



Genetisk analys av livslängd för gotlandsfår

Andrea Hilding

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens biovetenskaper
Agronomprogrammet - Husdjur
Uppsala 2025



Genetisk analys av livslängd för gotlandsfår

Genetic analysis of longevity in Gotland sheep

Andrea Hilding

Handledare:	Lotta Rydhmer, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
Examinator:	Susanne Eriksson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i husdjursvetenskap – A2E
Kurskod:	EX0872
Program/utbildning:	Agronomprogrammet – Husdjur
Kursansvarig inst.:	Institutionen för husdjurens biovetenskaper
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2025
Nyckelord:	Får, gotlandsfår, tacka, avel, genetisk analys, arvbarhet, livslängd.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens biovetenskaper

Sammanfattning

Avelsvärdering av renrasiga svenska gotlandsfår görs två gånger per år, och utförs av Växa. Egenskaper för avelsvärderingen registreras i Elitlamm. Livslängd är en egenskap som är av intresse att ta med i avelsvärderingen. I avelsvärderingen av mjölkkor ingår livslängd och ett flertal studier har visat att inkludering av egenskapen kan öka lönsamheten i produktionen. Ett projekt om att uppdatera avelsvärderingen och undersöka möjligheten att använda befintliga data till nya avelsvärden för får pågår.

Syftet med examensarbetet var att undersöka hur egenskapen livslängd kan definieras genom att skatta arvbarhet, genetiska korrelationer till andra egenskaper och skatta en genetisk trend. Data från avelsvärderingen under perioden år 1980 till 2024 erhöles från Växa. För livslängdegenskapen sista kullnummer användes registreringar för tackor födda år 2000 – 2011, och antalet djur inkluderade varierade beroende på modell och analys. För den ena analysen av livslängd (sista kullnummer) inkluderades endast tackor inom tidsperioden som lammade regelbundet och för den andra analysen inkluderades alla tackor som lammade inom tidsperioden. Livslängdegenskapen överlevnad, dvs fått två eller fler kullar eller inte respektive fått tre eller fler kullar eller inte innehöll registreringar för tackor födda år 2000 – 2022 respektive år 2000 – 2021. Korrelationer mellan sista kullnummer och kullstorlek respektive sista kullnummer och medelfödelsevikt analyserades.

Den skattade arvbarheten för sista kullnummer varierade mellan 0,13 och 0,15 för tackor som lammade regelbundet och 0,14 och 0,16 för alla tackor. Arvbarheten för kullstorlek i första kullen skattades till 0,10 och för medelfödelsevikt i första kull skattades arvbarheten till 0,22. Den genetiska korrelationen mellan egenskaperna sista kullnummer och kullstorlek skattades till -0,31. Mellan sista kullnummer och medelfödelsevikt skattades den genetiska korrelationen till -0,12. De fenotypiska korrelationerna mellan egenskaperna var också negativa i båda analyserna. Miljömässig korrelation var signifikant skild från noll för båda korrelationsskattningarna. Arvbarheten för överlevnad, antingen fått två eller fler kullar eller inte, skattades till 0,17. För antingen fått tre eller fler kullar eller inte blev den skattade arvbarheten 0,11. Dessa arvbarheter korrigerades enligt Dempster & Lerner (1950) och ökade då till 0,38 (fått två eller fler kullar eller inte) och 0,19 (fått tre kullar eller fler eller inte).

Data som finns tillgänglig kan användas för avelsvärden för livslängd hos gotlandsfårstackor. Det finns negativa och ogynnsamma korrelationer mellan både sista kullnummer och kullstorlek i tackans första kull och sista kullnummer och medelfödelsevikt i tackans första kull. För egenskapen överlevnad (två eller fler kullar) som har en medelhög arvbarhet efter korrigering finns det möjlighet att selektera tackor med säkra avelsvärden tidigare än för egenskapen sista kullnummer.

Nyckelord: Får, gotlandsfår, tacka, avel, genetisk analys, arvbarhet, livslängd

Abstract

The genetic evaluation for pure-bred Swedish Gotland sheep is done by Växa twice per year. Traits for the genetic evaluation are recorded in Elitlamm. Longevity is a trait of interest to include in the genetic evaluation. Longevity is included in the genetic evaluation for dairy cattle and inclusion of longevity has been shown increase profitability in several studies. A project about updating the genetic evaluation and investigating the possibility to use existing data for new breeding values for sheep is ongoing.

The aim of this master thesis project was to investigate how the longevity trait can be defined by estimating heritability, genetic correlations to other traits and to estimate a genetic trend. Data from the genetic evaluation during the period 1980 – 2024 was obtained from Växa. For the longevity-trait last achieved number of litters, records for ewes born between year 2000 and 2011 were used, and number of included ewes differed dependent on what model and analysis were used. For one of the analyses of longevity (last achieved number of litters) only ewes that had lambed regularly within the time-period were included. For the other analysis of last litter, all ewes that had lambed during the time-period were included. The longevity trait survival (had two or more litters or not, had three or more litters or not, respectively) contained records of ewes born year 2000 – 2022 and year 2000 – 2021. Correlations between last achieved number of litters and litter size and between last achieved number litters and mean birth weight were analysed.

The estimated heritability for last achieved number of litters, for ewes having lambed regularly, varied between 0.13 and 0.15 and for all ewes, the heritability for the same trait varied between 0.14 and 0.16. The heritability for litter size in the first litter was estimated to 0.10 and for the trait mean birth weight in the first litter, the heritability was estimated to 0.22. The genetic correlation between last achieved number of litters and litter size was estimated to -0.31. The traits last achieved number of litters and mean birth weight had estimated genetic correlation of -0.12. The phenotypical correlations between both pair of traits were also negative. Environmental correlation was significantly different from zero for both correlation estimates. Heritability for survival, had two or more litters or not, was estimated to 0.17. The heritability of the other survival trait, had three or more litters or not, was estimated to 0.11. The heritabilities of both earlier mentioned survival traits were adjusted according to Dempster & Lerner (1950) and increased to 0.38 (two or more litters or not) and 0.19 (three or more litters or not).

Existing data can be used to estimate breeding values of longevity in Gotland sheep ewes. There are negative correlations between both last achieved number of litters and litter size in the ewes first litter, and between last achieved number of litters and mean birth weight in the ewes first litter. For the survival trait two or more litters, there is a possibility to select ewes with reliable breeding values earlier than for the trait last achieved number of litters.

Keywords: sheep, Gotland sheep, ewe, breeding, genetic analysis, heritability, longevity

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
1. Inledning	8
2. Litteraturgenomgång	9
2.1 Bakgrund till avelsvärdering av gotlandsfår	9
2.2 Livslängdsegenskaper i avelsvärderingar	10
2.3 Definitioner av livslängdsegenskapen	11
2.4 Genetiska korrelationer mellan livslängd och andra egenskaper	12
2.5 Arvbarheten för livslängdsegenskapen	13
3. Material och metoder	14
3.1 Dataredigering	14
4. Resultat	22
4.1 Beskrivande statistik	22
4.2 Genetisk analys	26
5. Diskussion	28
5.1 Editering av data	28
5.2 Arvbarhet	30
5.3 Genomisk selektion	31
5.4 Korrelationer och genetisk trend	32
5.5 Att införa avelsvärden för livslängd	33
6. Slutsats	34
Referenser	35
Populärvetenskaplig sammanfattning	38
Tack	39

Tabellförteckning

Tabell 1. Arvbarheter för olika livslängdsegenskaper hos kor och får	13
Tabell 2. Gränser för tackans förväntade ålder vid olika kullnummer	16
Tabell 3. Datamaterial för genetiska analyser	19
Tabell 4. Medeltal för fenotypiska egenskaper	24
Tabell 5. Arvbarhet och standardfel (SE) för livslängdsegenskapen sista kullnummer för tackor av rasen gotlandsfår som uppfyllde tidsgränserna i tabell 2	26
Tabell 6. Arvbarhet och standardfel (SE) för livslängdsegenskapen sista kullnummer för tackor av rasen gotlandsfår som inte begränsades enligt tabell 2	26
Tabell 7. Arvbarhet och standardfel (SE) för egenskapen kullstorlek och medelfödelsevikt i första kullen hos tackor som inte begränsades enligt tabell 2	26
Tabell 8. Fenotypisk, miljömässig och genetisk korrelation (med medelfel, SE) mellan egenskaperna sista kullnummer och kullstorlek respektive medelfödelsevikt i första kullen	27
Tabell 9. Arvbarhet (med medelfel, SE) för egenskapen antingen fått en kull eller fått minst två kullar, och egenskapen fått en eller två kullar eller fått minst tre kullar, och korrigerad arvbarhet enligt Dempster & Lerner (1950)	27

1. Inledning

Gotlandsfåret är en svensk fårras som härstammar från det gotländska utegångsfåret (Hallander, 1989). Utegångsfåret, vilket var en svensk lantras, selekterades för de pälseegenskaper som idag är utmärkande för gotlandsfår och andra får av pälsras (Hallander, 1989). I dagens avelsplan för svenska gotlandsfår nämns att fåret ska vara väl anpassat till att klara sig på mindre produktiva betesmarker och ändå producera cirka 2 lamm per tacka och år (Svenska fåravelsförbundet 2023). Enligt Svenska fåravelsförbundet (2023) fanns det år 2023 ungefär 1 100 baggar och 16 000 tackor av rasen gotlandsfår och sammanlagt cirka 600 besättningar som är stambokförda (Svenska fåravelsförbundet 2023). År 2023 fanns det totalt 263 989 baggar och tackor i Sverige (Sveriges jordbruksverk 2024).

Renrasiga får avelsvärderas två gånger per år, i juni och i augusti. BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) animal model används för avelsvärdering (Svenska fåravelsförbundet 2023). Registreringen av egenskaper sker i Elitlamm och Växa avelsvärderar. Under avelsvärderingen används registreringar av egenskaper relaterade till avelsmålen inom avelsprogrammet och individens släktskap till släktingar. De egenskaper som idag ingår i avelsvärderingen för gotlandsfår är följande: födelsevikt, tillväxt, kullstorlek, formklass vid mönstring, pälseegenskaper samt formklass och fettgrupp vid slakt. Egenskaper relaterade till pälskvalitet såsom färgnyans, färgpoäng, lockstorlek, lockpoäng, pälshårskvalitet och helhet är till viss del unika för gotlandsfår.

En egenskap som idag inte finns med i avelsvärderingen men som skulle vara av intresse är tackans livslängd. Denna egenskap skulle kunna visa hur hållbar tackan är och vilken möjlighet hon har att nedärva egenskaper som är kopplade till livslängd till sin avkomma. En ekonomisk fördel med att ha avelsvärden för livslängd och med det även hållbarhet kan vara att fler djur kan producera längre. Växa genomför i samarbete med Svenska Fåravelsförbundet ett projekt finansierat av branschutvecklingspengen 2024 med syfte att uppdatera avelsvärderingen och undersöka om data som redan finns tillgängligt kan användas för nya avelsvärden i framtiden (Lindberg 2024).

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur en ny målegenskap i avelsvärderingen för gotlandsfår ("livslängd") kan definieras genom att skatta arvbarhet, genetiska korrelationer till andra egenskaper och skatta en genetisk trend för livslängdsegenskaper.

2. Litteraturgenomgång

2.1 Bakgrund till avelsvärdering av gotlandsfår

För att ett får ska få ett säkrare avelsvärde bör så kallad mönstring av djuret utföras. Mönstring av lamm innebär att en utbildad mönstrare kommer till gården och bedömer alla djur som ska mönstras utifrån specifika kriterier (Gotlandsfårsföreningen et al. 2022). Djuren vägs även under mönstring. För pälsraser som gotlandsfår finns kriterier kopplade till pälsegenskaper, till skillnad från exempelvis kötraser. Mönstring av lamm bör ske vid en ålder av cirka 110 dagar. Avelsvärdena blir mer exakta och tillförlitliga om alla lamm som föds i besättningen mönstras varje år. Att endast mönstra de bästa lammen minskar säkerheten i deras avelsvärden, jämfört med om alla lamm från besättningen mönstras. Att säkerheten minskar beror på att avelsvärderingen i så fall inte grundas på hela den genetiska variationen som finns i populationen, utan endast de som blir möntrade. Gotlandsfårsföreningen, Svenska Leicesterfårsföreningen och Svenska Fåravelsförbundet uppmanar uppfödare att mönstra sina lamm eftersom det är en viktig hjälp i hur man ska arbeta framåt med sina egna och rasens avelsmål (Gotlandsfårsföreningen et al. 2022).

I inledningen nämns de olika egenskaper som ingår i avelsvärderingen. Avelsvärden för gotlandsfår på maternell nivå skattas för födelsevikt, 60-dagarsvikt, mönstringsvikt och kullstorlek (antal levande födda lamm). Kullstorlek ger avelsvärden för fruktsamhet i form av tackans genetiska anlag att få levande födda i första kullen och genetiska anlag att få flera levande födda i andra och senare kullar (Svenska Fåravelsförbundet 2012). Avelsvärdet för fruktsamhet utifrån kullstorlek delas upp i avelsvärde för kullstorlek i första kullen och avelsvärde för kullstorlek i andra eller senare kullar. Avelsvärden på lammnivå för lammets prestation är födelsevikt, 60-dagarsvikt, mönstringsvikt, formklass mönstring, pälsegenskaper och slaktegenskaper. Det finns alltså i nuläget ingen egenskap för livslängd eller överlevnad för lamm eller tackor.

Riksbedömning av bagglamm som verkat lovande ur avelsperspektiv under mönstring, är något som fårproducenter kan välja att anmäla sina bagglamm till. Under riksbedömning sker en mer ingående undersökning av riksdomare som ger poäng utifrån hur bra lammets exteriör, fett och muskeldjup, benställning och rasspecifika egenskaper är (Svenska Fåravelsförbundet 2018). De baggar som riksbedömts kan sedan säljas vid baggauctioner och de med bäst resultat kan säljas för högre summor. Dessa registreringar av egenskaper används inte till avelsvärdering.

2.2 Livslängdsegenskaper i avelsvärderingar

Inom dikoaveln är livslängd en ekonomiskt viktig egenskap, eftersom den möjliggör selektion av djur som har ett längre produktivt liv (Forabosco et al. 2006). Forabosco et al. (2006) undersökte olika strategier för att förbättra livslängdsegenskaper hos den italienska kötttrasen chianina. Under tidsperioden artikeln skrevs (2006) användes inte livslängd som en egenskap att selektera för inom chianina, vilket enligt författarna minskar livslängden hos djuren. I den alternativa avelstrategin togs livslängd med som en egenskap från kons egen prestation och härstamningsinformation från hennes släktingar till skillnad från de andra egenskaperna som mäts utifrån tjurarnas prestation. Ekonomiska och empiriska vikter användes för att utvärdera resultatet av de olika avelsstrategierna. De empiriska vikter som ingick beräknades utifrån vad den avelsansvarige uppfattade som viktiga egenskaper att avla på.

Resultaten från studien indikerade att de avelsmål som inte innehöll livslängd skulle leda till att livslängden och lönsamheten minskade. Om livslängd inkluderades i avelsmålet skulle det genetiska framsteget i både livslängd och muskelansättning öka (Forabosco et al. 2006).

Livslängdsegenskaper ingår idag inte i avelsvärderingen för köttkoraser inom Norden (Nordisk Avlsværði Vurdering, NAV). Larracharte et al. (2021) har dock undersökt fertilitet- och livslängdsegenskaper hos rasen aberdeen angus, vilken ingår i NAVs avelsvärdering. Livslängd definierades som två egenskaper, produktiv livslängd och vara kvar i produktion vid fem års ålder eller inte (ja/nej). Arvbarheten för livslängd skattades till 0,08 för produktivt liv och 0,11 för vara kvar i produktion vid fem års ålder (Larracharte et al. 2021).

Livslängd ingår som egenskap i Nordic Total Merit index (NTM) för mjölkkor och det kallas inom NTM för överlevandetal eller överlevnad hos kon (NAV 2025). För detta mäts antal dagar från första kalvning till slutet av tredje laktationen. Endast laktationer som är fullföljda i samma besättning som kon hade sin första kalvning tas med vid dataredigeringen (NAV 2024). I samma analys som används för avelsvärdering av livslängd ingår registreringar för andra indikatoregenskaper. Dessa indikatoregenskaper är exempelvis antal dagar från första kalvning till slutet av första och andra laktation (NAV 2024). Endast de kor som haft möjlighet att uppnå ett givet kalvningsnummer inkluderas i analysen. Exempelvis får bara kor som det har gått minst fem år sedan första kalvningen vara med i egenskapen första kalvning till slutet av femte laktation (NAV 2024). Varje ko får maximalt ett år på sig att slutföra respektive laktation (NAV 2024).

Enligt McLaren et al. (2020) används livslängd för avelsvärderingen av får i några nationella avelsindex och finns med i egenskaper som ger avelsvärden i

exempelvis Nya Zeeland och Irland. Dessa länder använder registreringar från individprovning av djur. McLaren nämner även att avelsvärden för tackors livslängd generellt inte finns i andra länder. I Sverige ingår inte livslängd i avelsprogrammet för någon svensk fårras, enligt de avelsprogram som finns tillgängliga hos Svenska Fåravelsförbundet.

2.3 Definitioner av livslängdsegenskapen

Något som nämns i avelsplanen för gotlandsfår är att rasens utveckling ska ha som syfte att bidra till mer hållbara djur (Svenska Fåravelsförbundet 2023) vilket skulle kunna implicera fler djur som stannar i produktion och då har en längre livslängd. För mäta och selektera för livslängd behövs definitioner för att kunna skapa ett urval med djur som har ”kortare” eller ”längre” livslängd. Till att börja med är en enkel definition av livslängd den som används för sällskapsdjur, alltså dagar eller år djuret uppnått vid sitt livs slut.

Enligt McLaren et al. (2020) är produktivt liv en vanlig definition av livslängd som används i litteraturen inom ämnet. Produktivt liv är den tid då tackan har varit kvar i produktionen. Produktivt liv kan dock definieras på olika sätt, eftersom start och slut på det produktiva livet kan skilja sig åt mellan olika artiklar och metoder. Det kan mätas som tiden från att djuret är könsmoget, fått sin första kull eller annan produktionsbunden egenskap till att djuret får sin sista kull eller när avkomman från sista kullen är avvand. McLaren et al. (2020) nämner även att en möjlig definition av livslängdsegenskapen kan vara tackans ålder vid hennes senast inrapporterade lamning. Detta skulle möjliggöra jämförelse av olika försök med olika förutsättningar, dock är definitionen generell och tar inte hänsyn till de faktiska skälen till att tackan lämnar flocken, som ofrivillig eller frivillig utslagning (McLaren et al. 2020).

Ett sätt att mäta livslängdsegenskapen som Strandberg och Sölkner (1996) nämner i en artikel om avel för att öka livslängden och överlevnaden hos mjölkkor är att utifrån en given tidpunkt eller händelse i djurets produktiva liv och registrera om djuret fortfarande är i livet då, som en antingen/eller-egenskap. Den givna tidpunkten eller händelsen kan exempelvis vara början på andra laktationen eller en viss tid efter första kalvningen.

Roughsedge et al. (2005) definierade livslängd i en artikel om genetiska parametrar för ett maternellt avelsmål inom dikoproduktionen som det högsta kalvningsantalet kon hann uppnå före slakt. Att definiera livslängdsegenskapen på detta sätt innebär att den data som kan användas måste inkludera tillräckligt lång tid för att alla djur ska hinna uppnå det kalvningsantal som de maximalt kan få i livet. För att vara säker på det kan endast information före en given gräns för arten

eller rasen användas. Man måste alltså ”backa” i materialet som finns eftersom de yngre djuren inte fått chansen att visa hur många kalvningar de kan uppnå.

Det skulle även gå att använda så kallad survival analysis (överlevnadsanalys) för att få med censurerad data. Censurerad data är livslängd för de djur som inte fått möjlighet att uttrycka sin förmåga inom tidsramen. I en överlevnadsanalys bestäms tidpunkter som kan innebära risk för till exempel kons hälsa och i det, kons livslängd (Beaudeau et al. 1995). Under dessa tidpunkter observeras om kon fortfarande är vid liv och har förmågan att undvika utslagning längre än andra. Sedan räknas sannolikheten för att kon överlever de olika tidpunkterna i dess liv ut, och även de som inte har uppnått sitt högsta möjliga kalvningsantal kan ingå i analysen eftersom det finns riskfyllda tidpunkter även tidigt i livet (Beaudeau et al. 1995).

2.4 Genetiska korrelationer mellan livslängd och andra egenskaper

Om livslängd är genetiskt korrelerat till andra egenskaper som selekteras för kan det påverka livslängden positivt eller negativt, beroende på om det finns ett positivt eller negativt samband mellan egenskaperna. Zishiri et al. (2013) skattade genetiska korrelationer mellan livslängdsegenskaper och produktions- och fertilitetsegenskaper hos får av rasen dorper. Mellan livslängd (antal lamningar per tackans livstid) och kullstorlek fanns enligt Zishiri et al. (2013) en genetisk korrelation som skattades till $0,05 \pm 0,12$.

För en annan livslängdsegenskap, överlevnad till fyra års ålder, skattades korrelationen mellan den och kullstorlek till -0.19 ± 0.19 . En annan korrelation som Borg et al. (2009b) skattade var den genetiska korrelationen mellan egenskapen överlevnad till fem års ålder om tackan lammade föregående år och lammets födelsevikt. Denna genetiska korrelation skattades till $-0,07$ av Borg et al. (2009b).

2.5 Arvbarheten för livslängdsegenskapen

I tabell 1 presenteras olika skattade arvbarheter för livslängd hos ko (*Bos taurus*) och får (*Ovis aries*).

Tabell 1. Arvbarheter för olika livslängdsegenskaper hos kor och får

Art	Ras	Egenskap	Antal djur	Modell	Arvbarhet (h ²)	Referens
Ko	Mjölkras, holstein-friesian	Överlevnad till en viss laktation	-	Överlevnadsanalys	0,025	Visscher et al. 1994
Ko	Holstein (i Tjeckien)	Produktivt liv – funktionell överlevnad	230 028	Överlevnadsanalys	0,041	Páchová et al. 2005
Får	Sydafrikansk dorper	Stannat kvar i produktionen vid en viss tidpunkt	42 831	Linjär mixad djurmodell för en egenskap	0,05±0,02 0,09±0,03 0,11±0,04	Zishiri et al. 2013
Får	Korsningar, större andel romney	Produktivt liv – antal produktiva år	35 688	Djurmodell, en egenskap	0,13±0,02	Lee et al. 2015
Får	Valle de belice	Produktivt liv	2 190	Överlevnadsanalys	0,11	Riggio et al. 2009

3. Material och metoder

En litteratursökning gjordes för att hitta lämpliga referenser. Sökorden som användes vid sökningen var följande; longevity, breeding, sheep, genetic parameter, breeding goal, stayability, survival. Sökfraser som användes var följande; sheep AND longevity OR stayability AND genetic parameter* AND ewe, "breeding goal" AND longevity AND beef cattle OR sheep, breeding AND longevity OR survival AND sheep OR beef cattle.

Data som har använts kommer från Svenska Fåravelsförbundets databas och har tagits fram av Växa och har använts i avelsvärderingen av gotlandsfår år 2024. Ett avtal om att få använda material från Svenska Fåravelsförbundets databas med uppgifter som Växa tagit fram finns. Information om får som avelsvärderats sedan 1980-talet till 2024 finns med i datafilen som jag fick från Växa (Eriksson¹ 2025). I originalfilen som Växa tog fram ur databasen, fanns registreringar för 906 602 födda lamm, med en rad för varje lamm. Informationen som fanns i denna rad var bland annat antal lamm i födelsekullen och födelsedatum. Även den härstamningsfil som jag använt för skattning av genetiska parametrar har Växa tagit fram (Eriksson¹ 2025).

Dataeditering och beräkning av medeltal och frekvenser gjordes med hjälp av SAS® (Statistical Analysis System) programvara, version 9.4 (SAS Institute Inc, 2012). DMU programpaket, version 6 användes för att skatta genetiska parametrar (Madsen & Jensen, 2013).

3.1 Dataredigering

Registrerad vikt på lamm med en födelsevikt under 1 kg eller med en födelsevikt över 8 kg ersattes med punkt. Tackor som inte var renrasiga gotlandsfår ströks. Efter att dessa begränsningar genomförts fanns det registreringar för 900 877 lamm.

För att få information om tackan sorterades data på tackans id och kullnummer så att alla lamm i samma kull samlades under tacka och kull. Sedan beräknades medelfödelsevikt i kullen (födelsevikt saknades för 583 346 lamm). Därefter sparades den första raden i varje kull, alltså ett lamm per kull.

Det fanns 413 721 syskon som togs bort. Det nya datasetet innehöll 487 156 observationer med en rad per tacka och kull. Tackor som saknade registreringar

¹ Jan-Åke Eriksson, konsult, Växa. E-post 24 januari 2025.

på eget födelsedatum ströks och tackor som lammade för första gången år 2024 ströks, vilket gjorde att 48 756 stycken försvann.

Besättningar med färre än 20 kullar totalt ströks. Det fanns 1856 besättningar före och 1216 besättningar efter att de med färre än 20 kullar totalt strukits. Av tackor med födelseår mellan 1981 och 2023 (108 627 stycken) hade 9 089 (7,7%) bytt besättning en eller flera gånger. De 4 665 tackor som tillhörde besättningar med färre än 20 kullar totalt ströks. Efter detta fanns det kvar 433 726 registreringar på tackor.

Tackor som hade registreringar på kullnummer över 13 togs bort (totalt 5 observationer). Tackor som hade födelseår före 2000 ströks, det fanns 349 999 observationer kvar efter denna begränsning. De tackor som saknade registreringar på antal levande födda lamm eller antal dödfödda lamm ströks eftersom deras kullstorlek bedömdes som osäker, det fanns 343 155 observationer kvar efter det. Observationer som översteg 6 levande födda lamm respektive 5 dödfödda lamm ersattes med punkt men den totala kullstorleken (1 – 7) behölls.

Data sorterades sedan på tackans ID och den första respektive sista observation (kullen) som fanns med hennes ID sparades i två separata datafiler. Dessa två datafiler innehöll information om tackans id, id för kull, kullnummer, tackans födelsedatum, besättning tackan lammade sin första kull i, kullens födelsedatum, besättning vid lamning, antal levandefödda lamm i kullen, antal dödfödda lamm i kullen, antal födda lamm totalt i kullen och medelfödelsevikt i kullen. Sedan slogs datafilerna samman till ett nytt dataset som innehöll information om ovanstående variabler vid första och sista observationen. Det fanns 99 039 tackor med observationer från första och sista kull. För 18 335 av dem var första kull även sista.

En datafil med information om tackans näst sista registrerade kull skapades för att kunna studera effekten av kullstorlek på livslängd. Information från näst sista kull slogs samman med det tidigare skapade datasetet med information om första och sista observation (kull). Data om näst sista kull fanns för totalt 76 937 tackor. För tackor som endast hade en kull fanns bara poster om första kull, som även var samma som sista. Om tackor som fått två kullar fanns poster om första och sista kull och för tackor som fått tre eller fler kullar fanns poster om första, näst sista och sista kull.

Livslängdsegenskapen sista kullnummer

En av livslängdsegenskaperna som analyserades var sista kullnummer. Tackor som var födda efter 2011 togs bort eftersom censurerade data inte användes i modellen. Därefter återstod 48 862 tackor som hade registreringar på första, näst sista och sista kullnummer. Egenskapen sista kullnummer skattades både för alla tackor födda 2000 – 2011 och för tackor födda 2000 – 2011 som lammat varje år med start vid cirka ett års ålder. De tackor som inte lammade varje år enligt de tidsgränser som visas i tabell 2 märktes upp. Det fanns 45 842 tackor som hade en ålder vid lamning som passade in i de uppsatta gränserna.

I tabell 2 visas vilka registreringar som märktes upp eftersom de inte passade in i hur gammal en tacka som lammar varje år förväntas vara vid olika kullnummer.

Tabell 2. Gränser för tackans förväntade ålder vid olika kullnummer

Kullnummer	Lägsta ålder (år)	Högsta ålder (år)
1	0.7	2.4
2	1.7	3.4
3	2.7	4.4
4	3.7	5.4
5	4.7	6.4
6	5.7	7.4
7	6.7	8.4
8	7.7	9.4
9	8.7	10.4
10	9.7	11.4
11	10.7	12.4
12	11.7	13.4
13	12.7	14.4

Skattning av arvbarhet för tackor inom tidsgränser

De tackor som märkts upp enligt tabell 2 och inte uppfyllde begränsningarna togs bort och sedan ströks de tackor som inte hade registreringar på första kull, då fanns det 41 151 tackor kvar med registrering på första kull och fler kullar om de haft några fler registrerade.

För att förbereda en ny datafil att använda i DMU byttes alla observationer som saknades (= .) ut mot -9. Det förekom att registreringar saknades för totalt antal födda i näst sista kullen, medelfödelsevikt i första kullen, medelfödelsevikt i näst sista kullen och medelfödelsevikt i sista kullen.

De egenskaper som sparades för analys i DMU var följande; tackans ID, sista registreringen på tackans födelseår och månad, året tackan lammade sista gången och besättning, månad tackan lammade i, totalt antal födda i första kullen, totalt antal födda i näst sista kullen, totalt antal födda i sista kullen, kullnummer för tackans sista kull, medelfödelsevikt i första kullen, medelfödelsevikt i näst sista kullen och medelfödelsevikt i sista kullen.

Sammanfattningsvis fanns det i den första DMU-körningen endast med tackor som hade en ålder vid lamning som passade i de uppsatta förväntade åldersspannen, födda mellan 2000 och 2012, med registrering på första kull och upp till 13 kullar totalt.

Härstamningsfilen som användes i DMU hade registreringar för 937 388 får. Efter att djur som saknade både modern och faderns ID ströks fanns registreringar för 914 560 djur kvar. Av dessa hade 306 endast faderns ID och saknade moderns ID, och 3 692 djur hade endast moderns ID och saknade faderns ID.

För skattning av genetiska parametrar användes DMU.

Modeller för skattning av genetiska parametrar

Totalt användes nio olika modeller för den genetiska analysen

Sista kullnummer

Modell 1, $kullnrs = \mu + farman + besfar + fmon + djur + e$

Modell 2, $kullnrs = \mu + farman + besfar + fmon + anttotf + djur + e$

Modell 3, $kullnrs = \mu + farman + besfar + fmon + anttotns + djur + e$

Modell 4, $kullnrs = \mu + farman + besfar + fmon + anttots + djur + e$

Modell 5, $kullnrs = \mu + farman + besfar + fmon + anttotf + mfvikt + djur + e$
där

$kullnrs$ = sista registrerade kullnummer

$farman$ = kombinerad fix effekt av tackans födelseår och födelsemånad (90 klasser)

$besfar$ = kombinerad fix effekt av sista registreringen på besättning och sista registrerade år för lamning (5030 klasser)

$fmon$ = fix effekt av månad (febr, mars, april-maj, juni, juli, aug - jan) tackan lammade vid sista registreringen

$anttotf$ = fix effekt av kullstorlek i första registrerade kull (1, 2, 3, ≥ 4)

$anttotns$ = fix effekt av kullstorlek i näst sista registrerade kull (1, 2, 3, ≥ 4)

$anttots$ = fix effekt av kullstorlek i sista registrerade kull (1, 2, 3, ≥ 4)

$mfvikt$ = effekten medelfödelsevikt i första registrerade kull, regression

$djur$ = slumpmässig genetisk effekt av djur (tackan)

e = residual

Kullstorlek

Modell 6, anttotf = $\mu + \text{farman} + \text{besfar} + \text{fmon} + \text{djur} + e$
där

anttotf = kullstorlek i första kullen (totalt antal födda)
och övriga effekter är de samma som i modellerna ovan.

Medelfödelsevikt

Modell 7, mfvikt = $\mu + \text{farman} + \text{besfar} + \text{fmon} + \text{djur} + e$
där

mfvikt = medelfödelsevikt i första kullen
och övriga effekter är de samma som i modellerna ovan.

Överlevnad

Modell 8, kull2fler = $\mu + \text{farman} + \text{besfar} + \text{fmon} + \text{djur} + e$
där

kull2fler = 1 om tackan bara fått en kull
kull2fler = 2 om tackan fått minst två kullar
och övriga effekter är de samma som i modellerna ovan.

Modell 9, kull3fler = $\mu + \text{farman} + \text{besfar} + \text{fmon} + \text{djur} + e$
där

kull3fler = 1 om tackan fått en eller två kullar
kull3fler = 2 om tackan fått minst tre kullar
och övriga effekter är de samma som i modellerna ovan.

Korrelationer

Korrelationer mellan sista kullnummer och kullstorlek i första kull skattades med modell 1 och 6 i samma analys. Korrelationer mellan sista kullnummer och medelfödelsevikt i första kull skattades med modell 1 och 7 i samma analys.

Tabell 3. Datamaterial för genetiska analyser

Egenskap	Begränsningar för inkludering av tackor	Antal registreringar	Tackors födelseår	Modellnummer
Sista kullnummer	Registrering på första kull Lamning inom tidsgränser (tabell 2)	41 151	2000–2011	1 - 4
Sista kullnummer	Registrering på första kull	43 200	2000–2011	1 - 4
Sista kullnummer	Registrering på första kull Registrering på kullstorlek i näst sista kull Lamning inom tidsgränser (tabell 2)	33 566	2000 - 2011	3
Sista kullnummer	Registrering på första kull Registrering på kullstorlek i näst sista kull	35 534	2000 - 2011	3
Sista kullnummer	Registrering på första kull Registrering på kullstorlek i sista kull Lamning inom tidsgränser (tabell 2)	41 151	2000 - 2011	4
Sista kullnummer	Registrering på första kull Registrering på kullstorlek i sista kull	43 200	2000 - 2011	4
Sista kullnummer	Registrering på första kull inklusive medelfödelsevikt	15 265	2000 - 2011	5
Kullstorlek	Registrering på första kull	43 200	2000 - 2011	6
Medelfödelsevikt	Registrering på första kull Registrering på medelfödelsevikt i första kull	15 265	2000 - 2011	7
Överlevnad	Födelseår 2022 eller tidigare	96 853	2000 - 2022	8
Överlevnad	Födelseår 2021 eller tidigare	93 315	2000 - 2021	9

Skattning av arvbarhet för sista kullnummer

Arvbarheten för sista kullnummer skattades både för tackor som lammat regelbundet och för alla tackor som var födda år 2000 – 2011 och hade lammat någon gång under sitt liv.

I alla modeller för skattning av sista kullnummer fanns en kombinerad fix effekt av tackans födelseår och födelsemånad, en kombinerad fix effekt av tackans sista registrerade besättning och sista lamning och en fix effekt av månad tackan lammade i vid sista registreringen. Det fanns även en slumpmässig effekt av djuret (tackan) i modellerna. I modell 1 fanns inga fler effekter med, men i modell 2 ingick även effekten av kullstorlek i första kull. I modell 3 fanns effekten av kullstorlek i näst sista kull med och i modell 4 effekten av kullstorlek i sista kull. Modell 5 som innehöll samma effekter som modell 2 men med en regression för medelfödelsevikt i första kullen, och användes endast för alla tackor som lammat, inte för de tackor som lammat regelbundet.

Skattning av arvbarhet för kullstorlek i första kull

Skattningen av arvbarhet för kullstorlek i första kull gjordes för tackor födda år 2000 – 2011 som hade registreringar på första kull. Modellen som användes hade samma fixa och slumpmässiga effekter som modell 1.

Skattning av arvbarhet för medelfödelsevikt i första kull

Arvbarheten av medelfödelsevikt i första kullen skattades för tackor födda år 2000 – 2011 som hade registreringar på kullstorlek i första kull och medelfödelsevikt i första kull med. Samma fixa och slumpmässiga effekter som i modell 1 användes i modellen.

Skattning av arvbarhet för överlevnad

Arvbarheten för överlevnad (fått två eller fler kullar) skattades för tackor födda mellan år 2000 och 2022. I modellen fanns samma fixa och slumpmässiga effekter som i modell 1, 6 och 7, alltså inga effekter av kullstorlek. För egenskapen överlevnad (fått tre eller fler kullar) skattades arvbarheten för tackor födda år 2000 – 2021. Samma effekter som i modell 1, 6 och 7 fanns med i modellen.

Korrigerig av arvbarhet för överlevnad enligt Dempster & Lerner (1950)

För egenskapen överlevnad (fått två eller fler kullar) korrigerades arvbarheten genom att ett z-värde som motsvarade andelen tackor som fått två eller fler kullar togs ut från normalfördelningstabellen. Detta z-värde användes sedan till att räkna ut den korrigerade arvbarheten genom formeln;

$$h^2_{\text{korrigerad}} = h^2 * p (1-p) / z^2$$
, där p är andelen som inte fått två eller fler kullar och $1 - p$ är andelen som fått två eller fler kullar. h^2 är den skattade arvbarheten (fått två eller fler kullar).

Arvbarheten för överlevnad (fått tre eller fler kullar) korrigerades på samma sätt, men med p som andelen som inte fått tre eller fler kullar och $1 - p$ som andelen som fått tre eller fler kullar. h^2 är den skattade arvbarheten (fått tre eller fler kullar).

Skattning av genetisk trend för sista kullnummer

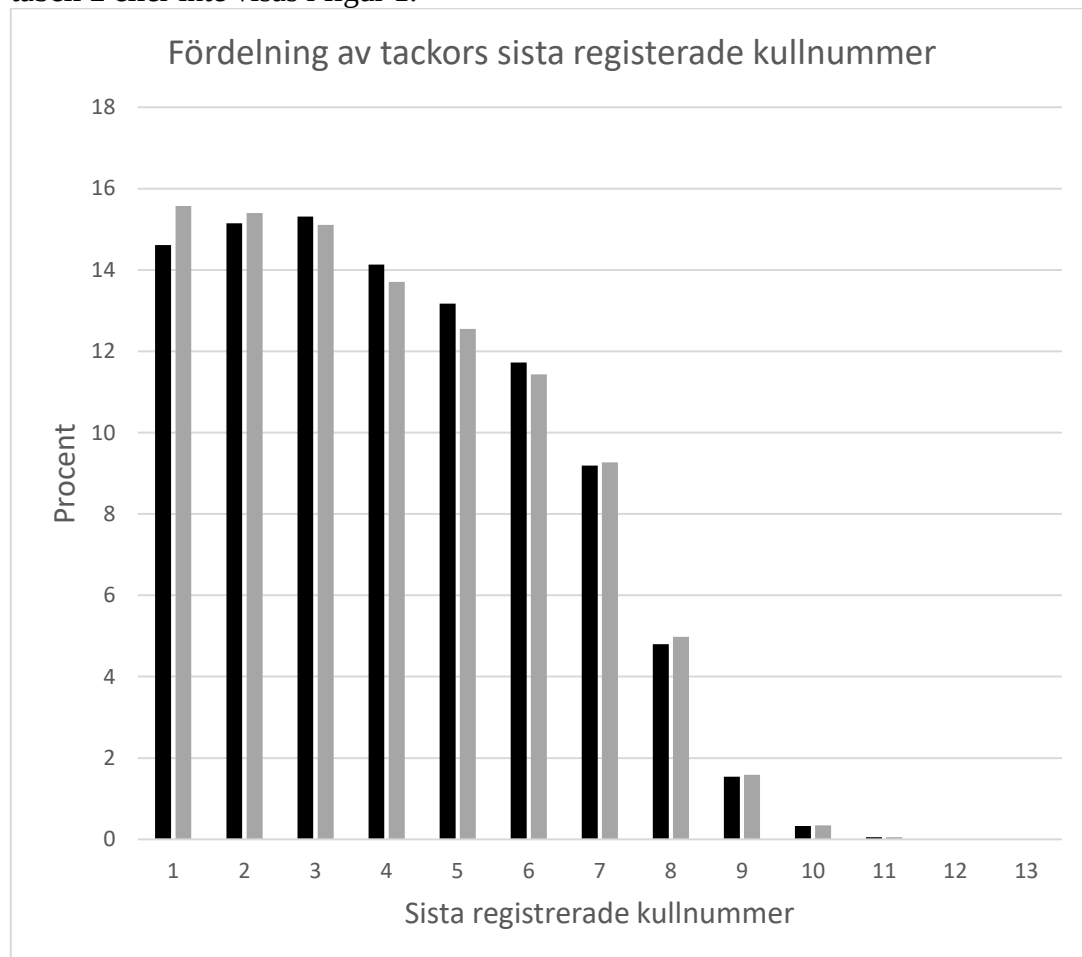
För skattningen av genetisk trend för egenskapen sista kullnummer användes resultat från modell 2, där effekten av kullstorlek i första kull fanns med i modellen. En datafil med avelsvärdena för sista kullnummer från resultatet av modell 2 slogs samman med datafilen med information om tackor födda år 2000 – 2011. Sedan beräknades medelvärdet av avelsvärden för sista kullnummer per tackans födelseår.

4. Resultat

4.1 Beskrivande statistik

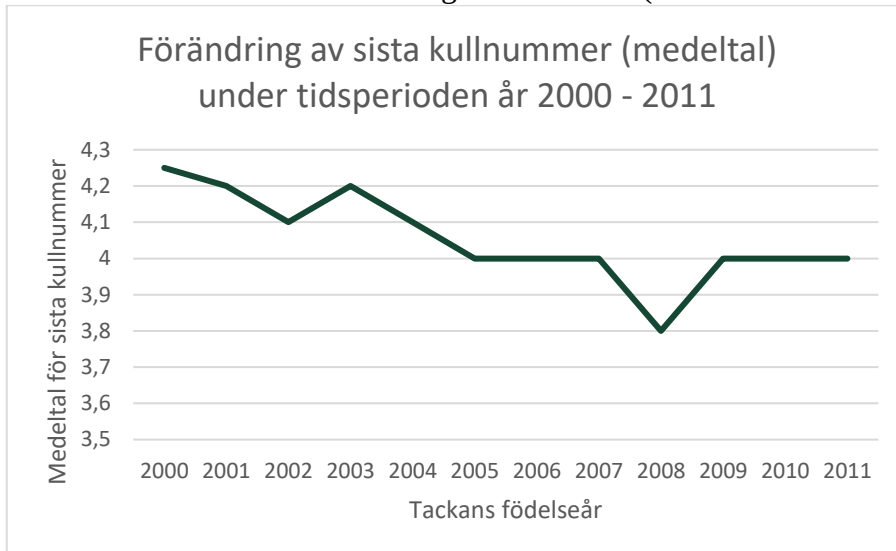
Det fanns 10 475 baggar som blev fäder till lammen i originaldatasetet med observationer för 906 602 lamm. 463 085 av lammen i datasetet var tacklamm (51%). Varje bagge fick i genomsnitt 45 tacklamm, och i genomsnitt 14 av dessa tacklamm blev mödrar. Cirka 31% av tacklammen blev mödrar.

Antalet tackor som ingår i analysen skiljer sig åt utifrån begränsningarna i tabell 2 för förväntad ålder vid olika kullnummer jämfört med de som inte passar in i begränsningarna. Fördelningen av tackor som antingen följer begränsningarna i tabell 2 eller inte visas i figur 1.



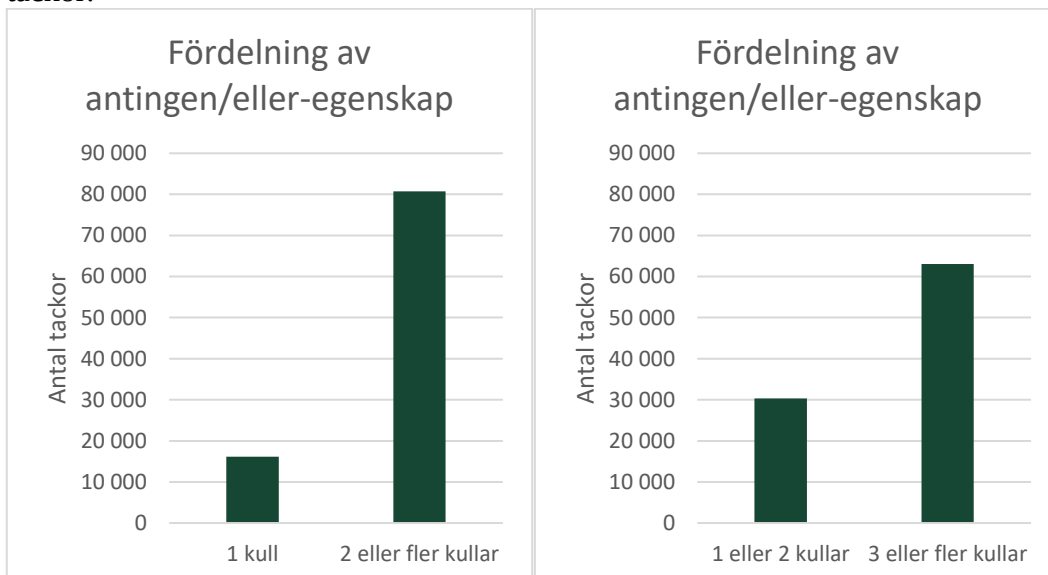
Figur 1. Fördelning av det sista registrerade kullnumret för tackor födda under år 2000–2011. Svart = alla tackor födda 2000–2011, N = 48 862. Grå = alla tackor födda 2000–2011 som uppfyller gränser för förväntad ålder vid olika kullnummer enligt tabell 2. N = 45 842

Förändringen av medeltal av sista kullnummer utifrån födelseår för tackor födda mellan år 2000 och 2011 visar i figur 2. Medeltalen är för tackor vars första registrering på kullnummer inte behövde vara tackans första kull. Det högsta medeltalet (sista kullnummer 4,25) hade tackor som var födda år 2000. Tackor som var födda år 2008 hade det lägsta medeltalet (sista kullnummer 3,8).



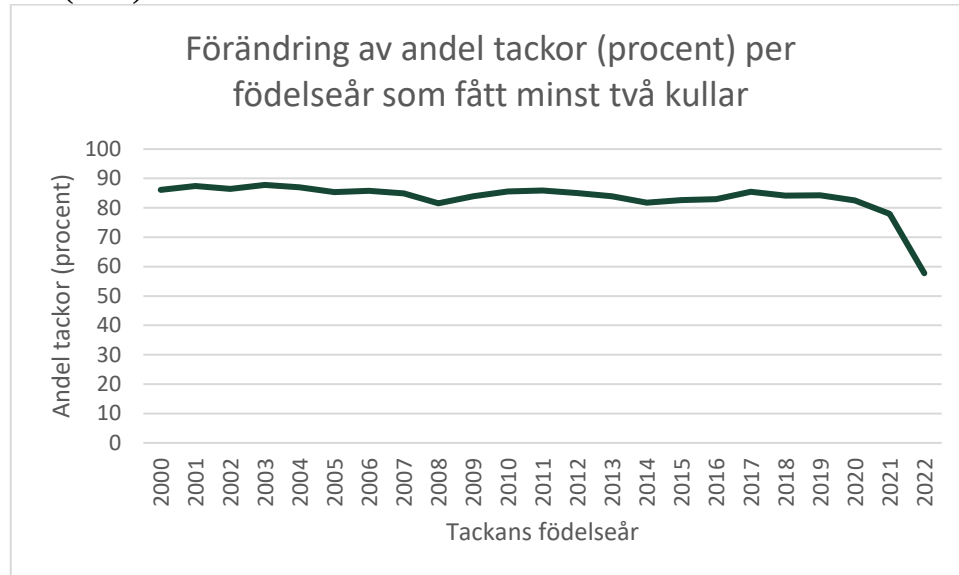
Figur 2. Förändring medeltal av sista kullnummer utifrån tackans födelseår. (N=48 862)

För egenskapen fått två eller fler kullar visas fördelningen av tackor som använts till analysen i figur 3. Tackor som har fått mer än en kull utgör 83,3 % av alla tackor i analysen. De tackor som fått tre eller fler kullar utgör 67,5 % av alla tackor.



Figur 3. Tackors överlevnad A, fördelning av tackor som fått en kull respektive två eller flera kullar (N=96 853). B, fördelning av tackor som fått en eller två kullar respektive tre eller fler kullar (N= 93 315).

I figur 4 visas förändringen av andelen tackor som fått minst två kullar eller fler utifrån tackans födelseår. Av tackor med födelseår 2003 fick högst andel två eller fler kullar (89%) och tackor med födelseår 2022 fick lägst andel två kullar eller fler (58%).



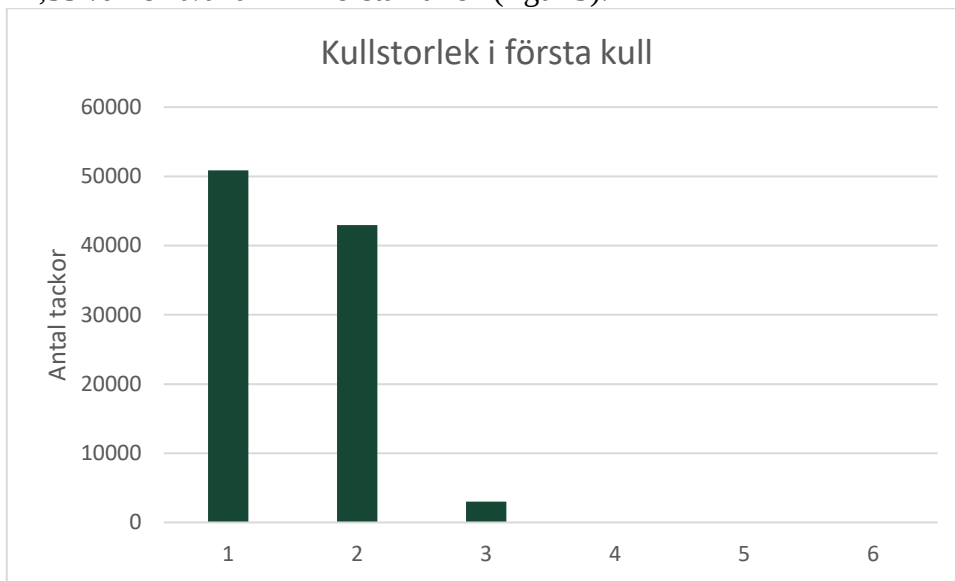
Figur 4. Förändring av andel tackor (i procent) som fått två eller fler kullar, utifrån tackans födelseår.

I tabell 4 presenteras medeltal för olika egenskaper. Medelvärde för kullstorlek i första kull var 1,5 lamm, i näst sista kull 1,9 lamm och i sista kull 2,0 lamm. För vissa djur är första kull även sista kull, om de endast fått en kull totalt. Medelfödelsevikt i första kullen var 4,0 kilo. Medelvärdet för sista kullnummer var 4,0 kullar.

Tabell 4. Medeltal för fenotypiska egenskaper

Egenskap	Antal obs.	Tackans födelseår	Medelvärde	Standardavvikelse	Min.	Max.
Kullstorlek första kull	96 852	2000–2022	1,5	0,56	1	6
Kullstorlek näst sista kull	39 491	2000–2011	1,9	0,66	1	5
Kullstorlek sista kull	48 862	2000–2011	2,0	0,7	1	7
Medelfödelsevikt första kull	41 938	2000–2022	4,0	0,8	0,5	9
Sista kullnummer	48 862	2000–2011	4,0	2,2	1	13

Av alla tackor födda år 2000 – 2022 fick 52,5 % ett lamm i första kullen och 44,35 % fick två lamm i första kullen (figur 5).



Figur 5. Fördelning av kullstorlek i första kull. $N = 96\,852$

Av alla tackor födda år 2000 – 2011 hade 75,7% sin sista lamning i april (månad 4) vilket visas i figur 6.



Figur 6. Fördelning av lamningsmånad för den sista kull som alla tackor födda år 2000 – 2011 fick. $N = 48\,862$

4.2 Genetisk analys

Arvbarheter och deras medelfel för olika egenskaper visas i tabell 5 - 9. För egenskapen sista registrerade kullnummer varierade arvbarheten mellan 0,13 och 0,15 för tackor som följde begränsningarna i tabell 2.

Tabell 5. Arvbarhet och standardfel (SE) för livslängdsegenskapen sista kullnummer för tackor av rasen gotlandsfår som uppfyllde tidsgränserna i tabell 2

Egenskap	Modell och ev begränsning	Antal djur	Arvbarhet	SE
Sista kullnummer	Modell 1, inom gräns	41 151	0,15	±0,011
Sista kullnummer	Modell 2, inom gräns	41 151	0,14	±0,010
Sista kullnummer	Modell 3, inom gräns	33 566	0,13	±0,011
Sista kullnummer	Modell 4, inom gräns	41 151	0,15	±0,011

De tackor som inte begränsats enligt tabell 2 hade en arvbarhet för samma egenskap som maximalt skattades till 0,16 och det lägsta värdet för arvbarheten inom samma grupp var 0,14.

Tabell 6. Arvbarhet och standardfel (SE) för livslängdsegenskapen sista kullnummer för tackor av rasen gotlandsfår som inte begränsades enligt tabell 2

Egenskap	Modell och ev begränsning	Antal djur	Arvbarhet	SE
Sista kullnummer	Modell 1, ej gräns	43 200	0,16	±0,010
Sista kullnummer	Modell 2, ej gräns	43 22	0,15	±0,010
Sista kullnummer	Modell 3, ej gräns	35 534	0,14	±0,011
Sista kullnummer	Modell 4, ej gräns	43 200	0,16	±0,010
Sista kullnummer	Modell 5, ej gräns	15 265	0,16	±0,021

Arvbarheten för kullstorlek i första kull skattades till 0,10 för tackor födda år 2000 – 2011. För medelfödelsevikt i första kull skattades arvbarheten till 0,22 för samma tackor som i modell 6 som även hade registreringar på medelfödelsevikt.

Tabell 7. Arvbarhet och standardfel (SE) för egenskapen kullstorlek och medelfödelsevikt i första kullen hos tackor som inte begränsades enligt tabell 2

Egenskap	Modell	Antal djur	Arvbarhet	SE
Kullstorlek i första kull	Modell 6	43 200	0,10	±0,010
Medelfödelsevikt i första kull	Modell 7	15 265	0,22	±0,020

Den fenotypiska korrelationen mellan sista kullnummer och kullstorlek skattades till -0,22 och för korrelationen mellan sista kullnummer och medelfödelsevikt till -0,09. Sista kullnummer var negativt korrelerat till båda egenskaperna, alltså minskade sista kullnummer då kullstorlek eller medelfödelsevikt ökade.

Tabell 8. Fenotypisk, miljömässig och genetisk korrelation (med medelfel, SE) mellan egenskaperna sista kullnummer och kullstorlek respektive medelfödelsevikt i första kullen

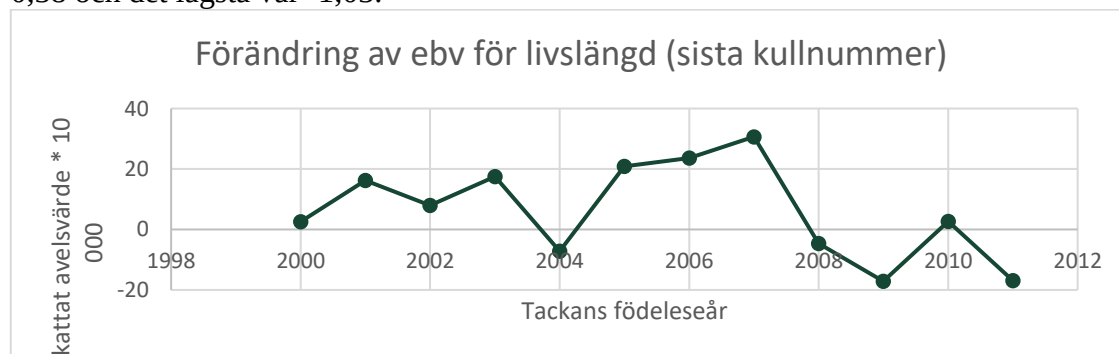
Egenskap	Fen. Korr.	Miljö. Korr. $\pm$ SE	Gen. Korr. $\pm$ SE
Sista kullnummer och kullstorlek	-0,22	-0,21 $\pm$ 0,011	-0,31 $\pm$ 0,051
Sista kullnummer och medelfödelsevikt	-0,09	-0,08 $\pm$ 0,015	-0,12 $\pm$ 0,061

Arvbarheten för antingen/eller egenskapen överlevnad (två kullar eller mer) skattades till 0,17 och den korrigerade arvbarheten till 0,38. För överlevnad ytterligare en lamning (tre eller fler kullar) skattades arvbarheten till 0,11 och den korrigerade arvbarheten till 0,19.

Tabell 9. Arvbarhet (med medelfel, SE) för egenskapen antingen fått en kull eller fått minst två kullar, och egenskapen fått en eller två kullar eller fått minst tre kullar, och korrigerad arvbarhet enligt Dempster & Lerner (1950)

Egenskap	Modell	Antal djur	Arvbarhet $\pm$ SE	Arvbarhet korrigerad
Överlevnad (två eller fler kullar)	Modell 8	96 853	0,17 $\pm$ 0,007	0,38
Överlevnad (tre eller fler kullar)	Modell 9	93 315	0,11 $\pm$ 0,006	0,19

Det skattade avelsvärdet för livslängd (sista kullnummer) hos tackor födda år 2000 – 2011 i figur 5 följer inte en tydlig trend. Det maximala avelsvärdet var 0,38 och det lägsta var -1,03.



Figur 5. Förändring av skattat avelsvärde (EBV) för sista kullnummer och tackor födda år 2000 – 2011 (N= 43 200)

5. Diskussion

5.1 Editering av data

Från början fanns det information om ca 900 000 lamm i datasetet och när det skalades ner till tacknivå fanns det information om ca 500 000 tackor. Den första livslängdsegenskapen som analyserades var sista uppnådda kullnummer, vilket innebar att de djur som inte fått möjlighet att uttrycka sin potentiella sista kull inte kunde tas med i skattningarna. Därför valdes 2011 som sista möjliga födelseår för att tackan skulle få vara med, eftersom hon då fått 12 år eller mer på sig att uttrycka egenskapen. Om alla tackor hade fått vara med (fram till födelseår 2023), hade skattningarna kunnat bli missvisande eftersom det inte är den sista registrerade kullen som tackan fick i livet, utan den sista hittills. Original-datasetet innehöll information sedan början på 1980-talet men år 2000 valdes som tidigaste födelseår för tackan eftersom skattningarna skulle vara för nuvarande population i den utsträckning det gick och inte för en historisk population som inte är representativ för dagens gotlandsfår.

Censurerade data, de som togs bort eftersom de inte fått möjligheten att få så många kullar som de kan, är viktiga att ta hänsyn till eftersom skattningen av genetiska parametrar annars kan bli bristfällig (Larracharte et al. 2021). Analyserna och skattningarna som gjordes för sista kullnummer visar endast tackor födda till och med år 2011 vilket inte är det avelsmaterial som är aktuellt idag. I figur 3 (om förändring av skattat avelsvärde 2000 - 2011) finns det inte någon indikation på att de djur med längre eller kortare livslängd valts ut för att avlas vidare på, vilket inte överraskar eftersom egenskapen inte ingår i avelsmålet.

Mindre besättningar med färre än totalt 20 kullar ströks från datasetet eftersom de inte utgjorde ett representativt urval för gotlandsfår för produktion och därför möjligtvis inte hade samma förutsättningar för att producera många kullar som de besättningarna med fler djur. Alltså färre krav på sig att för att få vara kvar i besättningen och producera jämfört med besättningar med fler djur.

Tidsgränserna för när en tacka lammat regelbundet, alltså varje år, bestämdes utifrån en kombination av tackors reproduktionsfysiologi och medeltal och spridning i materialet. Det framkom under tiden för analyserna att det förekommer att uppfödare väljer att inte avla på vissa tackor varje år². Det gjorde att analyserna för modell 1–4 även gjordes för alla tackor under tidsperioden. De begränsningar för vilka födelsevikter som skulle ersättas med punkt (under 1 kg respektive över 8 kg) bestämdes utifrån hur spridningen i materialet var.

² Gudrun Haglund-Eriksson, Ordf. Sv. Fåravelsförbundet. Personligt meddelande 25 mars 2025.

För modell 1 – 7 ströks alla individer som inte hade registreringar på första kull. Detta minskade antalet djur som användes i analysen men eftersom kullstorleken i första kull kan påverka livslängden bedömde jag att bara de som hade registreringar på första kull var relevanta för analysen. Att just egenskaper i första kull var av intresse grundade sig på att det skulle göra att selektionen av djur skulle kunna gå att göra tidigare än att vänta tills en tacka uppnått sin sista kull vilket kan ta mycket längre tid. En av egenskaperna som analyserades var just förmågan att få fler än första kull (överlevnad) vilket kan kopplas till miljömässig hållbarhet eftersom fler tackor som lever längre (får mer än en kull) minskar antalet tackor som föds upp för att ersätta de utslagna tackorna varje år. Páchová et al. (2005) strök också de kor som inte hade registreringar på första kalvning, eftersom det var en effekt i modellen de använde för att skatta arvbarhet för livslängd. Utifrån resultaten Páchová et al. (2005) presenterade minskade risken att kon slogs ut med varje kalvning. Detta skulle vara intressant att undersöka för gotlandsfårstador, om det finns något kullnummer som visar när risken minskar att de slås ut.

Arvbarhetsskattningen för sista kullnummer med eller utan korrigering för kullstorlek (modell 1 och 2) och med kullstorlek i olika kullnummer (modell 2, 3 och 4) skiljer sig knappast åt. Att näst sista kullstorlek togs med i en av modellerna var eftersom det var av intresse att undersöka om effekten av den kunde påverka sista kullnummer. Utifrån resultatet verkar den inte påverka arvbarhetsskattningen för sista kullnummer. Växa använder en modell för kullstorlek som innehåller effekter av besättning och år, födelsemånad och år, tackans ålder, tackans kullnummer, tackans permanenta miljöeffekt och tackans genetiska effekt³. Kullstorlek avelsvärderas av Växa för två egenskaper, antal levandefödda i första kullen och antal levandefödda i andra och senare kullar.

När antingen fått två eller fler kullar eller inte analyserades togs tackor födda mellan år 2000 och 2022 med, eftersom de fått tid att få två kullar eller fler. Dock verkar det utifrån figur 4 (andel tackor som fått minst två kullar per födelseår) som att det finns en viss fördröjning i rapporteringen och att det därför hade varit bättre att endast ta med tackor födda till och med år 2021. Fler djur inkluderades i denna analys än sista kullnummer därför att tackorna inte behövt uppnå sista kullnummer. En analys som använts för livslängd i andra studier och hade varit möjligt att använda även i detta arbete är survival analysis (överlevnadsanalys). Med överlevnadsanalys hade många fler djur kunnat inkluderas även i sista kullnummer eftersom det går att använda censurerade data i analysen.

³ Jan-Åke Eriksson, konsult, Växa. E-post 21 maj 2025.

5.2 Arvbarhet

De arvbarheter från de olika modellerna som har presenteras skiljer sig inte mycket från de skattningar som framkommit i andra artiklar (Lee et al. 2015), men är dock högre än resultaten från artiklar som har använt överlevnadsanalys som metod för att skatta arvbarheter (Visscher et al. 1994, Páchová et al. 2005). Zishiri et al. (2013) skattade arvbarheter för överlevnad till olika åldrar (två, tre och fyra års ålder) i tackans liv och fann att arvbarheten ökade något, från $0,05 \pm 0,02$ vid överlevnad till två års ålder till $0,11 \pm 0,04$ för överlevnad till fyra års ålder. Detta skulle kunna jämföras med att arvbarheten för sista kullnummer är högre än vad som framkommit i annan litteratur, eftersom de som har överlevt längre också kan antas ha fått fler kullar. Arvbarheten Zishiri et al. (2013) skattade är liksom de tidigare nämnda resultaten från litteraturen något lägre än vad arvbarheterna för sista kullnummer i detta examensarbete skattades till men ändå i ungefär samma intervall (under 0,20).

I detta arbete användes inte överlevnadsanalys, men det skulle vara intressant att göra det i framtida forskning för att se om även de skattningar som den analysen resulterar i är högre än i andra artiklar. Att tilläggas för de artiklar som kommit fram till en lägre arvbarhet för livslängd är att de har gjorts på mjölkkor, vilka har ett annat produktionssystem än får, i synnerhet gotlandsfår. Möjligen kan detta spela en roll i vad som mäts och föredras att avlas för vilket om det är en egenskap som är korrelerad med livslängd, kan påverka vilken riktning livslängdsegenskapen utvecklas.

Arvbarheten för kullstorlek i första kull för tackor av rasen gotlandsfår skattades till 0,10 vilket är likt de arvbarheter för kullstorlek i andra fårraser som har analyserats för egenskapen. Rao och Notter (2000) kom fram till att arvbarheten varierade mellan 0,09 och 0,11 för fårraserna targhee, suffolk och polypay. Dessa raser är inte svenska lantraser som gotlandsfåret men hålls enligt Rao och Notter (2000) i liknande extensiva produktionssystem. Den arvbarhet som används av Växa för avelsvärdering av kullstorlek är 0,09 för första kullen och 0,06 för andra och senare kullar⁴. Den arvbarhet för kullstorlek som skattades i detta examensarbete är jämförbar med den arvbarhet som används för avelsvärdering av kullstorlek i första kullen av Växa.

Borg et al. (2009a) skattade arvbarheten för födelsevikt hos får av rasen targhee, födda år 1960 – 2005 vilket resulterade i arvbarhet på 0,15. Den skattning som har gjorts i detta arbete blev 0,22, vilket är något högre än vad Borg et al. (2009a) presenterat. Att den är högre i skattningen från detta arbete än vad Borg et al. (2009a) kom fram till kan bero på att andra fårraser användes till skattningen och

⁴ Jan-Åke Eriksson, konsult, Växa. E-post 21 maj 2025.

att endast de lamm som vägde över två kilo fick vara med i skattningen. Borg et al. (2009a) tog också bara med lamm som var fullgångna vid födseln och vikten efter födsel för de lamm som blivit fostrade av en annan tacka än den de föddes av ströks. Dessa begränsningar gjordes inte för skattningen av arvbarhet för födelsevikt i analysen i arbetet men något som hade varit bra att ha tagit bort är de lamm som inte var fullgångna, eftersom det borde påverka födelsevikten om lammet inte är helt färdigvuxet vid födseln.

Safari et al. (2005) sammanställde olika skattningar av bland annat arvbarhet för födelsevikt och presenterade att för ”dual purpose”-fårraser varierade den maternella arvbarheten mellan 0,18 och 0,24 vilket är jämförbart med den skattade arvbarheten från analyserna i detta examensarbete. För maternell arvbarhet av födelsevikt använder Växa en arvbarhet på 0,24 och en direkt arvbarhet på 0,17⁴.

Arvbarhet för överlevnad (två eller fler kullar) skattades först till 0,17 och efter korrigering till 0,38 vilket är en förhållandevis hög arvbarhet jämfört med arvbarheten som skattades för sista kullnummer. Utifrån denna skattning verkar det som att det går att selektera tackor som lever längre än andra. Om då selektion för längre liv sker, behöver färre tackor födas upp för att ersätta de som slås ut vilket skulle vara positivt ur ett etiskt perspektiv eftersom färre djur väljs ut för att sedan inte få leva ett långt liv. Detta skulle dock endast bidra till positiv djurvelfärd om tackorna som lever längre också har ett liv fritt från onödigt lidande, annars kan ett längre liv vara negativt för djurets välfärd. I Sverige finns lagar och förordningar som ska säkerhetsställa att djur inte utsätts för lidande vilket främjar att ett längre liv är positivt för djurvelfärden. Att färre tackor föds upp för att ersätta utslagna tackor kan också bidra till ekonomisk och miljömässig hållbarhet, eftersom färre djur föds upp till vuxen ålder och behöver färre av de resurser som krävs. Rekrytering av nya tackor kostar fårproducenten i resurser som uppställning, foder och skötsel, vilket kan minska om tackorna kan leva och få lamm under längre tid (om rekryteringen minskar alltså).

5.3 Genomisk selektion

När användningen av genomisk selektion undersökts för fårraser i bland annat Australien och nya Zeeland har resultaten visat på att det ökar säkerheten för de skattade avelsvärdena, men att det är kostsamt att införa genomisk selektion inom olika fårraser (Rupp et al. 2016). Att kostnaden för att genotypa och sekvensera individer med känd fenotyp är hög kan bero på att det inte används inom många raser och att det har förr i tiden varit dyrt att göra vilket kan ha påverkat utsträckningen som det gjorts och görs idag.

Om genomisk selektion hade kunnat användas för livslängdsegenskaper skulle säkrare avelsvärden och tidigare selektion varit möjligt för de egenskaper som endast kan mätas i slutet av livet (som sista uppnådda kullnummer). Den arvbarhet som visas i resultatet är förhållandevis hög i jämförelse med andra studier, men fortfarande låg och därför svår att få ett snabbt framsteg för. Genomisk selektion är passande för en egenskap med låg arvbarhet som även är könsbunden eftersom det går att selektera tidigare i djurets liv (Lee et al. 2015). För gotlandsfår skulle genomisk selektion möjligtvis vara värt kostnaden om det gick att använda även för någon annan egenskap som skulle kunna inbringa mer lönsamhet än vad livslängdsegenskapen kan göra i den närmsta framtiden.

5.4 Korrelationer och genetisk trend

Det fanns en negativ genetisk korrelation som skattades till -0,31 mellan egenskaperna sista kullnummer och kullstorlek. Detta innebär att en tacka med anlag för att få större kullar, också har anlag för att leva kortare tid än tackor som får kullar med färre lamm.

Mellan sista kullnummer och medelfödelsevikt i första kullen skattades den genetiska korrelationen till -0,12 vilket tyder på att en högre medelfödelsevikt i första kullen har en viss påverkan på sista kullnummer, som i så fall blir lägre än om medelfödelsevikten hade varit lägre. Att avla för högre födelsevikt skulle kunna påverka tackans livslängd negativt, alltså är den negativa genetiska korrelationen mellan födelsevikt och livslängd ogynnsam.

Det fanns ingen genetisk trend för det skattade avelsvärdet för egenskapen sista kullnummer, vilket tyder på att selektion som påverkat sista kullnummer inte förekommit. Dock skulle den negativa genetiska korrelationen mellan sista kullnummer och kullstorlek leda till att det skattade avelsvärdet för sista kullnummer minskar om kullstorlek selekterats för. Detta är inte fallet, det finns ingen genetisk trend för livslängd och ökad kullstorlek verkar inte vara något som det selekteras för under tidsperioden som undersöktes (tackor födda år 2000 – 2011). Om ett högre selektionstryck läggs på kullstorlek bör livslängd tas med i ett samlat avelsvärde eftersom livslängden minskar när kullstorleken ökar, på grund av den ogynnsamma genetiska korrelation som finns mellan egenskaperna.

5.5 Att införa avelsvärden för livslängd

Det går att avla för livslängd, men vilka djur som ska få avelsvärden beror på vad som anses vara relevant. All data för avelsvärdering av livslängd finns i Elitlamm och går att börja använda. Om de tackor som inte lammar varje år får vara med ökar antalet djur som får avelsvärden men deras förmåga att lamma regelbundet tas inte hänsyn till. Alltså, om förmågan att leva länge och lamma regelbundet eller förmågan att leva länge men inte lamma regelbundet är av störst intresse behöver avelsorganisationen och uppfödarna ta ställning till innan avelsvärden för livslängd kan införas.

6. Slutsats

Befintlig information kan användas till egenskapen livslängd hos tackor av gotlandsfår. Det finns ogynnsamma negativa genetiska korrelationer mellan sista kullnummer och medelfödelsevikt i första kullen respektive sista kullnummer och kullstorlek i första kullen. Den skattade arvbarheten för överlevnad (antingen/eller) visar på att det finns möjlighet att selektera tackor med säkra avelsvärden tidigare än för egenskapen sista kullnummer. Ingen genetisk trend av skattade avelsvärden för sista kullnummer kunde ses för tackor födda år 2000 – 2011.

Referenser

- Beaudeau, F., Ducrocq, V., Fourichon, C. & Seegers, H. (1995). Effect of Disease on Length of Productive Life of French Holstein Dairy Cows Assessed by Survival Analysis. *Journal of dairy science*. 78 (1), 103–117.
[https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(95\)76621-8](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(95)76621-8)
- Borg, R.C., Notter, D.R. & Kott, R.W. (2009a). Phenotypic and genetic associations between lamb growth traits and adult ewe body weights in western range sheep. *Journal of animal science*. 87 (11), 3506–3514.
<https://doi.org/10.2527/jas.2008-1622>
- Borg, R.C., Notter, D.R. & Kott, R.W. (2009b). Genetic analysis of ewe stayability and its association with lamb growth and adult production. *Journal of animal science*. 87 (11), 3515–3524. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1623>
- Dempster, E.R. & Lerner, I.M. (1950). Heritability of threshold characters. *Genetics*. 35 (2), 212–236. <https://doi.org/10.1093/genetics/35.2.212>
- Forabosco, F., Boettcher, P., Bozzi, R., Filippini, F. & Bijma, P. (2006). Genetic selection strategies to improve longevity in Chianina beef cattle. *Italian journal of animal science*. 5 (2), 117–127. <https://doi.org/10.4081/ijas.2006.117>
- Gotlandsfårsföreningen, Svenska Leicesterfårsföreningen, Svenska Fåravelsförbundet (2022). *Mönstringsinstruktioner för pälsraser 2022*.
<https://faravelsforbundet.se/wp-content/uploads/2022/06/Monstringsinstruktion2022.pdf> [2025-03-18]
- Hallander, H. (1989). *Svenska Lantraser : deras betydelse förr och nu*. Veberöd: Blå ankan.
- Larracharte, A., Espasandin, A.C. & Urioste, J.I. (2021). Longevity and reproductive traits in Angus cattle: Genetic parameters, predicted and realized genetic change. *Livestock science*. 250, 104604.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104604>
- Lee, M.A., Cullen, N.G., Newman, S.A.N., Dodds, K.G., McEwan, J.C. & Shackell, G.H. (2015). Genetic analysis and genomic selection of stayability and productive life in New Zealand ewes. *Journal of animal science*. 93 (7), 3268–3277.
<https://doi.org/10.2527/jas.2014-8259>
- Lindberg, Erica (2024). *Avelsvärderingsprojekt beviljat*. Svenska fåravelsförbundet.
<https://faravelsforbundet.se/avelsvarderingsprojekt-beviljat/> [2025-02-21]
- Madsen, P., Jensen, J. (2013). *A user's guide to DMU – a package for analysing multivariate mixed models*. Version 6, release 5.2. University of Aarhus, Denmark.
https://dmu.ghpc.au.dk/dmu/DMU/Doc/Previous/dmuv6_guide.5.2.pdf
- McLaren, A., McHugh, N., Lambe, N.R., Pabiou, T., Wall, E. & Boman, I.A. (2020). Factors affecting ewe longevity on sheep farms in three European countries. *Small ruminant research*. 189, 106145.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106145>

- Nordisk Avlsværði Vurdering (2025). *Funktionella egenskaper – Överlevnad*.
<https://nordicebv.info/sv/funktionella-egenskaper/> [2025-04-04]
- Nordisk Avlsværði Vurdering (2024). *NAV official genetic evaluation of Dairy Cattle – data and genetic models*. <https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2024/12/NAV-routine-genetic-evaluation-November-2024.pdf> [2025-04-07]
- Páchová, E., Zavadilova, L. & Solkner, J. (2005). Genetic evaluation of the length of productive life in Holstein cattle in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*. 50 (11), 493–498.
<https://doaj.org/article/d84e99a0c4e945328f3b78aefb2be380>
- Rao, S. & Notter, D.R. (2000). Genetic analysis of litter size in Targhee, Suffolk, and Polypay sheep. *Journal of animal science*. 78 (8), 2113–2120.
<https://doi.org/10.2527/2000.7882113x>
- Riggio, V., Maizon, D.O., Portolano, B., Bovenhuis, H. & van Arendonk, J.A.M. (2009). Effect of somatic cell count level on functional longevity in Valle del Belice dairy sheep assessed using survival analysis. *Journal of dairy science*. 92 (12), 6160–6166. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1316>
- Roughsedge, T., Amer, P.R., Thompson, R. & Simm, G. (2005). Genetic parameters for a maternal breeding goal in beef production. *Journal of animal science*. 83 (10), 2319–2329. <https://doi.org/10.2527/2005.83102319x>
- Rupp, R., Mucha, S., Larroque, H., McEwan, J. & Conington, J. (2016). Genomic application in sheep and goat breeding. *Animal frontiers*. 6 (1), 39–44.
<https://doi.org/10.2527/af.2016-0006>
- Safari, E., Fogarty, N.M. & Gilmour, A.R. (2005). A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. *Livestock production science*. 92 (3), 271–289.
<https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.09.003>
- Statens jordbruksverk (2024). Antal djur efter Djurslag och År. År 1866 – 2024. Jordbruksverket.
https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Aldre%20statistik_Langa%20tidsserier/HIST_A03.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625
[2025-05-15]
- Strandberg, E., Sölkner, J. (1996). Breeding for longevity and survival in dairy cattle. *Interbull Bulletin*. 12 (Proceedings international workshop on genetic improvement of functional traits in cattle).
<https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/download/444/444>
- Svenska Fåravelsförbundet (2023). *Avelsprogram för det svenska gotlandsfåret*.
<https://faravelsforbundet.se/wp-content/uploads/2023/10/Avelsprogram-gotlandsfar-GODKANT.pdf> [2025-02-13]
- Svenska fåravelsförbundet (2012). *Det mesta du behöver veta om blup avelsvärdering*. [Broschyr]. Svenska fåravelsförbundet. <https://www.faravelsforbundet.se/wp-content/uploads/blupbroschyr.pdf> [2025-04-08]

- Svenska fåravelsförbundet (2018). *Snart dags att välja ut lamm till årets riksbedömning!*.
<https://faravelsforbundet.se/snart-dags-att-valja-ut-lamm-till-arets-riksbedomning/>
[2025-04-23]
- Visscher, P.M., Bowman, P.J., Goddard, M.E. (1994). Breeding objectives for pasture based dairy production systems. *Livestock Production Science*. 40 (2), 123-137.
[https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90042-6)
- Zishiri, O.T., Cloete, S.W.P., Olivier, J.J. & Dzama, K. (2013). Genetic parameters for growth, reproduction and fitness traits in the South African Dorper sheep breed. *Small ruminant research*, 112 (1–3), 39–48.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.004>

Populärvetenskaplig sammanfattning

Idag avelsvärderas renrasiga svenska gotlandsfår två gånger per år. Det innebär att djuret får ett avelsvärde som visar vilka egenskaper det är har möjlighet att nedärva till sin avkomma och hur dessa egenskaper är i jämförelse med andra djur i samma ras. Avelsvärdet är ett mått på hur bra djuret är att för att få fram ny avkomma som är bättre än de äldre djuren, utifrån de egenskaper som eftertraktas. De egenskaper som mäts och ingår är bland annat lammets födelsevikt, kullstorlek och pälsrelaterade egenskaper som lockstorlek och lockfärg. En egenskap som inte ingår i avelsvärderingen för gotlandsfår är livslängd. Livslängd har i andra avelsvärderingar som inkluderar det visat sig kunna öka lönsamheten, eftersom ett djur som lever längre oftast kan producera längre vilket leder till en ökad inkomst. Det är av intresse att inkludera livslängd för gotlandsfår och ett projekt om att undersöka om det går att använda information som redan samlas in till att avelsvärdera livslängd pågår just nu och leds av Växa. Syftet med detta examensarbete var att undersöka om man kan använda den information som finns att tillgå för att beräkna avelsvärden för livslängd, och även se om det finns en genetisk trend för livslängd. En genetisk trend visar hur avelsvärdet under en tidsperiod förändras och kan visa om en egenskap har förbättrats eller försämrats, genom att man medvetet eller omedvetet har avlat på djur som nedärver egenskapen.

Resultatet visar på att arvbarheten för sista kullnummer, alltså ett mått på livslängd för tackor, är ganska låg men finns och att det går att använda information som redan finns för att beräkna ett avelsvärde. Ett annat mått på livslängd som analyserades var överlevnad, om tackan hade fått två kullar eller fler eller inte fått två kullar eller fler. Detta gjordes även för om tackan hade fått tre eller fler kullar eller inte. Resultatet av den analysen var att en medelhög arvbarhet för överlevnad (tackan fick två eller fler kullar). Det fanns ingen genetisk trend för livslängd under den tidsperiod (tackor födda år 2000 – 2011) som undersöktes.

Tack

Till min handledare Lotta Rydhmer, för att du har stöttat och svarat på alla frågor + funderingar jag haft. Tack till Jan-Åke Eriksson, för att jag fick möjlighet att göra detta exjobb och ställa frågor om avelsvärderingen. Ett stort tack till Svenska Fåravelsförbundet för att jag fick använda data från er databas till examensarbetet! Tack till Växa, för att jag fick ta del och använda data som ni tagit fram från Svenska Fåravelsförbundets databas. Jag vill också tacka Karin Wennås, för att jag fick besöka dig och ställa frågor om fårproduktion!

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

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

☒ JA, jag, Andrea Hilding har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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