldrarna korsningar	3479	16
2a. Mor korsning, far renrasig	13579	61
2b. Far korsning, mor renrasig	971	4
3. Båda föräldrar renrasiga	4288	19
Totalt alla korsningslamm	22317	100

Detta projekts definition av ”korsningsavel” är att det sker ett systematiskt urval av livdjur i den egna besättningen med mål att genetiskt förbättra besättningen. Inom denna definition ryms grupp 1 och grupp 2a ovan. I grupp 2b och 3 används renrasiga mödrar, vilket vi anser indikerar managementmässiga mål snarare än avelsmässiga mål. Grupp 1 och 2a kan också ha sådana praktiska mål med sin produktion, men sannolikheten att vi täcker in de allra flesta som bedriver avel med aktivt urval med korsningsfår i grupp 1 och 2a bedömer vi som hög. Därför bör dessa grupperingar prioriteras vid publicering av avelsvärden. Även om de djur som passar in i grupp 1 och 2a bedömdes vara i behov av avelsvärden togs i ett tidigt skede beslut om att fortsätta beräkna avelsvärden för samtliga rasgrupper (1-3; tabell 1), för att få med så mycket information som möjligt i avelsvärdesberäkningarna.

Får av olika raser och korsningsfår gjordes jämförbara med varandra genom att ta hänsyn till effekt av ras och heterosis. För att få bra skattningar av raseffekterna ingår alla renrasiga djur från raserna/rasgrupperna: Texel (Kt), Dorset (Kdh), Shropshire (Ks), Suffolk (Ksu), Oxford Down (Ko), Jämtlandsfår (Kjf), Finull (Lf), Rya (Lr), X, L och K, samt korsningar mellan dessa raser/rasgrupper i beräkningarna. Även får med mindre än 26 % inslag av annan ras, såsom Gotlandsfår (P) eller Leicester (Kle), är inkluderade. Renrasiga djur eller korsningar med högre andel än 25 % av raserna Gotlandsfår (P) och Leicesterfår (Kle) ingick dock inte i beräkningarna. Två anledningar till detta var 1) att de skulle utgöra en alltför stor andel av totala antalet djur i avelsvärdesberäkningarna och därmed påverka avelsvärdena för övriga korsningar för mycket, och 2) att de allra flesta av korsningarna mellan P och Kle hörde till grupp 3 (tabell 1) som inte bedömdes bedriva systematisk avel. Det kan dock ändå finnas renrasiga P och Kle med i databasen, då djur med okänd härstamning automatiskt får benämningen "X" när de läggs till i Elitlamm. Rasgruppen X kan således innehålla vilka raser som helst. Det är vår uppfattning att för att få en ännu bättre avelsvärdering bör olika typer av raser/rasgrupper i Elitlamm Avel kategoriseras på ett tydligare sätt.

## **Avelsvärderingens egenskaper och materialets omfattning**

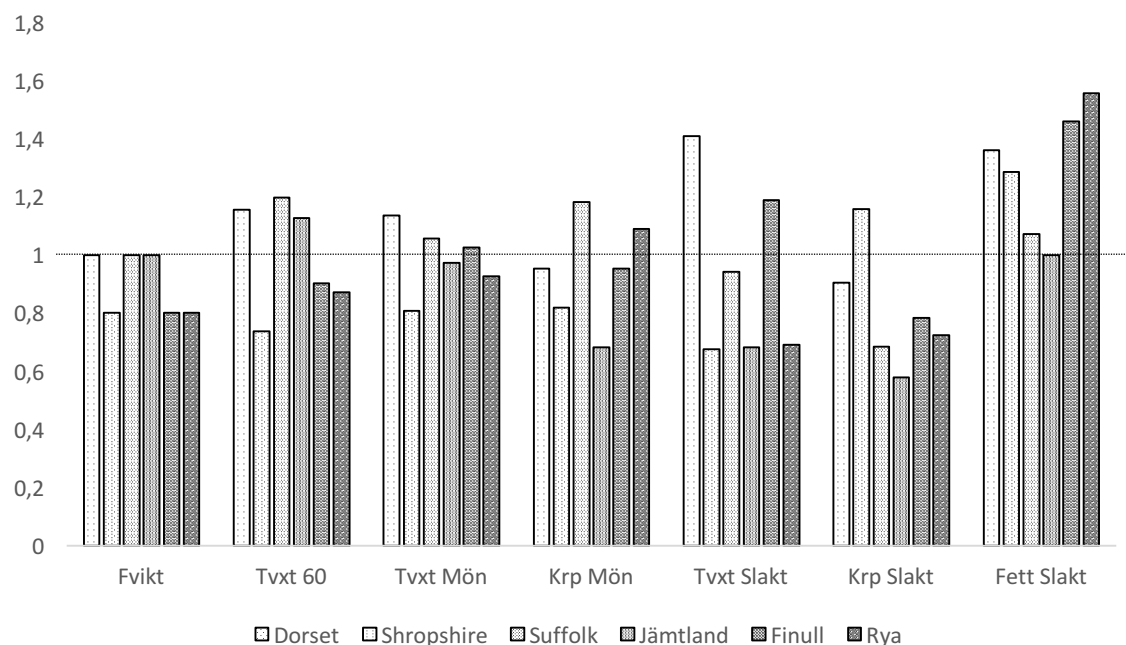
Avelsvärderingen är delad i två separata analyser, en för tillväxt- och slaktkroppsegenskaper (produktionsanalysen) och en för fruktsamhetsegenskaper (fruktsamhetsanalysen).

I produktionsanalysen ingår:

- **födelsevikt** (maternell, 'Fvikt M' och direkt, 'Fvikt D')
- **60-dagarstillväxt** (maternell, 'Tvxt 60M' och direkt, 'Tvxt 60D')
- **mönstringstillväxt** (maternell 'Tvxt MönM' och direkt, 'Tvxt MönD')
- **slakttillväxt** ('Tvxt Slakt')
- **kroppsform mönstring** ('Krp Mön')
- **kroppsform slakt** ('Krp Slakt')
- **fett slakt** ('Fett Slakt')

Fruktamhetsanalysen består av egenskaperna **antal levande födda i första kullen** 'Kull 1a' och **antal levande lamm senare kullar**, 'Kull 2+' (max 5 kullar medräknas).

Rasernas olika variation (både fenotypisk och genetisk) krävde harmonisering, så att alla djur blev jämförbara oavsett ras. Detta gjordes med hjälp av en justering av data och genetiska parametrar innan avelsvärderingsberäkningarna startade. Alla raser och korsningar korrigerades till rasens texels genetiska variation. För varje ras användes emellertid samma arvbarheter som i renrasavelsvärderingen. För korsningarna hämtades arvbarheten från texel. Korrektionen av data skedde samtidigt som korrektionen av heterogen variation med hänsyn till år och besättning. Denna korrektion utfördes på samma sätt som i avelsvärderingen för renrasiga djur. Metoden beskrevs av Van de Werf et al. (1994). De korrektionsfaktorer som använts för att göra raserna och korsningarna jämförbara i produktionsanalysen återges i figur 1.



**Figur 1.** Korrektionsfaktorer för olika egenskaper för olika raser jämfört med texel (=1).

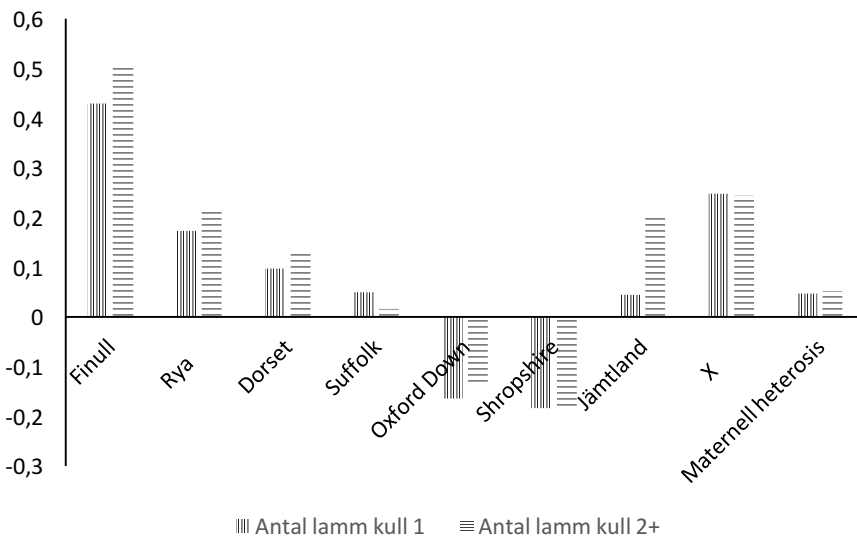
Tabell 2 visar att 15 436 (387 907 – 372 471) fler korsningsdjur i Elitlamm Avel får avelsvärden för produktionsegenskaperna genom att inkludera korsningsdjur med maximalt 25 % rasandel från annan ras än från de ingående raserna/rasgrupperna jämfört med att endast inkludera djur med 100 % av de ingående raserna/rasgrupperna. Effekten av att utöka den avelsvärderade populationen på avelsvärdena var marginell och därför användes det utökade djurmaterialet i de slutliga beräkningarna.

**Tabell 2.** Antal djur med registrerade uppgifter för avelsvärderade tillväxt- och slaktkroppsegenskaper i Elitlamm.

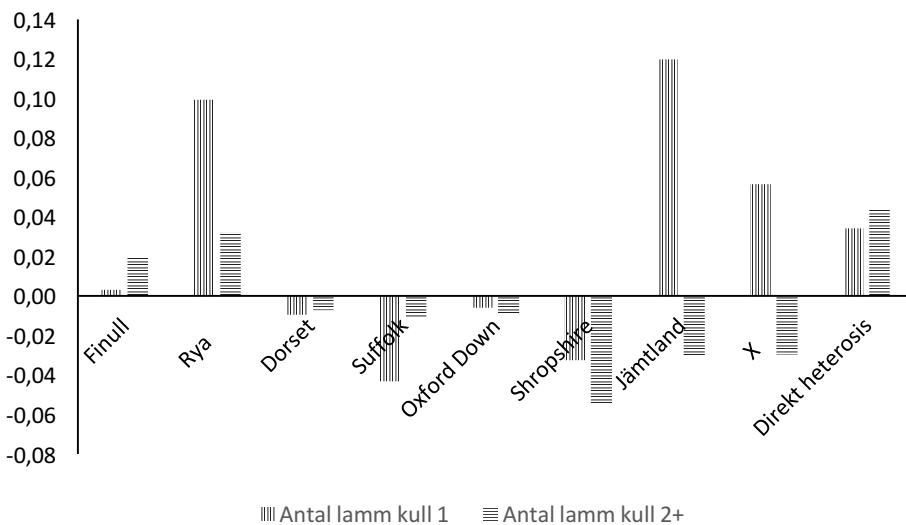
	Antal djur med 100 % Kt, Kdh, Ks, Ksu, Ko, Kjf, Lf, Lr, X, L, K	Antal djur med > 74 % Kt, Kdh, Ks, Ksu, Ko, Kjf, Lf, Lr, X, L, K
Fvikt	189 393	193 499
Tvxt 60	49 939	51 694
Tvxt Mön	256 438	258 995
Krp Mön	104 296	105 605
Tvxt Slakt	67 168	69 065
Krp Slakt	65 564	67 395
Fett Slakt	65 488	67 318
Antal djur	372 471	387 907
Antal avelsvärden	396 908	416 568

Additiva skillnader mellan raserna togs om hand genom regression på individuella rasandelar och en korrektion för heterosiseffekter gjordes med hjälp av en regression på förväntad heterosis.

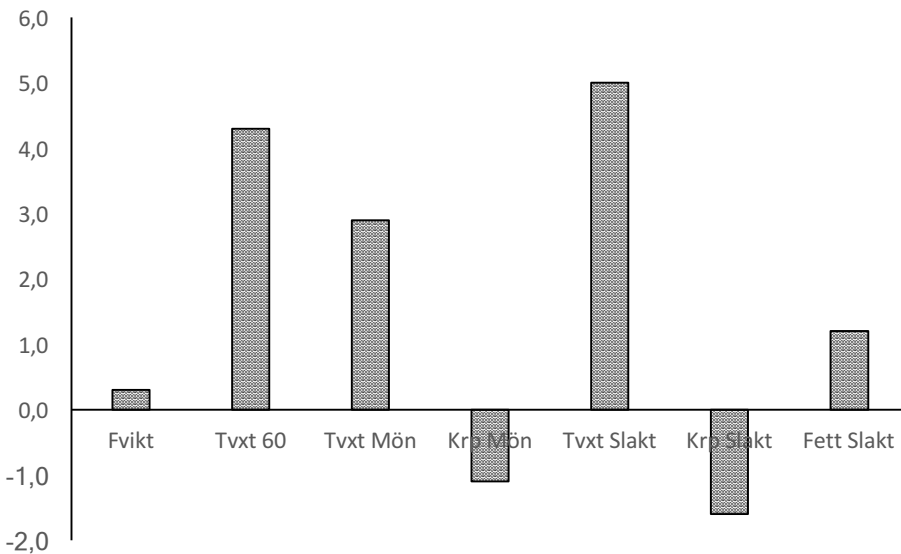
För fruktsamhetsegenskaperna korrigerades tackans avelsvärden också för betäckande bagges additiva påverkan samt för maternell och direkt heterosis, enligt figur 2 och 3. Beräkningarna av förväntad heterosis gjordes i enligt med Johansson et al, 1993. Eftersom många av raserna antalsmässigt var små blev skattningarna av heterosis mellan dessa och med de andra större raserna osäker. Heterosiseffekterna var, även om de var av förväntad storlek, små i förhållande till raseffekterna. Därför summerades alla heterosisandelar till total heterosis (figur 4).



**Figur 2.** Effekt av tackans ras (maternell raseffekt) på avelsvärden för fruktsamhet jämfört med texel, samt maternell heterosis



**Figur 3.** Effekt av betäckande bagges ras (direkt raseffekt) på avelsvärden för fruktsamhet jämfört med texel, samt individuell (direkt) heterosis



**Figur 4.** Total heterosis (%) för avelsvärderade egenskaper

I tabell 3 återges egenskaperna som ingick i de slutliga analyserna efter korrektionen till texels genetiska variation. Totalt fanns 387 907 lamm med data i produktionsanalysen. Fruktsamhetsanalysen innehöll uppgifter från 65 758 tackor. Avelsvärderingarna ledde till att 169 362 totalt korsningsdjur fick avelsvärden.

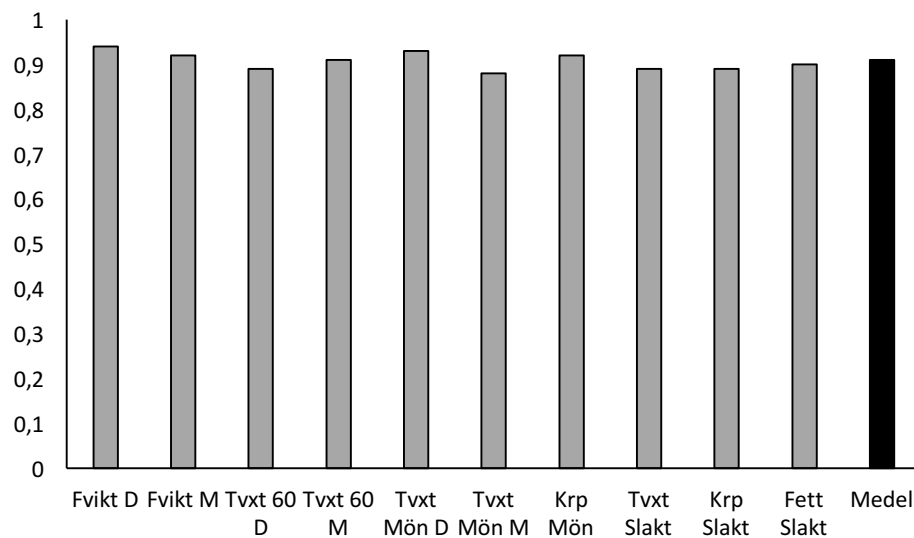
**Tabell 3.** Antal observationer, medeltal och standardavvikelse för avelsvärderade egenskaper för korsningsdjur.

	Antal observationer	Medeltal	Standardavvikelse
Födelsevikt (kg)	193 499	4,2	1,1
Tillväxt (g) till:			
60 dagar	51 694	298	90,4
Mönstring	258 995	252	79,2
Slakt	69 065	88	41,2
Formklass mönstring (poäng)	105 605	8,0	3,0
Slaktkroppsegenskaper:			
Formklass (poäng)	67395	8,3	2,3
Fettklass (poäng)	67318	6,8	1,8
Antal levande födda kull 1	64891	1,5	0,62
Antal levande födda kull 2-5	127477	1,9	0,76

## Framtagande av avelsvärderingsmodellen för korsningsdjur

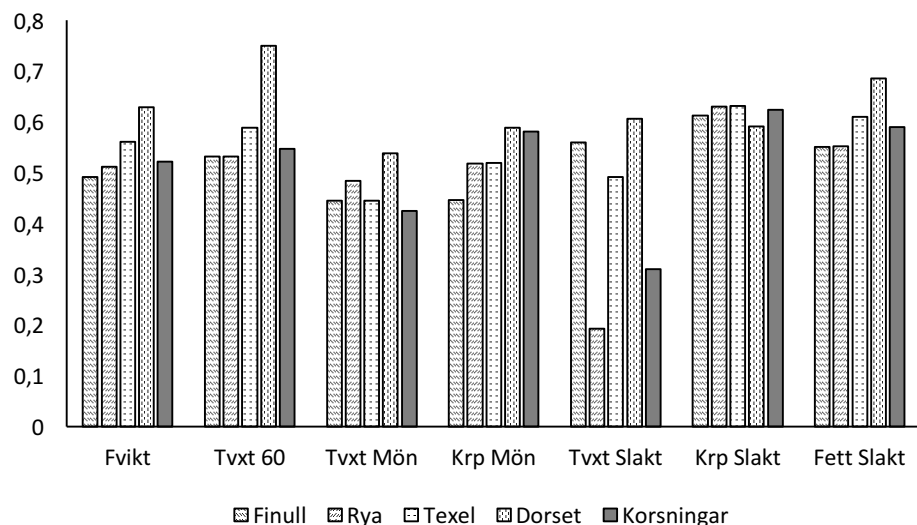
Modellen för korsningsavelsvärderingen bygger på resultaten från renrasavelsvärderingens utveckling. En del av kvalitetssäkringen av korsningsavelsvärdena var att jämföra avelsvärden för de renrasiga djuren i korsningsavelsvärderingen med avelsvärdena för samma djur från renraskörningen. För att korsningsavelsvärderingen skulle bedömas ge fullgoda avelsvärden skulle den ge avelsvärden för de renrasiga djuren som var så lika de från renrasavelsvärderingen som

möjligt. Skillnader mellan renrasiga djurs avelsvärden i de olika avelsvärderingarna uppkommer ändå, dels för att varje djur får mer information när korsningsdjuren är med, dels för att informationen från korsningar inte återspeglar exakt samma genetiska bakgrund om genetiska korrelationen mellan mätningar i ren ras och korsning inte är lika med ett. Korrelationerna bedömdes vara tillräckligt höga för att anse att beräkningarna fick fram tillförlitliga avelsvärden för korsningsfår med medel  $R^2 = 0,91$  (figur 5).



**Figur 5.** Korrelation mellan avelsvärden beräknade i rutinavelsvärdering och avelsvärden beräknade i korsningsavelsvärderingen. Genomsnitt för alla raser (n=8).

Andra valideringen var att studera korrelationerna mellan fenotyp och avelsvärden för korsningsdjuren och jämföra med samma korrelationer för renrasiga djuren. Figur 6 visar att korrelationen mellan fenotypiska observationerna och avelsvärde är så höga som förväntat och för korsningsdjuren ser det lika bra eller bättre än för flera rena raser och flera egenskaper.



**Figur 6.** Korrelation mellan djurens fenotypiska observation och avelsvärde för korsningar samt de vanligaste raserna.

### Avelsvärderingsmodellen

Avelsvärdena beräknades med hjälp av DMU-paketet (Madsen & Jensen, 2013) enligt följande modell:

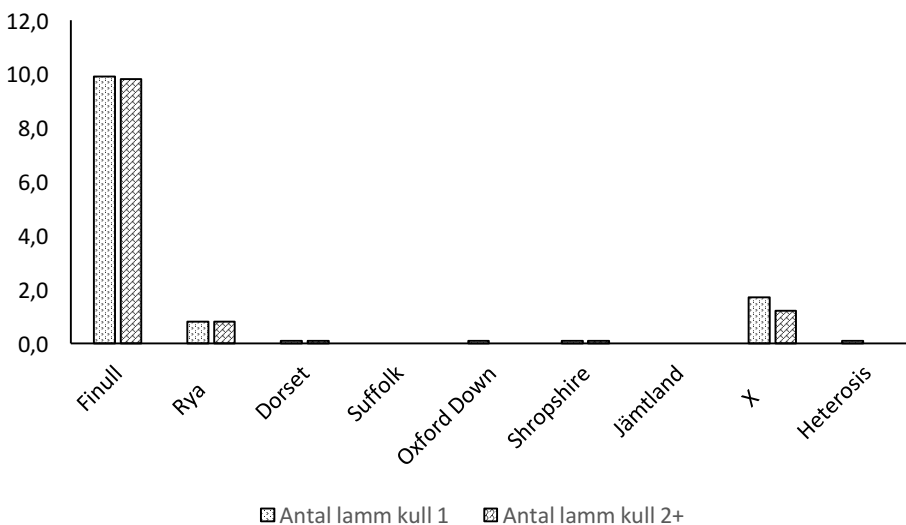
$$Y = Fx + Cb + Hd + Zr + e$$

där:

Y	Observation
Fx	Alla fixa effekter som finns renrasavelvärderingen
Cb	Regression på individuella rasandelar
Hd	Regression på individuell och maternell heterosis
Zr	Slumpmässiga effekter för individ och moder
e	felterm

För de egenskaper som uppvisar maternell effekt (Fvikt, Tvxt 60, Tvxt Mön) har även en regression på maternell rasandel testats. Regressionen verkade emellertid försämra analysen så att renrasiga djurs korrelation med renraskörningens avelsvärden sjönk. Orsaken till detta är inte fullt utredd men beror möjligen på att nyblivna mödrars rasandelar kan justeras i Elitlamm vilket leder till inkonsekvenser i rasandelarnas arvsgång. Därför avlägsnades denna regression i den slutliga modellen. För heterosiseffekterna är dessa skillnader dessutom av mindre betydelse (figur 7). I analysen av produktionsegenskaper togs hänsyn till heterosis både som total individuell och total maternell heterosis (figur 1 och 2). Det ingår också två regressioner i fruktsamhetsanalysen, en för tackans heterosis, en för lammets heterosis.





**Figur 7.** Inverkan av ras och maternell heterosis på fruktsamhet. Förklaringsgrad av total varians  $R^2$  (%)

I samband med beräkningen av avelsvärden togs statistik fram för hur många djur som ingår i respektive avelsvärdering samt i respektive basgrupp. I tabell 4 och 5 redovisas resultaten för korsningsdjur som ingår i avelsvärderingen samt för de renrasiga djuren som avelsvärderas i renrasavelsvärderingarna.

**Tabell 4.** Antal djur med registrering för avelsvärderade egenskaper i respektive basgrupp per avelsvärderingskörning

	Produktion totalt	Fruktsamhet totalt	Fvikt	Tvxt 60	Tvxt Mön	Krp Mön	Tvxt Slakt	Krp Slakt	Fett Slakt	Kull 1a	Kull 2+
Korsn. <sup>1</sup>	42082	43276	29100	11955	13689	4995	15480	15247	15242	5335	2919
Kdh <sup>2</sup>	3593	3598	2779	947	2405	1370	1380	1381	1381	412	249
Kjf <sup>3</sup>	1561	1561	1428	234	703	25	396	376	376	297	159
Ko <sup>4</sup>	708	716	601	74	434	423	75	75	75	143	82
Ks <sup>5</sup>	304	342	251	5	10	0	0	0	0	80	27
Ksu <sup>6</sup>	5717	5917	4451	2122	2402	859	747	691	691	1263	711
Kt <sup>7</sup>	13100	13252	10562	7092	9643	5830	3926	3877	3872	2203	1285
Lf <sup>8</sup>	27383	27860	18825	4688	17625	15601	8198	8003	7972	3541	2015
Lr <sup>9</sup>	4990	5171	3273	476	3320	1634	1175	1164	1164	729	401
Kle <sup>10</sup>	7739	7753	4303	1520	6642	6110	2500	2413	2412	1371	836
p <sup>11</sup>	146648	147628	80432	17987	126533	119396	70054	68780	68147	20794	12861

<sup>1</sup>Korsningar med minst 74 % Kdh, Kjf, Ko, Ks, Ksu, Kt, Lf, Lr, X, L eller K., <sup>2</sup>Dorset, <sup>3</sup>Jämtlandsfår, <sup>4</sup>Oxford Down, <sup>5</sup>Shropshire, <sup>6</sup>Suffolk, <sup>7</sup>Texel, <sup>8</sup>Finull, <sup>9</sup>Rya, <sup>10</sup>Leicester, <sup>11</sup>Gotland

**Tabell 5.** Fenotypmedeltal för avelsvärderade egenskaper i respektive basgrupp

	Fvikt (kg)	Tvxt 60 (kg)	Tvxt Mön (kg)	Krp Mön (poäng)	Tvxt Slakt (g)	Krp Slakt (poäng)	Fett Slakt (poäng)	Kull 1a (antal)	Kull 2+ (antal)
Korsn. <sup>1</sup>	4,3	298	252	8,0	88	8,3	6,8	1,5	1,9
Kdh <sup>2</sup>	4,6	305	282	9,5	91	8,9	7,6	1,4	1,8
Kjf <sup>3</sup>	4,1	259	224	6,7	62	5,9	6,7	1,5	2,0
Ko <sup>4</sup>	4,5	326	266	9,4	81	8,0	7,5	1,2	1,7
Ks <sup>5</sup>	4,2	269	249	-	-	-	-	1,2	1,4
Ksu <sup>6</sup>	5,0	344	297	9,6	88	9,0	7,1	1,4	1,7
Kt <sup>7</sup>	4,7	314	285	10,9	98	10,7	6,4	1,2	1,6
Lf <sup>8</sup>	3,5	275	231	6,1	77	7,0	6,5	1,8	2,4
Lr <sup>9</sup>	3,7	237	205	4,9	54	5,9	5,7	1,6	2,1
Kle <sup>10</sup>	4,7	294	257	6,6	75	6,7	6,8	1,3	1,7
p <sup>11</sup>	4,2	279	245	6,3	73	6,6	5,9	1,4	1,9

<sup>1</sup>Korsningar med minst 74 % Kdh, Kjf, Ko, Ks, Ksu, Kt, Lf, Lr, X, L eller K., <sup>2</sup>Dorset, <sup>3</sup>Jämtlandsfår, <sup>4</sup>Oxford Down, <sup>5</sup>Shropshire, <sup>6</sup>Suffolk, <sup>7</sup>Texel, <sup>8</sup>Finull, <sup>9</sup>Rya, <sup>10</sup>Leicester, <sup>11</sup>Gotland

## Test i verkliga besättningar

Som en del av projektet fick några referensgårdar med långsiktig avel med korsningsdjur göra en bedömning av om 1) rangeringen av djur verkar rimlig 2) avelsvärdenas nivå i förhållande till populationen verkar rimlig samt 3) om de kommer ha någon nytta av dessa avelsvärden i sitt livdjursurval.

Referensgårdarna såg att rasandelarna betydde mycket för djurens rangering, där exempelvis en hög andel finull i tackorna generellt gav höga avelsvärden för Kull 1a och Kull 2+, något som stämmer väl överens med de framräknade raseffekterna redovisade i figur 1 och 2. Likaså betydde rasandelarna mycket för slaktkroppsegenskaperna, där djur med hög andel texel fick höga avelsvärden för Krp Mön och Krp Slakt. Effekten av ras beror på att raserna har mycket olika egenskaper. Avelsvärderingen värderar varje djur efter sin härkomst och rasandelarna beskriver skillnaderna mellan raserna ganska väl.

Genomgången av avelsvärden från en besättning (främst rasgrupp 2a, tabell 1) visar att det kan vara svårt att förstå hur vissa avelsvärden uppkommer. Specifikt gällande avelsvärden för fruktsamhet visades det att i praktiken kan man med ypperligt management nå så högt som 2,3 avvanda lamm med djur som i genomsnitt hade avelsvärden under 100 för Kull 1a och Kull 2+.

I en annan besättning (främst rasgrupp 1, tabell 1) stämde bland annat avelsvärdena för Krp Mön och Krp Slakt väl överens med fenotypiska resultat jämfört med medel i basgruppen.

Projektet ser, efter kontakt med referensgårdar som bedriver avel med korsningsdjur en stor nytta av de framräknade avelsvärdena för rangering av djur inom besättning och därför ett stort behov av en snar implementering. Därtill behövs en utbildningsstruktur för såväl nuvarande som nya fårägare.

## Slutsatser och förslag

Avelsvärden för korsningsfår har beräknats och validerats både teoretiskt och praktiskt. Befintlig struktur för insamling av registreringar av aktuella egenskaper samt för beräkning av avelsvärden kan användas för att inkludera denna avelsvärdering i rutinavelsvärderingen.

Vilka grupper av korsningsdjur som ska få avelsvärdena presenterade och publicerade föreslås Svenska Fåravelsförbundets (SF) styrelse besluta om. SF föreslås då ta hänsyn till behovet av långsiktiga avelsinstrument inom respektive rasgrupper. Projektet ser störst nytta för de fårägare vars korsningsdjur används i en strävan efter genetiska framsteg *inom* sin besättning.

Så småningom behövs ett eller flera samlande index för att det praktiska avelsarbetet baserat på avelsvärderade egenskaper ska kunna bli effektivt, både inom renrasaveln och inom korsningsaveln. Ett förslag är att göra flera sammansatta avelsvärden (delindex). Med inspiration från andra djurslag och från fåravel på exempelvis Irland föreslås att man börjar med två typer av delindex; *i*) ett eller flera delindex för att välja ut avelsdjur för framtiden inom ras (rasgrupp) och *ii*) ett eller flera delindex för att välja baggar som skall användas för produktion av slaktlamm. En utveckling kan vara att Elitlamm ger besättningsägaren möjlighet att själv påverka indexens viktning av de ingående egenskaperna.

Även utveckling av avelsvärden för egenskaper som lamningsförmåga, vuxenvikt och hållbarhet bedömer vi skulle göra avelsurvalet mer effektivt och skulle bidra till att ge användbara index inom både renras- och korsningsavel. Egenskaper där data redan finns tillgänglig bör prioriteras.

Valet av bagge i den enskilda besättningen kan vara svårt att göra. Man bör sträva efter att utveckla en parningsguide som visar både parningens avelsvärdeseffekt och korsningseffekt. Den senare är betydelsefull vid produktion av slaktlamm. Resultaten från detta projekt visar att heterosiseffekterna skulle kunna utnyttjas betydligt bättre och ge ett större mervärde i produktionsbesättningarna än idag.

## Referenser

Elitlamm, 2017. Elitlamm Avel 2016 - *Årsstatistik för besättningar och djur registrerade i Elitlamm under år 2016*. 2017-10-10  
<https://www.elitlamm.com/common/images/ArsstatistikElitlammAvel2016.pdf>

Johansson K., Kennedy B. W. och Quinton M. 1993. Prediction of breeding values and dominance effects from mixed models with approximations of the dominance relationship matrix *Livestock Production Science*, 34 (1993) 213-223

Madsen P. och Jensen J. 2013. A user's guide to DMU. A package for analysing multivariate mixed models. Version 6. Release 5.2, Tjele Denmark.

Van der Werf, J. H. J., Meuwissen, T. H. E. och De Jong, G. 1994. Effects of correction for heterogeneity of variance on bias and accuracy of breeding value estimation for Dutch dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 77.10 (1994): 3174-3184.