



Institutionen för husdjursgenetik

# Den relativa viktens (kalv/ko) inflytande på kalvningsegenskaperna hos SRB och SLB

av

*Therese Sundberg*

Handledare:

*Britt Berglund*

*Christel Hagnestam*

**Examensarbete 275**

**2005**

---

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).





Institutionen för husdjursgenetik

# Den relativa viktens (kalv/ko) inflytande på kalvningsegenskaperna hos SRB och SLB

av

*Therese Sundberg*

**Agrovoc:** Birth weight, live weight, relative weight, dairy cattle, calving difficulty, stillbirth

Handledare:

*Britt Berglund*

*Christel Hagnestam*

**Examensarbete 275  
2005**

---

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>REFERAT</b>	<b>1</b>
<b>INLEDNING</b>	<b>2</b>
<b>LITTERATURSTUDIE</b>	<b>4</b>
<b>Kalvningsproblemens konsekvenser</b>	<b>4</b>
<b>Faktorer som inverkar på kalvningsförloppet och på kalvens livskraft</b>	<b>5</b>
<b>Kalvens födelsevikt</b>	<b>5</b>
<b>Moderns vikt</b>	<b>6</b>
<b>Kalvens relativa vikt</b>	<b>6</b>
<b>Ras</b>	<b>7</b>
<b>Kalvningsnummer</b>	<b>8</b>
<b>Kalvens kön</b>	<b>9</b>
<b>År och säsong</b>	<b>9</b>
<b>Dräktighetens längd</b>	<b>9</b>
<b>Fosterläge</b>	<b>10</b>
<b>Övriga faktorer</b>	<b>11</b>
<i>Moderns exteriör</i>	<i>11</i>
<i>Kalvens exteriör</i>	<i>11</i>
<i>Tjurens vikt och exteriör</i>	<i>11</i>
<i>Ålder vid inkalvning</i>	<i>12</i>
<i>Tvillingfödelse</i>	<i>12</i>
<i>Utfodringsintensitet</i>	<i>12</i>
<b>MATERIAL OCH METODER</b>	<b>13</b>
<b>Djurmateriel och registreringar</b>	<b>13</b>
<b>Redigering av materialet</b>	<b>13</b>
<b>Statistisk analys</b>	<b>14</b>
<b>RESULTAT</b>	<b>16</b>
<b>Variansanalyser</b>	<b>16</b>
<b>Kalvens födelsevikt</b>	<b>18</b>
<b>Moderns vikt</b>	<b>19</b>
<b>Kalvens relativa vikt</b>	<b>21</b>
<b>Ras och selektionslinje</b>	<b>23</b>
<b>Kalvningsnummer</b>	<b>23</b>
<b>Kalvens kön</b>	<b>24</b>
<b>Kalvningsintervall</b>	<b>25</b>
<b>År och säsong</b>	<b>25</b>
<b>Dräktighetens längd</b>	<b>26</b>
<b>Fosterläge</b>	<b>26</b>

<b>DISKUSSION</b>	<b>28</b>
<b>Kalvens födelsevikt</b>	<b>28</b>
<b>Moderns vikt</b>	<b>29</b>
<b>Kalvens relativa vikt</b>	<b>30</b>
<b>Studiens begränsningar</b>	<b>31</b>
<b>Slutsatser</b>	<b>31</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>33</b>
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b>	<b>35</b>

## REFERAT

Svåra kalvningar och dödfödselar är ett problem inom svensk mjölkproduktion och medför stora kostnader för lantbrukaren samt lidande för djuren. En allmän uppfattning är att SRB och SLB blir allt större men huruvida detta kan vara en orsak till kalvningssvårigheter är oklart. Syftet med detta examensarbete var att studera sambanden mellan den relativa födelsevikten (kalv/ko) och kalvningsförloppet respektive kalvens livskraft. Rasens och kalvningsnumrets betydelse för den relativa vikten har undersökts och jämförelser med tidigare studier har gjorts för att klargöra om den relativa vikten har förändrats de senaste decennierna.

Studien baserades på 807 kalvningar som registrerades under perioden 1993-2003 i Institutionen för husdjursgenetik (SLU) försöksbesättning på Jälla Naturbruksgymnasium. I besättningen pågick under den studerade perioden ett selektionsförsök, där SRB selekterades för låg alternativt hög fetthalt i mjölken vid lika och hög energikoncentration. Detta medförde att tre raser/selektionslinjer studerades; SRB-låg, SRB-hög samt SLB. Vikten hos ko och kalv registrerades i anslutning till kalvningen och kalvningsförloppet bedömdes utifrån moderns behov av assistans; mycket lätt kalvning (oövervakad kalvning med lyckad utgång eller kalvning utan draghjälp), lätt kalvning (draghjälp av en till två personer), svår kalvning (draghjälp av minst två personer) och mycket svår kalvning (veterinäringripande var nödvändigt). En kalv definierades som dödfödd om den avled inom 24 timmar efter kalvningen.

Frekvensen av kalvningssvårigheter och dödfödselar var högst hos SLB, 11,2 % respektive 8,1 %. Andelen svåra kalvningar var jämförbar mellan de båda SRB-linjerna, 3,3 % och 3,0 % hos hög- respektive låglinjen. Dödfödselfrekvensen skilde sig däremot och var dubbelt så hög hos SRB-hög (4,5 %) jämfört med SRB-låg (2,2 %). Generellt hade kvigor mer problem i samband med kalvningen än kor.

Resultaten från denna studie tyder på att SLB och SRB har blivit tyngre de senaste decennierna. Moderns vikt vid kalvningen har ökat procentuellt mer än kalvarnas födelsevikt vilket medför att den relativa vikten (kalv/ko) har minskat. Låglinjen hade lägre relativ vikt (6,5 %) än höglinjen samt SLB, mellan vilka ingen skillnad kunde påvisas (ca 6,7 %). Tjurkalvarna hade högre okorrigerad relativ vikt än kvigkalvarna och skillnaden mellan könen var 0,46-0,60 procentenheter hos de tre raserna/selektionslinjerna. Den relativa vikten hade effekt på kalvens livskraft men någon inverkan på kalvningsförloppet kunde inte påvisas.

Den procentuellt största ökningen av moderns vikt vid kalvning skedde hos låglinjen, följt av SLB och därefter höglinjen. Viktsförändringen var mest markant hos kvigor och minskade successivt med ökande kalvningsnummer. Hög vikt hos modern visade sig medföra högre födelsevikt hos kalven. Kalvarnas viktsökning uppvisade dock inte samma trend som kornas viktsökning utan var likvärdig hos raserna/selektionslinjerna. Kvigornas kalvar hade haft en procentuellt högre viktsökning än de kalvar som föddes av kor, och störst var viktsökningen bland SRB-kvigornas kalvar. Den okorrigerade kalvvikten var strax under 46 kg hos SLB-kvigor, och hos SRB-kvigor var motsvarande vikt drygt 41 kg. Kalvvikten vid senare kalvningsnummer var ca 2 kg högre. Kalvens kön hade signifikant effekt på födelsevikten och tjurkalvar vägde generellt mer än kvigkalvar. Hos SLB var skillnaden mellan könen 4,4 kg, och hos SRB linjerna var motsvarande siffror 3,2 kg och 2,8 kg för låg- respektive höglinjen. Kalvens födelsevikt påverkade både kalvningsförloppet och kalvens livskraft.

## INLEDNING

Svåra kalvningar kan få konsekvenser som innebär ökad ekonomisk belastning för lantbrukaren. Risken för att kalven föds död eller dör en kort tid efter kalvningen ökar vid svåra kalvningsförlopp liksom risken för att kon behöver nödslaktas. Vanligtvis klarar kon svåra kalvningar men hennes fertilitet kan försämrats. Intervallet från kalvningen till första inseminering tenderar att öka liksom antalet insemineringar som krävs för befruktning (Dufour *et al.*, 1981; Dematawewa & Berger, 1997; Rajala & Gröhn, 1998; Echternkamp & Gregory, 1999; Weigel & Rekaya, 1999). Komplikationer innebär även ökade arbetsinsatser och mjölkavkastningen kan påverkas negativt (Dematawewa & Berger, 1997; Rajala & Gröhn, 1998). Förutom ekonomiska konsekvenser innebär svåra kalvningar stort lidande för ko och kalv. Etiska aspekter på kalvningsproblemen bör därför beaktas i arbetet med att minska frekvensen av kalvningssvårigheter. Detta arbete är av största vikt då det enligt svensk lag inte är tillåtet att bedriva avel som medför onödigt lidande för djuren (Djurskyddslagen, 1988).

I Sverige har kalvningsproblemen ökat de senaste decennierna. Statistik från Svensk Mjolk (1979-2004) visar att andelen svåra kalvningar har ökat hos SRB och SLB kvigor och att ökningen har varit jämförbar mellan raserna. Andelen dödfödda kalvar har stigit hos kvigor och kor av bägge raserna, men mest markant har ökningen varit hos SLB kvigor. Kalvningssvårigheter och dödfödslar är även ett stort problem internationellt och kalvningsegenskaperna har varit föremål för ett stort antal studier. Ett flertal egenskaper hos både ko och kalv har visat sig inverka på såväl kalvningsförlopp som kalvens livskraft. Kalvens födelsevikt är en faktor som har visat sig ha stor påverkan på dessa egenskaper (Monterio, 1969; Philipsson, 1977; Eriksson *et al.*, 2004). Kalvar som föds vid svåra kalvningar är generellt tyngre än vid lätta/normala kalvningar och problemen tenderar öka drastiskt då kalvens vikt stiger över ett tröskelvärde som varierar med kons ras och ålder (Philipsson, 1976c; Dufour *et al.*, 1981; Menissier *et al.*, 1981; Nix *et al.*, 1998; Johanson & Berger, 2003). Till skillnad från kalvningssvårigheter tycks det finnas ett optimalt intervall för födelsevikten inom vilket risken för dödfödelse är som lägst (Philipsson, 1976c; Berger *et al.*, 1992; Hagnestam, 2003). Dödfödelse vid en kalvvikt under det optimala intervallet beror troligtvis på svaga, dåligt utvecklade kalvar och vid höga kalvvikter kan dödfödelse vanligtvis härledas till komplikationer i samband med födseln.

Huruvida kons egen vikt vid kalvningen har betydelse för kalvningsförloppet har inte studerats lika ingående och de resultat som har redovisats är tvetydiga. Naazie *et al.* (1991) fann en negativ genetisk korrelation (-0,43) mellan kvigors vikt vid inkalvning och kalvningsförloppet, vilket tyder på att ökad inkalvningsvikt är fördelaktigt. Samtidigt tenderar en stigande vikt hos modern att medföra ökad födelsevikt hos kalven, vilket kan motverka effekten av att selektera för större moderdjur. Berglund och Philipsson (1987) visade dock att kalvvikten inte ökar linjärt med ökad vikt hos modern, utan avstannar vid en viss gräns. En förklaring till detta resultat kan vara att det är förhållandet mellan kalvens födelsevikt och moderns vikt som har störst inverkan på kalvningsförloppet. Monterio (1969) visade att kalvningssvårigheter förekom mest frekvent vid kombinationen av stora kalvar och små kor och i en studie av Berglund och Philipsson (1987) var frekvensen av kalvningssvårigheter störst i utkanterna av intervallet för den relativa vikten (kalvvikt/kons vikt). Till följd av bristen på studier av detta samband kan dock inga definitiva slutsatser dras av den relativa kalvviktens effekt på kalvningsegenskaperna.



Strävan efter att öka kornas mjölkproduktion har medfört att både SLB och SRB med tiden har blivit allt större och tyngre (Jokinen, 2005). Till följd av detta kan även kalvarnas födelsevikter förväntas ha ökat, något som dock inte har visats i tidigare studier. Kalvvikten hos SLB kvigor har varit omkring 40 kg och SRB kvigornas kalvar har vägt ungefär 35 kg. Kalvar som föds av kor har visat sig väga 3-5 kg mer (Philipsson, 1976a; Berglund & Philipsson, 1987; Hagnestam, 2003). Huruvida den relativa vikten hos SLB och SRB har förändrats sedan 1980-talet, samt om en eventuell förändring har skett i takt med den ökande frekvensen av kalvningssvårigheter och dödfödslar, är i nuläget oklart.

Syftet med föreliggande examensarbete var att studera hur den relativa vikten (kalvens födelsevikt i procent av moderns vikt vid kalvning) kan relateras till kalvningssvårigheter och dödfödslar. Huruvida den relativa vikten förändras med stigande kalvningsnummer har studerats, liksom eventuella rasskillnader mellan SRB och SLB. Dessutom har kalvvikten och den relativa kalvvikten relaterats till resultat från en tidigare studie för att eventuella trender över tiden skulle kunna påvisas. Studien har utförts på ett unikt material där alla kalvar och mödrar har vägts vid födseln, uppgifter som inte kan erhållas från den svenska kodatabasen (Svensk Mjök).

# LITTERATURSTUDIE

## Kalvningsproblemens konsekvenser

Kalvningssvårigheter innebär stort lidande för korna och ökad kostnad för produktionen. Förlust av kalvar och kor, ökade arbetsinsatser, försämrad reproduktion och nedsatt mjölkproduktion är faktorer som påverkar produktionsekonomin negativt. Philipsson (1976a) angav att 40-60 % av dödfödda SBR- och SLB-kalvar föddes med svårighet. Vid kalvningssvårigheter (assistans av mer än en person) var 25 % av kalvarna dödfödda, jämfört med 1-5 % vid lätta/normala kalvningar (ingen assistans eller assistans av en person). Johanson & Berger (2003) fann att risken för dödfödslar hos amerikansk Holstein var 2,7 gånger högre vid svåra kalvningar jämfört med vid kalvningar som inte krävde assistans. Samma tendens redovisas av Berger *et al.* (1992), Nix *et al.* (1998), och Eriksson *et al.* (2004). Resultaten visar att kalvningssvårigheter är en betydande faktor som påverkar kalvens vitalitet. Svåra kalvningar innebär även en ökad risk för moderns liv. Dematawewa & Berger (1997) fann att kodödligheten hos amerikansk Holstein ökade med 4 % då kalvningsförloppet försvårades från lätt (ingen assistans) till svår kalvning. Philipsson (1976e) uppgav att 3,5 % av de kvigor som hade svårigheter vid kalvning var tvungna att nödslaktas.

Vid svåra kalvningar ökar risken för kvarbliven efterbörd samt livmoderinflammation, och resulterar ofta i nedsatt fertilitet (Philipsson, 1976e; Dematawewa & Berger, 1997; Rajala & Gröhn, 1998; Johanson & Berger, 2003). Ett stort antal studier har visat att intervallet mellan kalvning och första inseminering ökar vid kalvningssvårigheter, liksom antalet insemineringar som krävs för befruktning (Dufour *et al.*, 1981; Dematawewa & Berger, 1997; Rajala & Gröhn, 1998; Echternkamp & Gregory, 1999; Weigel & Rekaya, 1999). Dufour *et al.* (1981) fann att intervallet mellan kalvning och första inseminering var 14 dagar längre efter svåra kalvningar (behov av assistans) jämfört med vid normala kalvningar. Samma studie visade att 0,4 fler insemineringar krävdes, vilket är jämförbart med resultatet från Dematawewa & Berger (1997) som var 0,22.

Förutom försämrad fertilitet leder svåra kalvningar till nedsatt mjölkproduktion (Menissier *et al.*, 1981; Rajala & Gröhn, 1998; Johanson & Berger, 2003). Till hur stor del produktionen påverkas av kalvningsförloppet och vilka skillnader som finns mellan olika kalvningsnummer varierar mellan olika studier. I en studie utförd på Finsk Ayrshire fann man ingen minskning i mjölkproduktion hos förstakalvare, men en sänkning med i genomsnitt 2,2 kg/dag under de första veckorna efter den andra kalvningen. Kor med hög produktion påverkades mest, medan kor med låg produktion inte visade någon signifikant sänkning. Vid tredje kalvningen var inverkan på produktionen lägre och upphörde helt vid senare kalvningar (Rajala & Gröhn, 1998). Hos amerikansk Holstein har en sänkning i mjölkproduktion samt fett- och proteinmängd redovisats hos kvigor som har haft svåra kalvningar (Dematawewa & Berger, 1997). Graden av kalvningssvårigheter som leder till nedsatt produktion ökar enligt samma studie med stigande kalvningsnummer. Enligt Philipsson (1976e) kan det vara svårt att skatta effekten på kvigor eftersom de ofta slås ut efter svåra kalvningar och därför inte bidrar med några mätvärden.

## Faktorer som inverkar på kalvningsförloppet och på kalvens livskraft

Kalvningsförloppet och kalvens livskraft påverkas av en rad faktorer. Moderns vikt vid kalvningen, kalvens födelsevikt samt förhållandet mellan kalvens födelsevikt och moderns vikt (kalvvikt/kovikt) är faktorer som har visat sig ha en inverkan. Ras, dräktighetens längd, kalvens kön och fosterläge är andra faktorer av betydelse. Förekomsten av kalvningssvårigheter och dödfödslar påverkas även av icke-genetiska faktorer, såsom inkalvningsålder, kalvningsnummer, år och säsong.

### Kalvens födelsevikt

En faktor som har visat sig ha stor inverkan på kalvningsförloppet och kalvens livskraft är dess födelsevikt (Monterio, 1969; Philipsson, 1977; Arthur *et al.*, 2000; Eriksson *et al.*, 2004). Resultaten från en studie på amerikansk Holstein visade att risken för svåra kalvningar ökade med 13 % per kg ökad födelsevikt (Johanson & Berger, 2003). Viktskillnaden mellan kalvar som föddes med lätta eller normala kalvningar och de som krävde kraftig draghjälp eller kejsarsnitt har uppmätts till 4,6 och 6,0 kg av Dufour *et al.* (1981) respektive Nix *et al.* (1998). Philipsson (1976c), fann att medelvikten hos dödfödda SLB-kalvar var 2 kg högre jämfört med levande kalvar och variationen i födelsevikt var högre. Dödfödda kalvar som föddes med svårighet var i genomsnitt 1 kg tyngre än de kalvar som levde efter en svår kalvning. Flera studier har dock påvisat ett icke-linjärt samband mellan födelsevikt och kalvningssvårigheter samt mellan födelsevikt och dödfödslar. Frekvensen av svåra kalvningar och dödfödslar tycks öka markant då kalvarna vikt stiger över ett tröskelvärde, vilket varierar med moderns ras och ålder (Philipsson, 1976c; Menissier *et al.* 1981; Berger *et al.*, 1992; Hagnestam, 2003). Dödfödselfrekvensen ökar även då födelsevikten understiger ett visst värde, vilket tyder på att kalvens livskraft är högst inom ett specifikt viktintervall (Philipsson, 1976c; Berger *et al.*, 1992; Hagnestam, 2003).

Menissier *et al.* (1981) uppgav att variationen i födelsevikt förklarade 40-50 % av variationen i kalvningssvårigheter, vilket styrker resultatet från Monterios (1969) studie där motsvarande förklaringsgrad skattades till 60 %. Den genetiska korrelationen mellan födelsevikt och kalvningssvårigheter är positiv vilket innebär att ökad födelsevikt leder till svårare kalvningsförlopp. Philipsson (1976c) skattade en korrelation på 0,9 hos SLB-kvigor och Schlote & Hassig, (1979) skattade korrelationen till 0,38 hos Fleckvieh Simmental kvigor. Hos kvigor och kor av raserna Charolais och Hereford har korrelationen skattats till 0,62 respektive 0,72 (Eriksson *et al.*, 2004). Detta samband är ogynnsamt då födelsevikt är positivt korrelerat till tillväxt efter födseln. Selektion för låg födelsevikt i syfte att sänka risken för kalvningssvårigheter kan därför medföra försämrad tillväxt hos kalvar efter födseln. Födelsevikten är även genetiskt korrelerad till kalvens livskraft. Hos SLB har korrelationen skattats till 0,4 och hos Charolais och Hereford har motsvarande korrelation skattats till 0,74 respektive 0,92 (Philipsson, 1976c; Eriksson *et al.*, 2004).

Philipsson (1976c) skattade den direkta arvbarheten för födelsevikt till strax under 0,2 hos SLB kvigor och den maternella arvbarheten skattades till 0,04-0,09. Eriksson *et al.* (2003) skattade motsvarande arvbarheter hos Hereford och Charolais till 0,44-0,51 respektive 0,06-0,15. Philipsson (1976a) skattade korrelationen mellan den direkta och den maternella nedärvingen till -0,53. Detta innebär att moderns gener till viss del är antagonistiska till fostrets vilket tolkades som att moderns gener till viss del begränsar fostrets tillväxt. Steinbock *et al.* (2003) skattade också en negativ korrelation mellan den direkta och den

maternella nedärvningen hos kvigor (- 0,09), hos andrakalvare skattades däremot en positiv korrelation (0,22). Berglund och Philipsson (1987) fann att kalvens vikt ökar med moderns vikt till en viss gräns, varefter ökningen i kalvvikt avstannar.

De studier som har utförts på de svenska mjölkkraserna tyder på att kalvvikten har varit relativt konstant de senaste decennierna. Kalvvikten hos SLB kvigor har uppgått till ungefär 40 kg och hos SRB kvigor har födelsevikten varit omkring 35 kg (Philipsson, 1971; Philipsson, 1976a; Berglund & Philipsson, 1987; Hagnestam, 2003). Kalvar som föds vid senare kalvningsnummer har vägt 3-5 kg mer än vid inkalvningen. Philipsson (1976a) fann att SLB hade relativt hög kalvvikt jämfört med andra populationer av Friesian, som generellt är tyngre än andra mjölkkraser.

### **Moderns vikt**

I en studie av Berglund & Philipsson (1987) hade moderns vikt vid födseln inte något direkt samband med kalvningsförloppet vid inkalvningen. Detta bekräftas av Johnson *et al.* (1988) och Arthur *et al.* (2000). Köttaskkvigor som själva var tunga vid födseln löper större risk för att drabbas av kalvningssvårigheter vid inkalvningen än kvigor med lägre födelsevikt (Colburn *et al.*, 1997). Troligtvis beror detta på att de kvigor, som själva hade hög födelsevikt, har större genetiska förutsättningar för att föda tunga kalvar. Enligt den sist nämnda studien hade kvigans vikt vid 12 och 22 månaders ålder ingen effekt på graden av kalvningssvårigheter. I motsats till detta resultat visade King *et al.* (1993) att vikten hos kvigor vid betäckning hade effekt på kalvningsförloppet. En vikt vid betäckningen som motsvarar 75-80 % av inkalvningsvikten visade sig vara optimalt. Naazie *et al.* (1991) skattade en medelhög genetisk korrelation (-0,43) mellan kvigors vikt vid kalvning och kalvningsförloppet vilket innebär att selektion för tyngre kvigor vid inkalvning kan ge lättare kalvningsförlopp. Arvbarheten för kvigors vikt vid kalvning skattades till 0,77.

Statistik från Svensk Mjölk (1970-2003) visar att bröstomfånget har ökat hos SLB och SRB under de senaste 30 åren. Bröstomfånget har hög korrelation (0,83) till kroppsvikten, som därmed kan antas ha ökat under perioden (Jokinen, 2005). De vikter som Jokinen (2005) redovisade för SLB vid olika kalvningsnummer var högre än de som redovisades av Johanson och Berger (2003) och Koenen *et al.* (1999) hos amerikansk respektive holländsk Holstein. En tidig studie av Monterio (1969) redovisade förhållandevis låga vikter för brittisk Friesian, vilket styrker antagandet att vikterna hos kor har stigit de senaste decennierna. Vid jämförelser av vikten hos kor bör dock laktationsstadiet beaktas, då vikten förändras betydligt (Koenen *et al.*, 1999; Jokinen, 2005). Koenen *et al.* (1999) fann att vikten sjönk efter kalvningen och nådde sin lägsta nivå efter ca 5 veckor, varefter vikten steg fram till påföljande kalvning. Trenden var inte lika tydlig i Jokinens studie (2005) men bekräftade att vikten sjunker efter kalvning. Faktorer som ålder, utfodringsintensitet (hull), kalvnings säsong samt laktationsstadium påverkar vikten och bör därför beaktas vid jämförelser av olika studier (Hietanen & Ojala, 1995).

### **Kalvens relativa vikt**

Kalvens födelsevikt i relation till kons vikt vid kalvning, har i flera studier visat sig inverka på kalvningsförloppet och kalvens överlevnad (Monterio, 1969; Berglund & Philipsson, 1987; Arthur *et al.*, 2000; Johanson *et al.*, 2003). Monterio (1969) fann att kalvningssvårigheter till

största delen förekommer vid kombination av stora kalvar och små kor. Resultaten från en studie på amerikansk Holstein visade att den relativa kalvvikten, förhållandet mellan kalvens födelsevikt och kons vikt uttryckt i procent, ligger inom intervallet 4,5 – 9,3 % med ett medel på 6,9 % (Johanson & Berger, 2003). Kalvar med vikter i utkanterna av intervallet hade högst dödlighet och en relativ vikt på 7,2 % gav bäst överlevnad. Johanson *et al.* (2003) fann att en relativ vikt på 6,9 % var optimalt för kalvens livskraft. Dessa resultat stämmer överens med en tidigare svensk studie, utförd på kor av raserna SLB, SRB, Jersey samt korsningsdjur, där en liknande trend påvisades med avseende på kalvningssvårigheter (Berglund & Philipsson, 1987). Resultaten visade allvarligare och mer frekventa kalvningssvårigheter i utkanterna av intervallet för relativa vikten. Arthur *et al.* (2000) skattade korrelationen mellan kalvens relativa vikt och kalvningsförloppet till 0,23-0,44.

## Ras

Det finns markanta skillnader i kalvningsförlopp och dödfödselfrekvens mellan olika raser. Resultaten från de studier som har genomförts tyder på att skillnaderna i kalvningsförlopp mellan raser är relaterat till rasens kroppsstorlek. Stora, tunga raser har generellt mer problem jämfört med lättare raser (Monterio, 1969; Philipsson, 1976a). Denna skillnad kan enligt Monterio (1969) bero på olikheter i förlossningsfysiologi eller att bäckenformen skiljer sig mellan olika raser. Den senare teorin fick stöd av Philipsson (1976d) som angav att kraftigt musklade raser har relativt liten öppning i bäckenet, något som försvårar vid kalvning. Berglund & Philipsson (1987) visade att frekvensen kalvningssvårigheter var högst hos SLB (15,5 %), följt av SRB (11,0 %) och Jersey (0,0 %), vilket stämmer med storleksordningen mellan raserna. Förhållandet stämmer överens med resultaten från en brittisk studie av Friesian, Ayrshire och Jersey (Monterio, 1969). En ökning av andelen Holstein-Friesian gener hos SLB-tjurar har ökat förekomsten av kalvningssvårigheter (Berglund & Philipsson, 1992). Steinbock *et al.* (2003) fann att frekvensen svåra kalvningar var högst då 50 % av faderns gener kom från dessa linjer. Dödfödselfrekvensen steg över medelvärdet för det studerade materialet då andelen Holstein-Friesian steg över 50 % av faderns gener. Andelen dödfödda kalvar är i likhet med frekvensen av kalvningssvårigheter högre hos SLB jämfört med SRB. Philipsson (1976a) påvisade en dödfödselfrekvens på 2,5 % för SLB kor och 6,5 % för SLB kvigor. SRB kvigor hade färre dödfödslar 3,5 % än SLB kvigor, ett förhållande som även visar sig då man slagit samman samtliga kalvningsnummer. I en studie av Berglund & Philipsson (1987) var då frekvenserna 7,1 % och 3,1 % hos SLB respektive SRB.

Ökad inavelsgrad leder generellt till nedsatt fertilitet hos kon och försämrad livskraft hos kalven, och på motsvarande sett innebär korsning av olika raser förbättrad reproduktion och överlevnad till följd av heterosiseffekter. Hur stora korsningseffekterna blir varierar beroende på vilka raser som kombineras (Philipsson, 1977). Dödfödselfrekvensen är lägre för de flesta raskombinationer jämfört med renras, trots att kalvningssvårigheterna i vissa fall ökar. En ökad frekvens av svåra kalvningar kan bero på korsningens effekt på kalvvikten. Philipsson (1977) angav att heterosiseffekten på kalvens födelsevikt generellt är under 5 % men att det kan variera mellan olika raskombinationer. Korsningseffektens inverkan på kalvvikten kan motverka en gynnsam korsningseffekt på kalvningsförlopp och kalvens livskraft. Då SRB och SLB mödrar har korsats med Charolais-tjurar har SRB visat sig ge mindre svårigheter vid kalvning trots att de är mindre i storlek (Philipsson, 1977). Detta förklarades med att SRB-kor har mindre livmoder än SLB och att fostret därför inte har möjlighet att ge uttryck för hela korsningseffekten på dess födelsevikt.

## Kalvningsnummer

Resultat från flera studier har bekräftat att kons storlek och exteriör har stor inverkan på kalvningsförloppet. Dessa faktorer förändras med kons ålder vilket medför att kornas förmåga att föda fram en kalv kan förväntas att variera. Resultaten av de studier som har gjorts inom området visar att kvigor generellt har högre frekvens svåra kalvningar och dödfödslar jämfört med äldre kor (Philipsson, 1977; Berger *et al.*, 1992; Nix *et al.*, 1998; Eriksson *et al.*, 2004). Mellan senare kalvningar finns det inga markanta skillnader i kalvningsförlopp och det diskuteras huruvida kalvningsförloppet hos förstakalvare och andrakalvare ska ses som två genetiskt skilda, men korrelerade egenskaper (Philipsson 1976a, Steinbock *et al.*, 2003). Studier av olika raser har gett skilda resultat vilket kan tyda på att förhållandet även varierar mellan raser. Burfening *et al.* (1979) angav dock i sina resultat att förekomsten av kalvningssvårigheter minskade gradvis hos Simmental. Av förstakalvarna i studien behövde 46 % assistans, 20 % av andrakalvarna och 11 % av de äldre korna. Arthur *et al.* (2000) fann att kvigor som hade svårigheter vid inkalvningen löper signifikant högre risk för svårigheter vid den andra kalvningen än kor som inte hade problem som kvigor. Det förekommer dock även att kor som hade en lätt första kalvning får problem vid följande kalvning. I en studie av Dufour *et al.* (1981) förekom en svår andra kalvning hos 12,9 % av de kor som haft en lätt inkalvning. Kalvningssvårigheter vid både första och andra kalvningen förekom hos 6,7 % av korna.

Hos amerikansk Holstein har Dematawewa & Berger (1997) visat att 28,1 % av förstakalvarna hade svårigheter vid kalvningen, motsvarande värde för kor som kalvade för tredje gången var 12,0 %. I andra studier på kor av mjölkkras har man redovisat en frekvens av kalvningssvårigheter på 40,4 % hos förstakalvare och 13,2 % vid senare kalvningar (Johanson & Berger, 2003) samt 20 % respektive 4 % (Monterio, 1969). Monterios (1969) resultat stämmer väl med dem som har redovisats för de svenska mjölkkraserna, 15,7 % för kvigor och 4,8 % för kor (Philipsson, 1976b). Berger *et al.* (1992) angav att risken för att kvigor skulle behöva assistans vid kalvningen var 12 gånger högre jämfört med risken för kor. Även hos Charolais och Hereford har stora skillnader i kalvningsförlopp registrerats mellan kvigor och äldre kor (Menissier *et al.*, 1981; Eriksson *et al.*, 2004).

I likhet med kalvningssvårigheter, är dödfödslar vanligare vid inkalvningen än vid senare kalvningar. Risken att en kviga får en dödfödd kalv är 2-4 gånger högre jämfört med risken hos kor (Meijering, 1984; Berger *et al.*, 1992; Johanson *et al.*, 2003). Mönstret är detsamma för både kor av mjölk- och köttkras, och även frekvensen är i många fall jämförbar, 6-7 % hos kvigor och 2-4 % hos kor (Philipsson, 1976a; Nix *et al.*, 1998; Eriksson *et al.*, 2004). En anledning till att frekvensen kalvningssvårigheter är högre för kvigor än för kor, kan vara att kvigor vanligtvis inte är fullvuxna vid inkalvningen. Detta innebär att den relativa kalvvikten är högre för kvigor jämfört med för korna, trots att de föder lättare kalvar (Monterio, 1969; Philipsson, 1976b; Johanson & Berger, 2003). Johanson & Berger (2003) fann att den relativa kalvvikten var 7,5 % hos kvigor och sjönk till 6,5 % vid senare kalvningar. Förutom skillnaden i vikt mellan den första och den andra kalvningen, sker även en betydande utveckling av skelettet (Philipsson, 1976b). En viktig faktor är storleken på bäckenet som ökar då djuret blir äldre vilket underlättar kalvningsförloppet (Monterio, 1969; Nix *et al.*, 1998).

## Kalvens kön

Kalvens kön har visat sig ha en direkt inverkan på kalvningsförloppet och på kalvens överlevnad (Menissier *et al.*, 1981; Manfredi *et al.*, 1991; Berger *et al.* 1992; Colburn *et al.*, 1997). Frekvensen av kalvningssvårigheter och dödfödslar är betydligt vanligare hos tjurkalvar jämfört med hos kvigkalvar (Meijering, 1984). En bidragande orsak till detta tros vara tjurkalvarnas högre födelsevikter (Philipsson, 1976a). I en studie som har utförts på SLB, SRB och SKB fann man att skillnaden i födelsevikt mellan könen var likartad mellan raserna, 1-2 kg, dock var SLB kalvar generellt något tyngre än övriga (Philipsson, 1976b). Det finns dock skillnader mellan könen även då kalvar av samma vikt jämförs vilket kan bero på morfologiska skillnader mellan könen. En annan möjlighet är att den hormonella inverkan på födelseprocessen skiljer sig mellan könen (Philipsson, 1976a). I Philipssons studie (1976b) visade det sig att skillnaden i kalvningssvårigheter mellan tjur- och kvigkalvar i samma viktklass var 6,5 %. Motsvarande värde för dödfödselfrekvensen var 2,5 %.

Philipsson (1976a) angav att kalvningssvårigheter förekommer två gånger oftare hos tjurkalvar jämfört med hos kvigkalvar. Hos SLB kvigor var frekvenserna 20 respektive 10 %. Denna relation överrensstämmer med Echternkamp & Gregorys (1999) resultat samt med resultaten som Berger *et al.* (1992) erhöll. De visade att chansen för en icke-assisterad födsel var 1,45 gånger högre för kvigkalvar. Johanson & Berger (2003) erhöll lägre siffror i sin studie på Holstein, där tjurkalvar hade 25 % högre behov av assistans. I en studie med korsningskalvar (mjölkkras x köttras) krävde tjurkalvar fyra gånger mer assistans än kvigkalvar (Dufour *et al.*, 1981). Meijering (1983) angav att dödfödelse generellt förekommer dubbelt så ofta för tjurkalvar jämfört med för kvigkalvar. Hos SLB kvigor har ett förhållande på 8 % hos tjurkalvar och 5 % hos kvigkalvar redovisats, och i en studie av köttraser var motsvarande frekvenser 7 % respektive 3 % (Philipsson, 1976b; Nix *et al.*, 1998).

## År och säsong

Kalvnings säsongen har i ett flertal studier visat sig påverka kalvningsförloppet. Johanson & Berger (2003) angav att risken för svåra kalvningar var 15 % högre under vintern jämfört med under sommaren. Meijering (1984) angav att högre födelsevikter hos kalvar födda vintertid kan vara en faktor som bidrar till denna fördelning. Vidare ansågs ökat dagsljus, kortare dräktighetstider och mer motion under betessäsongen ha positiv påverkan på kalvningsförloppet. Philipsson (1976b) visade att kalvningsförloppet var mest gynnsamt under perioden maj-oktober. Studien visade, i motsats till ovan nämnda, att säsongsvariationen kvarstod då man tagit hänsyn till variationen i födelsevikt och dräktighetstid.

## Dräktighetens längd

Inverkan av dräktighetstidens längd på förekomsten av kalvningssvårigheter och dödfödslar har visats i ett flertal studier. Philipsson (1976c) och McGuirk *et al.* (1999) fann icke-linjära samband mellan dräktighetstidens längd och frekvensen av kalvningssvårigheter samt dödfödslar. McGuirk *et al.* (1999) visade att den optimala dräktighetstiden för Holstein-Friesian kor, med avseende på kalvningsförlopp och dödfödselfrekvens, var tre dagar kortare än genomsnittet för rasen. För SLB har en dräktighetstid på 268 dagar visat sig vara optimalt med avseende på kalvningsförloppet, och för dödfödselfrekvensen har en dräktighetstid på

278 dagar visats sig vara mest fördelaktig (Philipsson, 1976c). Vid korta dräktighetstider kan kalven vara outvecklad och svag vid födseln vilket försämrar dess chanser att överleva. Det kan även förekomma att kalven dör innan kalvningen påbörjas, något som enligt Meijering (1984) inträffar i 6-15 % av fallen med dödfödda kalvar. Förlängda dräktighetstider innebär en markant ökad risk för problem vid kalvningen. Detta är troligen en konsekvens av fostrets tillväxt. Störvuxna kalvar leder vanligtvis till svårare kalvningar och för varje dag som dräktigheten förlängs ökar kalvens vikt med 0,3-0,4 kg (Philipsson, 1976a; McGuirk *et al.*, 1999). Hansen (2004) fann att dräktighetens längd var 1,1 dagar längre vid födsel av tjurkalv jämfört med då en kvigkalv föddes.

Friesiska kor har generellt sett korta dräktighetstider och SLB har kortare dräktighet än SRB. Berglund & Philipsson (1987) fann att skillnaden i dräktighetstid var omkring tre dagar vilket stämmer överens med en tidigare utförd studie av Philipsson (1976a). Dräktighetstidens längd påverkas även av kons ålder. Vid en ökning av inkalvningsåldern från 22 till 36 månaders ålder ökar dräktighetstiden med 3,5 dagar (Hansen, 2004). Förstakalvande SRB och SLB har tre dagar kortare dräktighet än vid senare kalvningar (Berglund & Philipsson, 1987). Även kvigans storlek har visat sig ha betydelse för dräktighetstidens längd. Wautlet *et al.* (1990) fann att kvigor som selekterades för stor kroppsstorlek hade längre dräktighet än de kvigor som selekterades för liten storlek. Dräktighetstiden påverkas även av årstiden. Hansen (2004) påvisade en 0,7-1,9 dagars förkortning av dräktighetstiden under sommarmånaderna, maj-augusti, jämfört med under vintermånaderna, november-mars.

Hansen (2004) skattade den direkta arvbarheten för dräktighetens längd hos dansk Holstein till 0,42 och den maternella arvbarheten till 0,07. Philipsson (1976c) skattade motsvarande arvbarheter hos SLB till 0,5 respektive 0,13. Den genetiska korrelationen mellan dräktighetstid och kalvningsförlopp skattades till 0,2-0,4 (Philipsson, 1976c). I samma studie skattades motsvarande korrelation mellan dräktighetstid och dödfödselfrekvensen till 0,2-0,3.

## **Fosterläge**

Onormalt fosterläge vid födseln är en viktig orsak till kalvningssvårigheter och dödfödslar. Det felläge som förekommer mest frekvent är sätesbjudning (Philipsson, 1976a; Hagnestam, 2003). Den största andelen av sätesbjudningarna registreras som "normalt bakläge", men felaktigt böjda ben och huvud förekommer också, och dessa försvårar kalvningsförloppet. Philipsson (1976a) angav att baklägen utgjorde mer än 70 % av samtliga fellägen, vilket styrks av Hagnestam (2003) som redovisade 65 % baklägen av samtliga fellägen. Felaktiga fosterlägen leder till kalvningssvårigheter i två tredjedelar av fallen och till dödfödsla i en tredjedel av fallen (Philipsson, 1976a). Onormala fosterställningar är vanligare hos SLB än hos SRB och ungefär två gånger vanligare hos kvigor än hos kor (Philipsson, 1976a; Berglund & Philipsson, 1987). Förekomsten av fellägen varierar mellan 3,5-11,5 % hos SRB och SLB och mellan 0,9-4,5 % hos kor av kötttras (Philipsson, 1976a; Berglund & Philipsson, 1987; Gregory *et al.*, 1996; Nix *et al.*, 1998; Echtenkamp & Gregory, 1999). Kalvar som har onormal fosterställning vid födseln väger i genomsnitt mer än vad som är normalt för rasen och har högre relativ vikt. En förklaring till detta kan vara att stora kalvar har ont om plats i livmodern och har därför svårt att orientera sig rätt inför kalvningen (Philipsson, 1976a; Berglund & Philipsson, 1987). Kalvens kön påverkar inte förekomsten av felaktiga fosterlägen hos ensamfödda kalvar (Berglund & Philipsson, 1987; Echtenkamp & Gregory, 1999).



## Övriga faktorer

### *Moderns exteriör*

Många studier har gjorts för att fastställa om det finns exteriöra mått med hög korrelation till kalvningssvårigheter. Generellt har resultaten dock visat låga till medelhöga genetiska korrelationerna (-0,02–0,45) mellan dessa egenskaper (Schlote & Hassig, 1979; Ali *et al.*, 1984; Naazie *et al.*, 1991). Philipsson (1976d) fann till skillnad från ovan nämnda studier korrelationer mellan kalvningsförloppet och specifika mått på bakdelen hos SRB- och SLB-kvigor, som var medel till höga (0,3-0,7). Studien visade att ett så kallat takformat kors, liksom väl tilltagen bredd mellan höftbensknölnarna var gynnsamt för kalvningsförloppet vilket styrks av Ali *et al.* (1984). Bäckaren är den egenskap som har visat sig ha störst påverkan på kalvningsförloppet genom att vara begränsande för hur stor kalv som kan födas fram (Menissier *et al.*, 1981; Johnson *et al.*, 1988; Naazie *et al.*, 1991; Nix *et al.*, 1998). Studier av bäckenmått på kvigor under uppväxten, har visat att dessa endast har ett svagt samband med kalvningsförloppet och därför inte kan användas som indikator på problem vid kommande kalvning (Gaines *et al.*, 1993; Colburn *et al.*, 1997). Enligt Gaines *et al.* (1993) kan detta vara ett resultat av den höga graden av variation i bäckentillväxt som har noterats.

### *Kalvens exteriör*

Kalvens exteriör har i flera studier visat sig ha betydelse för kalvningsförloppet (Schlote & Hassig, 1979; Dufour *et al.*, 1981; Menissier *et al.*, 1981; Colburn *et al.*, 1997). De exteriöra mått som tycks ha störst betydelse är huvudets storlek, skulderbredd och bröstdjup (Schlote & Hassig, 1979; Dufour *et al.*, 1981; Menissier *et al.*, 1981; Colburn *et al.*, 1997). Generellt har långa, smala kalvar visat sig ge lättare kalvningar än mer kompakt byggda kalvar (Philipsson, 1976d). Flera studier har dock visat att sambandet mellan kalvens kroppsform och kalvningsförloppet är försumbart då mätningarna korrigeras för kalvvikt, vilket innebär att exteriöra mått endast har betydelse vid jämförelse av kalvar med samma födelsevikt (Menissier *et al.*, 1981; Nugent *et al.*, 1991; Colburn *et al.*, 1997). En skillnad i exteriör mellan tjur- och kvigkalvar i samma viktklass har visat sig vara bröstvidden som är större hos tjurkalvarna (Philipsson, 1976d).

Den relativa skillnaden i storlek mellan kalven och vissa mått på modern har i flera studier visat sig vara den viktigaste faktorn vid kalvningssvårigheter (Berglund & Philipsson, 1987; Dufour *et al.*, 1981; Naazie *et al.*, 1991; Nix *et al.*, 1998). Nix *et al.* (1998) angav att de flesta fallen av kalvningssvårigheter var ett resultat av inkompatibilitet mellan kalvens storlek och storleken på moderns bäcken, vilket överrensstämmer med tidigare erhållna resultat av (Menissier *et al.*, 1981). Philipsson (1976d) fann att de viktigaste exteriöra faktorerna var höjden på moderns bäcken samt kalvens bröstdjup.

### *Tjurens vikt och exteriör*

Förutom kon, så har tjuren inverkan på kalvningsförloppet till följd av den tillväxtpotential som han nedärver (Menissier *et al.*, 1981). Stora tjurar ger generellt höga födelsevikter och då mjölkkor insemineras med stora Friesiska tjurar eller med tjurar av kötttras har frekvensen av kalvningssvårigheter visat sig öka (Monterio, 1969; Reynolds *et al.*, 1990). Schlote & Hassig (1979) skattade låga positiva korrelationer mellan exteriöra mått hos tjuren och kalvningsförloppet. Bröstomfång och kroppsvikt var de egenskaper som visade sig ha högst korrelation till kalvningsförloppet, 0,15 respektive 0,12. Motsvarande korrelationer har hos kvigor skattats till 0,22 (Schlote & Hassig, 1979) och -0,43 (Naazie *et al.*, 1991).

### *Ålder vid inkalvning*

Kvigans ålder vid inkalvning har i flera studier visat sig inverka på kalvningsförloppet och på kalvens livskraft (Philipsson, 1976b; Philipsson *et al.*, 1979; Berger *et al.*, 1992; Steinbock *et al.*, 2003). Generellt tycks det finnas en optimal inkalvningsålder då problemen i samband med kalvningen är som lägst. Unga kvigor riskerar att vara outvecklade vid födseln, och anledningen till att äldre kvigor oftare har svåra kalvningar kan bero på att de ansätter mer fett vilket kan utgöra ett hinder för kalven, och dessutom blir bäckenet mindre flexibelt till följd av förbening (Philipsson, 1976b).

### *Tvillingfödelse*

Studier gjorda på tvillingfödda kalvar har visat en högre frekvens av svåra kalvningar hos dessa födslar jämfört med födsel av en kalv (Simensen, 1982; Gregory *et al.*, 1996; Echterkamp & Gregory, 1999). Merparten av problemen orsakades av missbildningar, något som är vanligare förekommande hos tvillingar än hos ensamfödda. Tvillingfödda kalvar har lägre födelsevikt än ensamfödda kalvar men Gregory *et al.* (1996) visade att den totala kalvvikten, angiven som antal kg kalv som kon producerar, var 53 % högre vid tvillingfödelse. Det begränsade utrymmet i livmodern kan därför innebära att fostrens förmåga att orientera sin position försämras (Gregory *et al.*, 1996; Echterkamp & Gregory, 1999). Philipsson (1976a) redovisade resultat som skiljer sig från ovanstående beskrivna studier. Andelen svåra kalvningar vid tvillingfödelse hos förstakalvande SLB visade sig vara lägre än vid födsel av en enkelfödd kalv och vid senare kalvningar var frekvensen av kalvningssvårigheter densamma för tvilling- och ensamfödda kalvar.

### *Utfodringsintensitet*

Utfodringsintensitetens betydelse för kalvningsförloppet har studerats i ett flertal studier och resultaten har sammanfattats av Meijering (1984). Kraftigt begränsad fodergiva till kvigor under dräktighetstidens tre sista månader resulterade i att kvigornas viktökning upphörde och kalvarnas födelsevikter blev lägre än normalt. Kalvningsförloppet förblev i vissa studier opåverkat, i andra studier innebar det reducerade foderintaget en högre frekvens av kalvningssvårigheter. Troligtvis var outvecklade bäcken förklaringen till detta. Kor påverkades mindre av reducerade fodergivor än kvigor. Överutfodring som ledde till övervikt hos kvigor och kor påverkade inte kalvens födelsevikt. Kalvningsförloppet försvårades dock till följd av fettansättning vid bäckenet. Philipsson (1976d) påvisade ökad frekvens av kalvningssvårigheter hos såväl extremt överviktiga som underviktiga kvigor.

# MATERIAL OCH METODER

## Djurmaterial och registreringar

Studien bygger på data som har registrerats under perioden januari 1993 tom maj 2004. Samtliga registreringar har utförts på Institutionen för husdjursgenetik försöksbesättning vid Jälla Naturbruksgymnasium. Besättningen består av ca 100 mjölkkor, främst av raserna SLB och SRB, på vilka ett selektionsförsök bedrivs. Selektionslinjerna avlas för hög respektive låg fetthalt vid lika och hög total energikoncentration i mjölken. Jokinen visade i sitt examensarbete (2005) att låglinjen hade högre vikter jämfört med höglinjen. Till följd av detta delades SRB in i två grupper, vilket medförde att tre "raser" analyserades; SRB-låg, SRB-hög och SLB. Den genomsnittliga inkalvningsåldern i besättningen var ca 31 månader. I Tabell 1 visas hur kalvningarna var fördelade över kalvningsnummer inom ras/selektionslinje.

Tabell 1. Antal kalvningar inom respektive kalvningsnummer för SLB och SRB selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken

Ras	Totalt	Kalvningsnummer			
		1	2	3	≥ 4
SLB	295	126	90	42	37
SRB-låg	268	109	75	49	35
SRB-hög	244	92	73	44	35

För denna studie användes information om korna, såsom härstamning, födelsedatum, ras, selektionslinje (hög eller låg fetthalt i mjölken) och kalvningsintervall (12 alternativt 15 månader) samt datum för inseminering och tjurens ras. I samband med kalvningen registrerades kalvningsdatum, kalvningsförlopp, fosterläge, livskraft hos kalven, kalvens kön, enkelfödsel eller tvillingfödsel. Vidare registrerades kons vikt efter kalvningen samt vägningsdatum och kalvens födelsevikt.

Kalvningsförloppet registrerades med en fyrgradig skala, där kons behov av assistans låg till grund för bedömningen. De fyra graderna var; mycket lätt kalvning (ingen draghjälp), lätt kalvning (draghjälp av en till två personer, bedömd som lätt kalvning), svår kalvning (draghjälp av minst två personer, bedömd som svår kalvning) och mycket svår kalvning (veterinäringripande var nödvändigt). Övervakade kalvningar där kalven fötts levande registrerades som lätt. Vid registrering av kalvens livskraft var definitionen av dödfödsel att kalven var död vid födseln eller dog inom 24 timmar. Fosterlägen registrerades och delades in enligt fyra kriterier; normalt framläge, normalt bakläge, lättare felläge (något ben åt fel håll) samt svårt felläge.

## Redigering av materialet

Studien baserades på registreringar från 807 kalvningar, fördelade på 295 SLB och 512 SRB. För att kalvningen skulle vara relevant för studien krävdes uppgift om moderns ras och i de fall denna angavs vara annan än SRB eller SLB utslöts kalvningen. För SRB krävdes även information om selektionslinje och samtliga kor i studien skulle ha information om kalvningsintervallet. I de fall information om kalvningsintervall saknades hos försökskorna sattes detta till 12 månader. Vidare skulle tjuren vara av samma ras som kon. I de fall där uppgift om kons vikt efter kalvningen och/eller kalvens födelsevikt saknades utslöts kalvningen, vilket även gjordes då information om kalvningsförloppet saknades. För att kons

vikt skulle räknas som ”vikt vid kalvning” skulle vägningen ha gjorts inom tio dagar. I de fall kornas vikter underskred 500 kg kontrollerades den specifika individen. Endast i två fall kunde uppenbara felregistreringar raderas, i övrigt rörde det sig om små kvigor som även hade relativt låg vikt vid senare kalvningar. Då dräktighetstiden underskred 256 dagar eller överskred 307 dagar uteslöts kalvningen, vilket medförde att extremt låga födelsevikter utgick. Den relativa vikten beräknades genom att dividera kalvens födelsevikt med kons vikt vid kalvningen. Samtliga tvillingfödslar uteslöts och fosterlägen som avvek från normalt framläge ansågs vara fellägen.

Året delades in i tre kalvningssäsonger; januari-april, maj-augusti och september-december. Till grund för indelningen låg dagsljusets längd (ökad alternativt minskad) samt betessäsongen. De senaste registreringarna gjordes i maj år 2004, registreringarna från detta år slogs ihop med år 2003.

### Statistisk analys

Analyserna av materialet utfördes i dataprogrammet SAS (version 8,02). För att beräkna medelvärden användes PROC MEANS och för att erhålla frekvenser utnyttjades PROC FREQ. Variansanalyser av födelsevikt, relativ vikt (kalv/ko), kalvningsförlopp och dödfödelse utfördes med hjälp av PROC MIXED.

Vid variansanalyserna av de fyra egenskaperna användes följande modell:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + r_i + i_j + m_{(ij)k} + l_l + k_m + a_n + s_o + as_{no} + rl_{il} + rk_{im} + e_{ijklmnop}$$

där

$Y_{ijklmnop}$	= $ijklmnop$ :te observationen av födelsevikt (uttryckt i kg), relativ vikt (uttryckt i %), kalvningssvårigheter (1- 4) eller dödfödelse (1, 2)
$\mu$	= minsta kvadratmedelvärde
$r_i$	= fix effekt av ras/selektionslinje, $i = 1-3$
$i_j$	= fix effekt av kalvningsintervall, $j = 1, 2$
$m_{(ij)k}$	= slumpmässig effekt av ko nästads inom ras/selektionslinje och kalvningsintervall, $\sim \text{IND}(0, \sigma_m^2)$
$l_l$	= fix effekt av laktationsnummer, $l = 1-4$
$k_m$	= fix effekt av kalvens kön, $m = 1, 2$
$a_n$	= fix effekt av år, $n = 1-11$
$s_o$	= fix effekt av säsong, $o = 1-3$
$as_{no}$	= fix effekt av samspelet mellan år och säsong
$rl_{il}$	= fix effekt av samspelet mellan ras/selektionslinje och laktationsnummer
$rk_{im}$	= fix effekt av samspelet mellan ras/selektionslinje och kalvens kön
$e_{ijklmnop}$	= slumpmässig residualeffekt, $\sim \text{IND}(0, \sigma_e^2)$

Kalvens födelsevikt, kalvningsförloppet och kalvens livskraft analyserades även med modeller där regressioner inkluderades. Vid analyserna av kalvens födelsevikt inkluderades en regression av moderns vikt efter kalvningen i modellen, då moderns vikt kan antas ha en inverkan på kalvens vikt. Då både kalvvikt och relativ vikt kan tänkas inverka på kalvningsförloppet och på kalvens livskraft inkluderades dessa båda vikter i separata modeller vid analysen av egenskaperna. Relevanta samspel testades vid analyserna av samtliga

egenskaper, men endast samspelet mellan år och säsong visade sig ha effekt, och då endast på kalvens födelsevikt. De övriga två samspelet som ingick i den slutgiltiga modellen togs med för att erhålla korrigerade medelvärden för kombinationsklasserna av dessa effekter.

Förutom ovanstående variansanalyser utfördes även analyser av dräktighetstid samt fosterläge. De effekter som antogs beskriva dessa variabler var; år och säsong, ras/selektionslinje, kalvningsnummer, kalvningsintervall, kalvens kön samt kalvvikt alternativt relativ vikt.

## RESULTAT

Andelen svåra kalvningar och dödfödslar var högst hos SLB och då samtliga kalvningsnummer slogs samman uppgick frekvenserna till 11,2 % respektive 8,1 %. Frekvensen kalvningssvårigheter var ungefär lika hög hos de båda SRB-linjerna, 3,0 % för låglinjen och 3,3 % hos höglinjen. Dödfödselfrekvensen skilde sig däremot mellan selektionslinjerna och var dubbelt så hög hos SRB-hög (4,5 %) jämfört med SRB-låg (2,2 %). Kalvningarnas fördelning med avseende på kalvningsförlopp och kalvens livskraft visas i Tabell 2.

Tabell 2. Kalvningarnas fördelning med avseende på kalvningsförlopp och kalvens livskraft

Ras/ linje	Kalvningsförlopp				Livskraft			
	Lätt/normal		Svår/mkt svår		Levande		Dödfödd	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
SLB	262	88,8	33	11,2	271	91,9	24	8,1
SRB-låg	260	97,0	8	3,0	261	97,8	6	2,2
SRB-hög	236	96,7	8	3,3	233	95,5	11	4,5

Kvigor hade generellt mer problem än kor, men det låga antalet observationer medförde att de procentuella andelarna var osäkra. Resultaten tydde dock på att SLB-kvigorna hade högst frekvens av både kalvningssvårigheter och dödfödslar, 18,3 % respektive 13,5 %. Hos SRB-kvigorna hade låglinjen något högre frekvens kalvningssvårigheter än höglinjen (7,3 % respektive 6,5 %). Förhållandet var det motsatta för andelen dödfödda kalvar. Hos SRB-hög kvigorna var 6,5 % av kalvarna dödfödda och motsvarande siffra för låglinjen var 2,8 %. SLB korna hade högre andel kalvningssvårigheter (5,9 %) än de båda SRB-linjerna, där frekvensen var 1,3 % hos kor av höglinjen, för låglinjekorna fanns inte några svåra kalvningsförlopp registrerade. Andelen SLB kor som födde döda kalvar var 4,1 %, hos SRB-hög och -låg var motsvarande andel 3,3 % respektive 1,9 %.

I samband med svåra/mycket svåra kalvningar var andelen dödfödslar 49,0 %, jämfört med 2,3 % vid lätta/normala kalvningar. Majoriteten av de dödfödda kalvarna (58,5 %) föddes vid ett svårt eller mycket svårt kalvningsförlopp.

### Variansanalyser

Resultat från variansanalyserna av födelsevikt, relativ vikt, kalvningsförlopp samt dödfödslar redovisas i Tabell 3. Analyser inklusive de regressioner som var relevanta för respektive egenskap visas i Tabell 4. Analyserna visade inte något signifikant samspel mellan ras/selektionslinje och kalvningsnummer eller mellan ras/selektionslinje och kalvens kön.

Tabell 3. Signifikansnivåer (p-värden) från variansanalyser av födelsevikt, relativ vikt (kalv/ko), kalvningsförlopp samt dödfödelse

Variationsorsak	f.g.	p-värden för			
		Födelsevikt	Relativ-vikt	Kalvningsförlopp	Dödfödelse
Ras/linje	2	<0,0001	0,0248	0,0063	0,0428
Ko	396	<0,0001	<0,0001	0,0032	0,2282
Kalvningsnummer	3	<0,0001	0,0002	<0,0001	0,0335
Kalvens kön	1	<0,0001	<0,0001	0,0084	0,0220
Kalvningsintervall	1	0,0419	0,4604	0,6635	0,9436
År	10	0,0168	0,7460	0,6169	0,5830
Säsong	2	0,0322	0,4733	0,8753	0,7050
År*säsong	20	0,0027	0,1721	0,8353	0,1429

Tabell 4. Signifikansnivåer (p-värden) från variansanalyser av födelsevikt, kalvningsförlopp samt dödfödelse, då regressioner hade inkluderats i modellen

Variationsorsak	f.g.	p-värden för				
		Födelsevikt	Kalvningsförlopp	Kalvningsförlopp	Dödfödelse	Dödfödelse
Ras/linje	2	0,0015	0,0506	0,5435	0,1125	0,3240
Ko	396	<0,0001	0,0043	0,0057	0,2264	0,2282
Kalvningsnummer	3	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0604	0,0337
Kalvens kön	1	<0,0001	0,1633	0,1015	0,0206	0,0153
Kalvningsintervall	1	0,0474	0,3802	0,6298	0,8436	0,9198
Moderns vikt						
linjär regression	3	0,0012				
kvadratisk regression	3	0,0025				
Födelsevikt						
linjär regression	3		0,0985		0,0750	
kvadratisk regression	3		0,0986		0,0818	
Relativ vikt						
linjär regression	3			0,3738		0,0808
kvadratisk regression	3			0,2602		0,0645
År	10	0,0981	0,7640	0,5649	0,6407	0,6043
Säsong	2	0,1010	0,7363	0,8717	0,6786	0,6574
År*säsong	20	0,0053	0,8123	0,8762	0,1424	0,1188

Modellen för variansanalyserna av dräktighetens längd och fostrets läge innehöll följande effekter; år och säsong, ras/selektionslinje, kalvningsnummer, kalvningsintervall, kalvens kön samt kalvvikt alternativt relativ vikt. För dräktighetens längd var den linjära regressionen av både kalvvikt och relativ vikt signifikant. Då modellen inkluderade kalvvikt var effekten av år och ras/selektionslinje signifikant, till skillnad från då modellen innehöll relativ vikt. Effekten av kalvens kön visade sig dock då vara signifikant.

Varken kalvvikt eller relativ vikt hade någon signifikant effekt på fosterläget. Däremot närmade sig effekten av ras/selektionslinje samt kalvningsnummer signifikans ( $p < 0,0762$  respektive  $p < 0,0857$ ) då modellen inkluderade kalvvikt. Vid korrigering för den relativa vikten hade endast ras/selektionslinje signifikant effekt på fosterläget.

## Kalvens födelsevikt

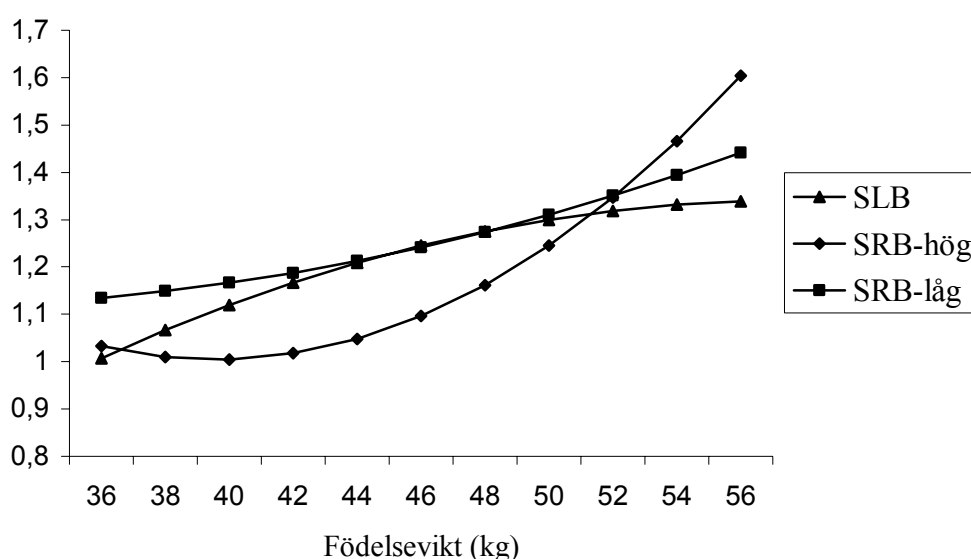
Vid svår/mycket svår kalvning var den okorrigerade födelsevikten högre än vid lätt/normalt kalvningsförlopp. Skillnaden var likvärdig hos SLB och höglinjen, 2 kg respektive 1,8 kg, men hos låglinjen var motsvarande differens 0,9 kg. Skillnaden i okorrigerade medelvikt mellan dödfödda och levande kalvar varierade mellan raserna/selektionslinjerna. Hos låglinjen vägde dödfödda kalvar 3,4 kg mindre än levande, och hos SLB var motsvarande siffra 0,4 kg. Ingen skillnad påvisades hos höglinjen. Okorrigerade medelvikter för de tre raserna/selektionslinjerna vid lätta respektive svåra kalvningar samt vid levande respektive dödfödd kalv redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Födelsevikten (kg) vid lätta och svåra kalvningar samt vid levande respektive dödfödd kalv hos SLB och SRB, selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken (okorrigerade medelvikter)

Ras/ linje	Kalvningsförlopp				Livskraft			
	Lätt/normalt		Svår/mkt svår		Levande		Dödfödd	
	x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.
SLB	45,5	6,1	47,5	6,3	45,7	6,2	45,3	6,1
SRB-låg	41,5	5,2	42,4	6,4	41,6	5,2	38,2	6,6
SRB-hög	41,1	5,1	42,9	7,3	41,2	5,1	41,2	7,5

Effekten av kalvens födelsevikt på graden av kalvningsvårigheter och på kalvens livskraft närmade sig signifikans ( $p=0,0986$  respektive  $p=0,0818$ ). Figur 1 visar födelseviktens inverkan på kalvningsförloppet. Hos SLB ökade graden av kalvningsvårigheter med ökad kalvvikt men tycktes stagnera vid en vikt på omkring 50 kg. Födelseviktens inverkan på kalvningsvårigheterna hos SRB-linjerna skiljde sig mot SLB, men även mellan selektionslinjerna fanns det skillnader. Hos höglinjen fanns det en optimal födelsevikt med avseende på kalvningsförloppet som var ca 40 kg. Effekten hos låglinjen var i det närmaste linjär och kalvningsförloppet försvårades med ökad kalvvikt.

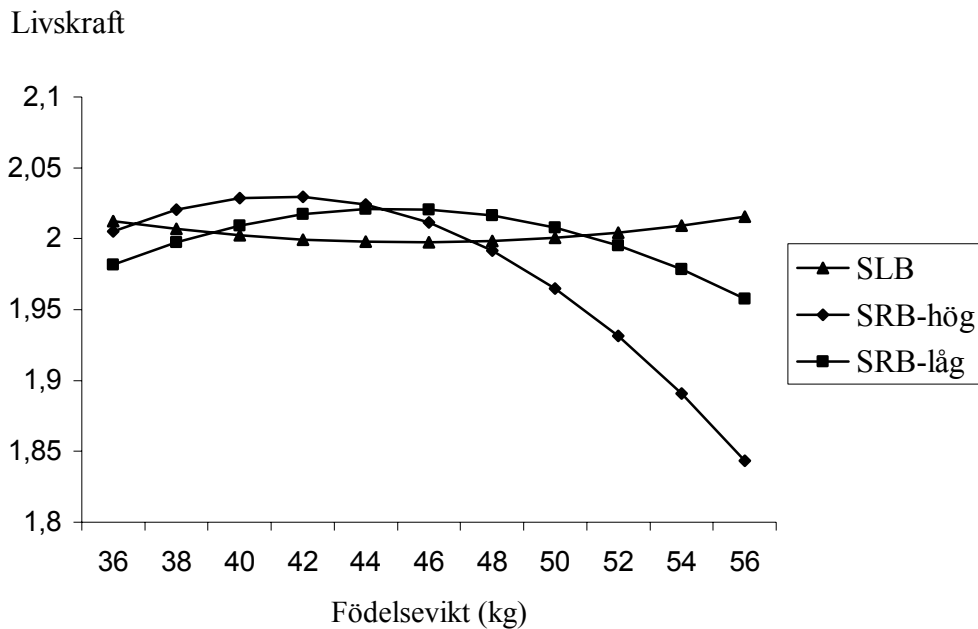
### Kalvningsförlopp



Figur 1. Regressionen av kalvningsförloppet på kalvvikten (1= mycket lätt kalvning, 2=lätt kalvning, 3= svår kalvning och 4=mycket svår kalvning)



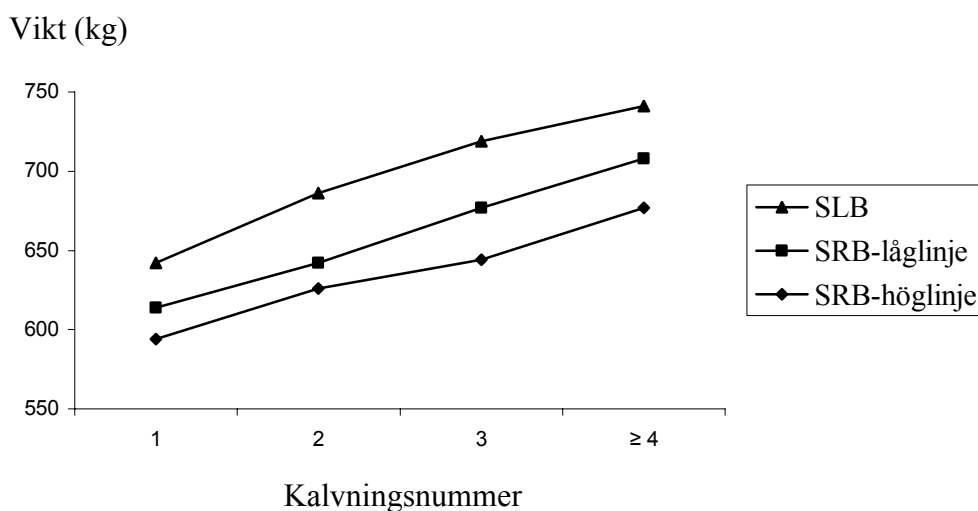
Födelseviktens inverkan på kalvens livskraft visas i Figur 2 och man kan där se en skillnad mellan raserna. Hos SLB var kurvan relativt konstant, om än något kurvlinjär. De två linjerna av SRB visade däremot att livskraften var som högst vid en kalvvikt på omkring 42 kg och 45 kg för hög- respektive låglinjen.



Figur 2. Regressionen av kalvens livskraft på födelsevikten (1=dödfödd, 2=levande)

### Moderns vikt

Den genomsnittliga vikten hos kor var högst hos SLB,  $679 \pm 69$  kg, för SRB-låg och SRB-hög var motsvarande vikt  $646 \pm 75$  kg respektive  $625 \pm 74$  kg. Figur 3 visar hur kornas vikt efter kalvning förändras vid stigande kalvningsnummer.



Figur 3. Viktsförändring vid stigande kalvningsnummer hos SLB samt SRB selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken (Okorrigerade medelvärden)

En jämförelse av de okorrigerade vikterna som erhöles från korna som ingick i denna studie och de som erhöles av Berglund och Philipsson (1987) visas i Tabell 6. Båda studierna har genomförts på Institutionen för husdjursgenetik's försöksbesättning under perioden 1976-1983 respektive 1993-2003. Berglund och Philipsson (1987) studerade 303 kalvningar hos 101 kor av raserna SRB och SLB. Inkalvningsåldern var dock lägre än i föreliggande studie, 25 månader jämfört med 31 månader, vilket påverkar vikten. Definitionen av kalvningsförlopp respektive dödfödsel var densamma, liksom klasserna för kalvningsnummer (1, 2, 3,  $\geq 4$ ). Resultaten visar att korna i föreliggande studie väger 130-190 kg mer, beroende på ras/selektionslinje och kalvningsnummer. Den största viktskillnaden finns hos SLB, men procentuellt sett var skillnaden högst hos låglinjen, följt av SLB och höglinjen. Skillnaden mellan raserna var oberoende av kalvningsnummer. Skillnaden mellan studierna var störst vid jämförelse av inkalvningsvikten, vid stigande kalvningsnummer minskade skillnaderna successivt.

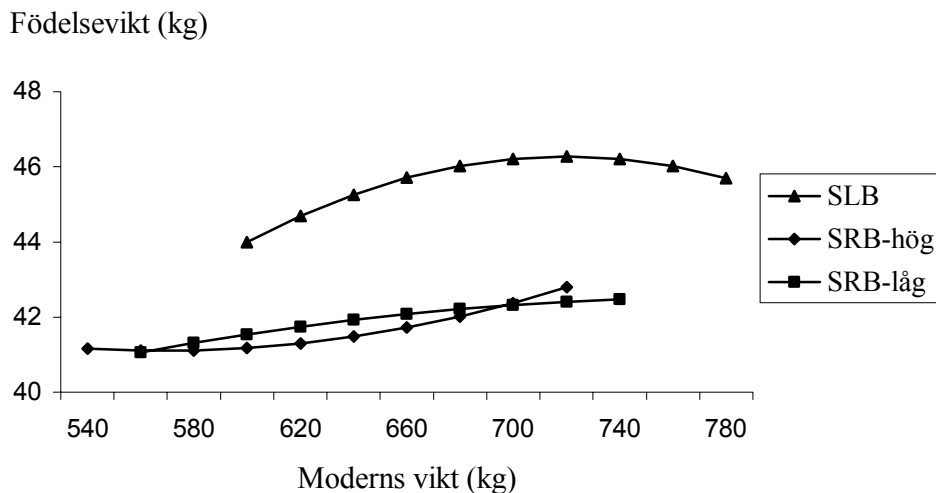
Tabell 6. Jämförelse av okorrigerade vikter (kg) efter kalvning hos kor vid två studier vid institutionens försöksbesättning, utförda på material insamlat under perioden 1993-2003 respektive 1976-1983

Kalvningsnummer	Ras/selektionslinje	Medelvikt*	Medelvikt**
1	SLB	642	451
	SRB		429
	SRB-låg	614	
	SRB-hög	594	
2	SLB	686	520
	SRB		477
	SRB-låg	642	
	SRB-hög	626	
3	SLB	719	567
	SRB		515
	SRB-låg	677	
	SRB-hög	644	
$\geq 4$	SLB	741	606
	SRB		561
	SRB-låg	708	
	SRB-hög	677	

\* Resultat från denna studie

\*\* Berglund & Philipsson (1987)

Moderns vikt hade signifikant effekt på kalvens födelsevikt och i Figur 4 åskådliggörs hur moderns vikt påverkar kalvvikten hos de olika raserna/selektionslinjerna. Antalet observationer minskade vid de lägsta, respektive högsta vikterna och därmed säkerheten i dessa punkter. Figuren visar att SLB kalvarnas födelsevikter ökar med stigande kovikt upp till omkring 740 kg. Låglinjens födelsevikter följer samma mönster som SLB kalvarna men kurvan är flackare. Födelsevikterna hos höglinjen ökade då moderns vikt översteg ca 600 kg.



Figur 4. Regressionen av kalvens födelsevikt på moderns vikt hos SLB och SRB selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken

### Kalvens relativa vikt

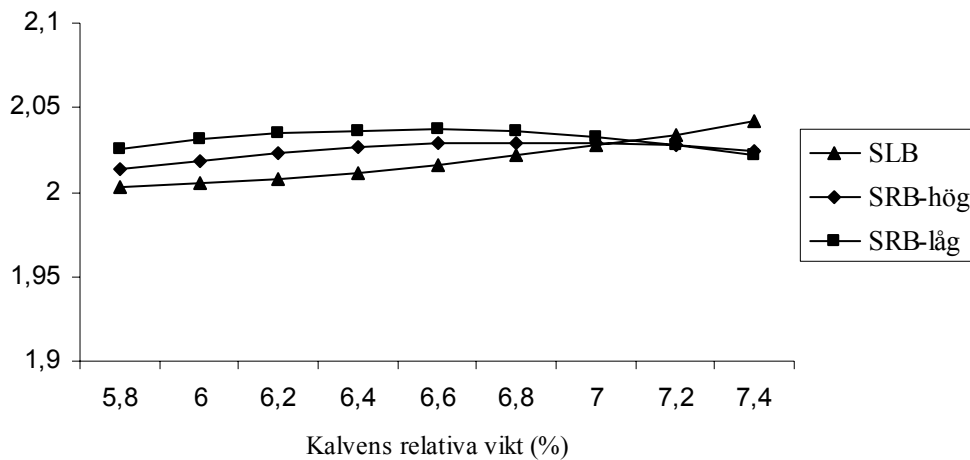
Vid svåra/mycket svåra kalvningar var den okorrigerade relativa vikten högre än vid lätta/normala kalvningar. Hos SLB var skillnaden 0,3 procentenheter och hos SRB-linjerna var motsvarande siffra 0,5. Skillnaden i okorrigerad relativ vikt mellan dödfödda och levande kalvar varierade mellan raserna/selektionslinjerna. De dödfödda SLB-kalvarna hade i genomsnitt 0,2 procentenheter lägre relativ vikt än de levande. Hos låglinjen var förhållandet det omvända, de dödfödda kalvarna hade 0,2 procentenheter högre relativvikt. Hos höglinjen kunde ingen skillnad i relativ vikt påvisas. I Tabell 7 visas okorrigerade medelvärden för den relativa vikten vid olika kalvningsförlopp och vid olika livskraft hos kalven.

Tabell 7. Relativ vikt (%) vid lätta och svåra kalvningar samt vid levande respektive dödfödd kalv hos SLB och SRB, selekterade för hög respektive låg fetthalt (okorrigerade medelvärden)

Ras/ linje	Kalvningsförlopp				Livskraft			
	Lätt/normal		Svår/mkt svår		Levande		Dödfödd	
	x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.
SLB	6,7	0,9	7,0	1,0	6,8	0,9	6,6	0,9
SRB-låg	6,5	1,0	7,0	1,2	6,5	1,0	6,7	1,7
SRB-hög	6,6	1,0	7,1	1,2	6,7	1,0	6,7	1,5

Den relativa vikten hos SLB var  $6,71 \pm 0,07$  %, och hos SRB-linjerna var motsvarande vikter  $6,59 \pm 0,08$  % och  $6,42 \pm 0,08$  % för hög- respektive låglinjen. Endast skillnaden mellan SLB och låglinjen var signifikant. Variansanalysen påvisade ingen effekt av den relativa vikten på kalvningsförloppet. Effekten av den relativa vikten närmade sig dock signifikans för kalvens livskraft. Figur 5 visar hur den relativa vikten inverkar på kalvarnas livskraft. För SLB tenderar livskraften att öka med ökad relativ vikt. Hos de båda SRB-linjerna tycks det finnas en optimal relativ vikt med avseende på kalvens livskraft. De mest fördelaktiga relativa vikterna ligger hos SRB inom intervallet 6,6-6,8 %.

Livskraft



Figur 5. Regressionen av kalvens livskraft på den relativa vikten (1=dödfödd, 2=levande)

En jämförelse av kalvarnas födelsevikt samt relativa vikt i denna studie och motsvarande resultat från en tidigare utförd studie av Berglund och Philipsson (1987) visas i Tabell 8. Resultaten tyder på att kalvvikten har ökat under denna tidsperiod, samtidigt som den relativa vikten har blivit lägre.

Tabell 8. Jämförelse av okorrigerade födelsevikter (kg) samt relativa vikter vid två studier vid institutionens försöksbesättning, utförda på material insamlat under perioden 1993-2003 respektive 1976-1983

Kalvnings- nummer	Ras/ linje	Födelsevikt*		Födelsevikt**		Relativ vikt*		Relativ vikt**	
		x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.	x	S.D.
1	SLB	43,0	5,8	39,8	3,5	6,73	0,93	8,83	0,97
	SRB			35,3	3,8			8,22	0,97
	SRB-l	39,8	5,1			6,55	0,93		
	SRB-h	39,2	4,4			6,68	1,05		
2	SLB	47,5	5,3	44,7	4,9	6,95	0,80	8,6	1,07
	SRB			39,6	4,0			8,3	0,96
	SRB-l	42,5	4,9			6,68	1,00		
	SRB-h	42,4	5,2			6,83	0,96		
3	SLB	48,1	6,3	44,3	5,7	6,72	0,93	7,81	1,42
	SRB			40,8	5,2			7,93	0,98
	SRB-l	41,8	5,7			6,23	1,06		
	SRB-h	42,4	4,9			6,66	1,10		
≥ 4	SLB	47,7	5,8	46,5	6,1	6,47	0,88	7,67	1,20
	SRB			40,7	4,5			7,26	0,94
	SRB-l	44,1	3,9			6,28	0,82		
	SRB-h	42,3	5,8			6,28	0,97		

\* Resultat från denna studie

\*\* Berglund & Philipsson (1987)

## Ras och selektionslinje

Effekten av ras/selektionslinje var signifikant för både kalvens födelsevikt och den relativa vikten. Födelsevikten hos SLB kalvarna var högst,  $45,4 \pm 0,5$  kg. SRB-linjerna hade lägre vikter,  $41,7 \pm 0,4$  kg hos höglinjen och  $41,9 \pm 0,4$  kg hos låglinjen. Skillnaden mellan SLB och de två linjerna av SRB var signifikant, men selektionslinjerna skilde sig inte åt. Skillnaden i relativ vikt mellan de båda SRB-linjerna närmade sig signifikans. Hos SRB selekterad för låg fetthalt var den relativa vikten  $6,42 \pm 0,08$  % och hos SRB selekterad för hög fetthalt var motsvarande vikt  $6,59 \pm 0,08$  %, vilken inte var signifikant skild från den relativa vikten hos SLB som var  $6,71 \pm 0,08$  %.

Rasens/selektionslinjens effekt på kalvningsförloppet och kalvens livskraft var signifikant. Effekten av ras/selektionslinje minskade dock då kalvens födelsevikt och den relativa vikten inkluderades i modellen. Vid korrigering för kalvvikt var effekten fortfarande signifikant men då modellen korrigerade för relativ vikt upphörde effekten av ras/selektionslinje att ha betydelse.

SLB hade signifikant svårare kalvningar än de båda SRB-linjerna då modellen korrigerade för relativ vikt men inte då modellen korrigerade för kalvvikt. Skillnaden mellan SRB-linjerna var inte signifikant i något av fallen. Livskraften hos raserna/selektionslinjerna såg olika ut i de två analyser som genomfördes. Då modellen korrigerade för födelsevikt fanns ingen signifikant skillnad mellan SLB och höglinjen. SLB hade dock signifikant lägre livskraft än låglinjen och skillnaden mellan de båda SRB-linjerna närmade sig signifikans. Vid korrigering för den relativa vikten hade SLB signifikant lägre livskraft än båda SRB-linjerna och skillnaden mellan linjerna var då inte signifikant.

## Kalvningsnummer

Effekten av kalvningsnummer var signifikant för både kalvvikten och den relativa vikten. Vid inkalvningen var den korrigerade kalvvikten  $41,2 \pm 0,4$  kg vilket var signifikant lägre än vid senare kalvningar då kalvvikten var  $43,4-43,9 \pm 0,4-0,5$  kg. Skillnaden i relativ vikt mellan första ( $6,67 \pm 0,07$ ) och andra kalvningen ( $6,78 \pm 0,07$ ) närmade sig signifikans. Skillnaden mellan första och tredje kalvningen ( $6,52 \pm 0,08$ ) närmade sig signifikans på samma nivå, mellan övriga kalvningsnummer var samtliga skillnader signifikanta. Den relativa vikten var lägst vid kalvningsnummer 4 och uppåt,  $6,64 \pm 0,1$ .

Korrigerade medelvärden för födelsevikt samt relativ vikt hos de tre raserna/selektionslinjerna vid olika kalvningsnummer redovisas i Tabell 9. Födelsevikten hos SLB var signifikant högre än hos de två SRB-linjerna vid samtliga kalvningsnummer, förutom vid kalvningsnummer fyra. Födelsevikterna hos de två selektionslinjerna av SRB var inte signifikant åtskilda, oavsett kalvningsnummer. Vid kalvningsnummer 1-3 var den relativa vikten hos SLB högre än hos låglinjen, men var inte signifikant skild från höglinjens relativa vikter. Skillnaden mellan de båda SRB linjerna var inte signifikant oavsett kalvningsnummer. Vid höga kalvningsnummer ( $\geq 4$ ) fanns inga skillnader mellan raserna/selektionslinjerna.

Tabell 9. Korrigerade medelvärden (LSM  $\pm$  SE) för födelsevikter (kg) och relativa vikter (%) vid stigande kalvningsnummer hos SLB och SRB selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken

Kalvningsnummer	Ras/linje	Födelsevikt		Relativ vikt	
		LSM	S.E.	LSM	S.E.
1	SLB	43,7	0,5	6,78	0,09
	SRB-låg	40,0	0,5	6,51	0,10
	SRB-hög	39,8	0,6	6,69	0,10
2	SLB	46,0	0,6	6,94	0,10
	SRB-låg	42,0	0,6	6,59	0,11
	SRB-hög	42,3	0,6	6,82	0,11
3	SLB	46,4	0,8	6,70	0,14
	SRB-låg	41,7	0,7	6,24	0,13
	SRB-hög	42,3	0,7	6,62	0,14
$\geq 4$	SLB	45,4	0,9	6,42	0,16
	SRB-låg	43,9	0,9	6,36	0,17
	SRB-hög	42,2	0,9	6,24	0,16

Kalvningsnummer hade signifikant effekt på kalvningsförloppet och kalvens livskraft. Då kalvens födelsevikt respektive relativ vikt inkluderades i modellen kvarstod effekten av kalvningsnummer på kalvningsförloppet. Även effekten på kalvens livskraft förblev oförändrad då den relativa vikten inkluderades i modellen, till skillnad från då modellen korrigerade för kalvens födelsevikt. Effekten av kalvningsnummer sjönk då men var nära signifikans ( $p < 0,0604$ ). Förstakalvare hade signifikant svårare kalvningar jämfört med senare kalvningsnummer, mellan vilka inga signifikanta skillnader fanns. Variansanalyserna av kalvarnas livskraft gav något olika resultat. Då modellen korrigerade för kalvvikt fanns endast signifikant skillnad mellan kalvningsnummer ett och två, där förstakalvarnas kalvar hade lägst livskraft. Vid korrigering av den relativa vikten fanns det signifikanta skillnader mellan kalvningsnummer ett och två samt mellan ett och fyra.

### Kalvens kön

Kalvens kön hade hög signifikant effekt på födelsevikten och på den relativa vikten. Den korrigerade medelvikten var högre för tjurkalvar ( $44,7 \pm 0,3$  kg) än för kvigkalvar ( $41,3 \pm 0,3$  kg) och skillnaden på 3,4 kg var signifikant. Förhållandet mellan tjur- och kvigkalvar var detsamma med avseende på den relativa vikten, som var  $6,84 \pm 0,06$  % hos tjurkalvar och  $6,31 \pm 0,06$  % hos kvigkalvar. Även här var skillnaden signifikant. Korrigerade medelvärden för födelsevikt och relativ vikt hos könen inom ras/selektionslinje redovisas i Tabell 10. Tjurkalvarna hade signifikant högre födelsevikter och relativa vikter än kvigkalvarna, oavsett ras/selektionslinje. Störst var skillnaden mellan könen hos SLB där kvigkalvarna i genomsnitt vägde 4,4 kg mindre än tjurkalvarna. Skillnaden mellan könen hos SRB linjerna var 3,2 kg och 2,8 kg för SRB-låg respektive SRB-hög. Skillnaden i relativ vikt mellan tjur- och kvigkalvar var 0,46-0,60 procentenheter och följde samma rasmönster som skillnaden i födelsevikt.

Tabell 10. Korrigerade medelvärden för kalvarnas födelsevikt samt relativa vikter hos SLB och SRB selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken, fördelade över kalvarnas kön

Ras/linje & kön	Antal	Födelsevikt		Relativ vikt	
		LSM	S.E.	LSM	S.E.
SLB tjurar	143	47,6	0,5	7,01	0,09
SLB kvigor	152	43,2	0,5	6,41	0,09
SRB/låg tjurar	149	43,5	0,5	6,69	0,09
SLB/låg kvigor	119	40,3	0,5	6,16	0,10
SRB/hög tjurar	126	43,1	0,5	6,82	0,10
SRB/hög kvigor	118	40,3	0,5	6,36	0,10

Kalvens kön hade signifikant effekt på graden av kalvningssvårigheter och på kalvens livskraft. Tjurkalvar hade signifikant svårare kalvningsförlopp och sämre livskraft än kvigkalvar. Effekten av kalvens kön kvarstod då kalvvikt respektive relativ vikt inkluderades i modellen för livskraft. Då kalvningsförloppet korrigerades för dessa effekter blev effekten av kalvens kön inte längre signifikant. I Tabell 11 visas hur kalvningsförlopp och dödfödslar var fördelade över kön.

Tabell 11. Andelen svåra kalvningar och dödfödslar, fördelade över kalvarnas kön hos SLB och SRB selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken

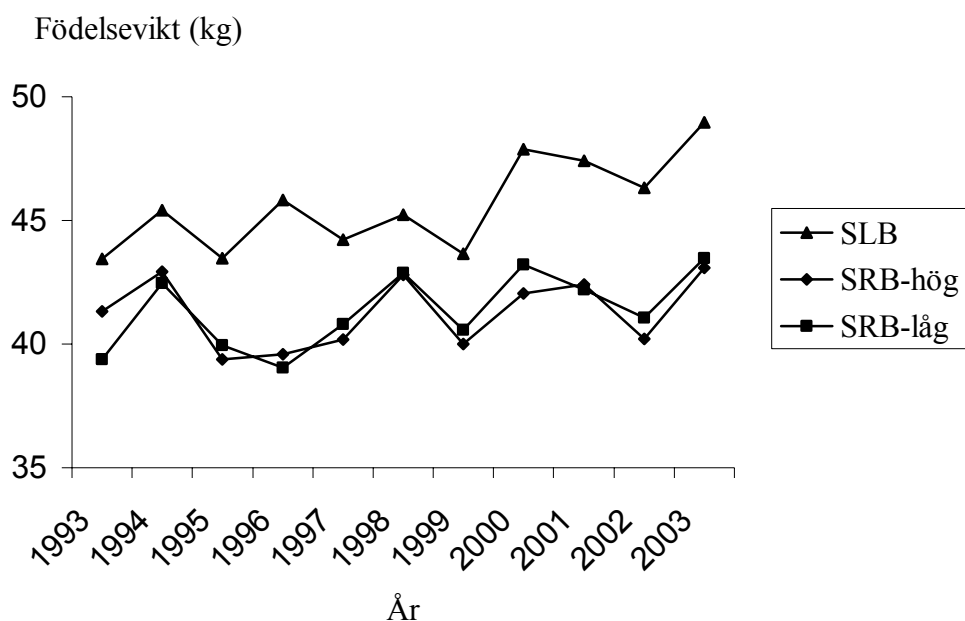
Ras/linje & kön	Svår kalvning		Dödfödslar	
	Antal	(%)	Antal	(%)
SLB tjurar	19	13,2	15	10,5
SLB kvigor	14	9,2	9	5,9
SRB/låg tjurar	6	4,0	3	2,0
SRB/låg kvigor	2	1,7	3	2,5
SRB/hög tjurar	6	4,8	8	6,3
SRB/hög kvigor	2	1,7	3	2,5

### Kalvningsintervall

Kalvens födelsevikt var den enda egenskap som tenderade att påverkas av kalvningsintervallet. Rätt över alla kalvningsnummer var kalvvikten vid 12 månaders kalvningsintervall  $43,4 \pm 0,3$  kg och vid 15 månaders intervall  $42,6 \pm 0,4$  kg. Skillnaden mellan interallen var signifikant på 5 % nivå.

### År och säsong

Kalvningsåret hade endast signifikant effekt på kalvvikten, vilken tenderade att öka under åren 1993-2003. Effekten av år minskade då moderns vikt inkluderades i modellen men närmade sig dock signifikans. Figur 6 visar hur den korrigerade kalvvikten förändrades under perioden.



Figur 6. Medelvikt hos SLB samt SRB selekterade för hög respektive låg fetthalt i mjölken under perioden 1993-2003 (okorrigerade medeltal)

Kalvningssäsongen hade inte någon effekt på den relativa vikten, kalvningsförloppet eller på livskraften hos kalven. Effekten på kalvens födelsevikt var dock signifikant, men i likhet med effekten av år sjönk effekten av säsong då kalvvikten korrigerades för kons vikt. Samspelet mellan år och säsong var endast signifikant för födelsevikten. Andelen kalvningar med svårt förlopp samt andelen dödfödselar var högst under hösten och lägst under vårmånaderna.

### Dräktighetens längd

Kalvens kön hade en signifikant effekt på dräktighetstiden. Vid födsel av tjurkalv var dräktighetstiden 280 dagar vilket var en dag längre än då en kvigkalv föddes. Analyserna visade dock att det fortfarande finns skillnader i dräktighetens längd mellan raserna då modellen korrigerade för kalvens födelsevikt. Dräktighetstiden hos SLB var då  $278,5 \pm 0,3$  dagar vilket var signifikant kortare än hos SRB, där dräktighetstiden hos båda linjerna var  $280 \pm 0,4$  dagar. Dräktighetens längd tenderade att förkortats under den period som registreringarna utfördes. Generellt visade analyserna att dräktighetstiden förlängdes vid stigande kalvvikter och relativa vikter.

### Fosterläge

Avvikelser från normalt fosterläge förekom i 35 fall, vilket utgjorde 4,5 % av kalvningarna. Den vanligaste avvikelserna från normalt framläge var normalt bakläge (2,2 %), följt av lättare felläge (något ben åt fel håll, 1,4 %) och svårt felläge (0,7 %). Samtliga fosterlägen som avvek från normalt framläge sammanfattas här som fellägen. Av de kalvar som hade felaktigt fosterläge var 57 % tjurar. Den okorrigerade medelvikten var något högre för kalvar med felläge ( $44,1 \pm 5,6$  kg) jämfört med kalvar med normalt fosterläge ( $42,9 \pm 6,0$  kg). Skillnaderna i relativ vikt var mindre, vid normalt fosterläge var den okorrigerade relativa



vikten  $6,64 \pm 1,0$  % jämfört med  $6,67 \pm 1,1$  % vid felläge. Vid svår kalvning hade nära hälften av kalvarna felaktigt läge, liksom drygt en fjärdedel av de dödfödda kalvarna. Frekvensen av kalvningssvårigheter och dödfödslar tenderade att öka då avvikelser från normalt fosterläge ökade.

Förekomsten av fellägen var signifikant högre hos SLB än hos SRB selekterad för låg fetthalt. Skillnaden mellan SLB och höglinjen var signifikant då modellen korrigerade för relativ vikt, och närmade sig signifikant vid korrigerad kalvvikt. Mellan de båda SRB-linjerna fanns inga signifikanta skillnader. Fellägen förekommer mer frekvent hos förstakalvare än vid andra kalvningen. Mellan övriga kalvningsnummer fanns inga signifikanta skillnader.

## DISKUSSION

Frekvensen av kalvningssvårigheter och dödfödselar var som väntat högre hos SLB än hos SRB-linjerna. Problemen i samband med kalvning hos SLB kvigor var högre än vad tidigare studier samt statistik från Svensk Mjolk har visat. Att studiens resultat är högre än statistiken från Svensk Mjolk var väntat då studien har utförts i en försöksbesättning där registreringarna har varit mer noggranna. Den högre frekvensen av kalvningsproblem i jämförelse med tidigare studier som har utförts på försöksmaterial indikerar dock att kalvningssvårigheter och dödfödselar hos kvigor tenderar att öka i omfattning. Trenden var inte lika tydlig då samtliga kalvningsnummer slogs ihop. Förekomsten av kalvningssvårigheter var jämförbar mellan de båda selektionslinjerna av SRB. Resultaten var i nivå med Svensk Mjölks statistik men lägre än resultaten i Berglunds och Philipssons (1987) studie.

Skillnaden i dödfödselfrekvens mellan de två selektionslinjerna av SRB var anmärkningsvärt hög. Andelen dödfödda kalvar var dubbelt så hög hos höglinjen jämfört med låglinjen. Frekvensen hos höglinjen var ungefär i nivå med Svensk Mjölks statistik och tidigare studier har visat frekvenser inom ett intervall som ligger mellan de värden som selektionslinjerna i denna studie hade. Anmärkningsvärt för höglinjen var att dödfödselfrekvensen var högre än förekomsten av kalvningssvårigheter vilket indikerar att andra faktorer än kalvningsförloppet har en avgörande inverkan på kalvens livskraft. Resultaten är dock osäkra till följd av det låga antalet dödfödda kalvar i materialet.

### Kalvens födelsevikt

Ett stort antal faktorer inverkade på kalvvikten, de mest betydande var kalvens ras/selektionslinje och kalvningsnumret. Vid första kalvningen var det okorrigerade medelvärdet för SLB kalvars födelsevikt nästan 46 kg, och hos de två SRB-linjerna var motsvarande värde drygt 41 kg. Dessa vikter var högre än de som har redovisats i tidigare studier. Kalvvikten hos SLB kvigor har då legat runt 40 kg och SRB kvigornas kalvar har vägt ungefär 35 kg (Philipsson, 1976a; Berglund & Philipsson, 1987; Hagnestam, 2003). I likhet med ett stort antal tidigare studier (Monterio, 1969; Philipsson, 1976b; Johanson & Berger, 2003) visade denna studie att kalvarnas födelsevikter är högre hos kor än hos kvigor. Vid senare kalvningsnummer var födelsevikten drygt 2 kg högre än vid inkalvningen, vilket innebar en mindre skillnad mellan kvigor och kor av dessa raser än den skillnad på 3-5 kg som tidigare studier har visat (Philipsson, 1976a; Berglund & Philipsson, 1987). Den mindre skillnaden i kalvvikt mellan inkalvning och senare kalvningar i denna studie kan delvis förklaras av en högre inkalvningsålder (31 månader) jämfört med i tidigare studier (25 månader), vilket medför tyngre kvigor och därmed även tyngre kalvar.

Vid en jämförelse av erhållna resultat med Berglunds och Philipssons studie (1987) framgick att skillnaden i kalvvikt var störst vid inkalvningen. Störst var skillnaden hos de kalvar som föddes av SRB kvigor. Den okorrigerade födelsevikten hos dessa var i genomsnitt 12 % högre i denna studie jämfört med tidigare erhållna resultat. Motsvarande ökning hos SLB kvigornas kalvar var 8 %, vilket är jämförbart med ökningen i vikt hos kalvar födda vid högre kalvningsnummer. Kalvarnas viktsökning vid stigande kalvningsnummer visar ingen tydlig trend, men resultaten tyder på att en ökning i vikt på 3-9 % har skett.

Även kalvens kön hade stor inverkan på födelsevikten och i likhet med tidigare studier (Dufour *et al.*, 1981; Berger *et al.*, 1992; Hagnestam, 2003) hade tjurkalvar betydligt högre

vikt än kvigkalvar. Skillnaden mellan könen var högst hos SLB och lägst hos höglinjen, men var i genomsnitt 3,4 kg. Denna skillnad mellan könen var betydligt större än vad Philipsson (1976b), och Hagnestam (2003) redovisade vid inkalvning. Skillnaden mellan könen vid olika kalvningsnummer visade ingen tydlig trend, vilket inte heller har framgått av litteraturen. Eftersom skillnaden mellan studierna inte kan förklaras av att olika kalvningsnummer har studerats, kan resultaten tyda på att födelsevikten har ökat mer hos tjurkalvar än hos kvigkalvar.

Kalvens födelsevikt hade inverkan på både kalvningsförlopp och kalvens livskraft, och i likhet med resultaten från ett flertal tidigare studier var sambandet inte linjärt (Philipsson, 1976c; Menissier *et al.* 1981; Berger *et al.*, 1992; Hagnestam, 2003, Eriksson *et al.*, 2004). Den markanta ökning av kalvningssvårigheter som dessa studier har visat då kalvvikten översteg ett tröskelvärde, har i denna studie endast återfunnits hos SRB, selekterade för hög fetthalt. Hos de övriga raserna/selektionslinjerna hade födelsevikten en mer successiv inverkan på kalvningsförloppet. En förklaring till de skilda resultaten kan vara att kalvningsproblemen orsakas av olika faktorer hos de skilda raserna/selektionslinjerna. Troligtvis medför även det låga antalet svåra kalvningar i denna studie att slumpen får stor inverkan, vilket kan vara orsaken till svårtolkade resultat. Vid svårt/mycket svårt kalvningsförlopp var de okorrigerade medelviktarna 0,9-2,0 kg högre än vid lätt/normalt kalvningsförlopp, vilket är förenligt med tidigare studier av Dufour *et al.* (1981) respektive Nix *et al.* (1998) som dock redovisade större skillnader hos köttraskorsningar.

Hos de båda SRB-linjerna fanns en optimal vikt där kalvens livskraft var som högst. Tidigare studier av Philipsson (1976c) och Hagnestam (2003) har visat liknande resultat för SLB, vilka har tolkats som att dödfödslar kan ha olika bakgrund. Dels förekommer dödfödslar vid svåra kalvningar, vilket tros bero på att kalvar med höga födelsevikter orsakar komplikationer vid kalvningen som i sin tur kan medföra så stora skador på kalven att den avlider. Dödfödslar som förekommer vid lätta/normala kalvningar kan orsakas av att kalven är underutvecklad och därmed svag. Dessa kalvar har vanligtvis låga födelsevikter, men då det även förekommer dödfödslar vid till synes fullgångna kalvar torde även andra faktorer inverka på livskraften. En anledning till avvikande resultat för SLB i föreliggande studie kan vara att slumpen fått stor inverkan till följd av marginell skillnad i okorrigerad medelvikt mellan dödfödda och levande kalvar (0,4 kg). Resultatet kan jämföras med tidigare studier på större material där dödfödda SLB kalvar har vägt 1,6-2,0 kg mer än levande födda kalvar. (Philipsson, 1976c; Hagnestam, 2003).

## **Moderns vikt**

Vid en jämförelse av kornas vikter med de som Berglund och Philipsson (1987) redovisade tycks dessa ha ökat de senaste decennierna. Ökningen har dock varit olika stor hos raserna/selektionslinjerna samt mellan olika kalvningsnummer. Den procentuellt högsta ökningen har skett hos låglinjen, följt av SLB och höglinjen. Skillnaden mellan raserna är oberoende av kalvningsnummer och för samtliga raser/selektionslinjer har den mest markanta ökningen skett hos förstakalvarna. De kor som kalvade in under denna studie vägde ungefär 40 % mer jämfört med de kvigor som ingick i Berglund och Philipssons studie (1987). Skillnaden mellan studierna minskar med stigande kalvningsnummer och var som lägst (ca 20 %) vid kalvningsnummer fyra och uppåt. Den stora ökningen i kvigornas vikter förklaras till en del av att korna som ingick i denna studie hade ovanligt hög inkalvningsålder, 31 månader jämfört med 25 månader i Berglunds och Philipssons studie (1987), vilket medförde högre

vikt vid inkalvningen. Till följd av detta kommer kons ålder och därmed vikt vid följande kalvningar också att vara förhållandevis hög. Ungefär 40 % av korna i denna studie hade ett förlängt kalvningsintervall, 15 månader, vilket bidrar till högre ålder vid senare kalvningsnummer. I likhet med Berglund och Philipsson (1987) visade denna studie att kalvens födelsevikt steg då moderns vikt ökade. De ökande vikterna hos korna kan därför vara orsaken till de allt högre kalvvikterna.

### **Kalvens relativa vikt**

Det faktum att kornas vikter vid kalvningen har ökat i större utsträckning än kalvarnas födelsevikter har medfört att den relativa vikten har sjunkit betydligt under de senaste decennierna, samtidigt som skillnaden mellan raserna har minskat. Till skillnad från kalvvikten påverkades den relativa vikten endast av tre faktorer; ras/selektionslinje, kalvningsnummer och kalvens kön. Ett mycket intressant resultat var att den relativa vikten inte skilde sig mellan SLB och höglinjen, men att låglinjens relativa vikt var signifikant lägre. Anledningen till låglinjens låga relativa vikt är att dessa kor är betydligt större än de som har selekterats för hög fetthalt, samtidigt som kalvvikten är densamma, vilket leder till låg relativ vikt. Berglund och Philipsson (1987) fann att den relativa vikten var högre hos SLB än hos SRB. Då den relativa vikten har sjunkit för bägge raserna tyder det på att minskningen i relativ vikt inte har varit lika kraftig hos höglinjen som hos SLB.

Den relativa vikten tenderade att vara högst vid andra kalvningen, för att sedan sjunka med stigande kalvningsnummer. Dessa resultat skiljer sig från tidigare studier som har visat högst relativ vikt vid inkalvningen, trots att kalvvikten då är som lägst (Monterio, 1969; Philipsson, 1976b; Johanson & Berger, 2003). En förklaring till den lägre relativa vikten vid inkalvningen skulle kunna vara att förstakalvarna i denna studie är betydligt äldre och därmed större än normalt, samtidigt som kalvvikten är relativt låg till följd av att det är första dräktigheten. Vid andra kalvningen är kalvvikten högre samtidigt som kons vikt har ökat i mindre omfattning vilket kan medföra en högre relativ vikt.

Denna studie visar ingen effekt av den relativa vikten på kalvningsförloppet, till skillnad från tidigare studier utförda av Monterio (1969) samt Berglund & Philipsson (1987), som visade att förhållandet i vikt mellan ko och kalv var avgörande. En förklaring till resultatet kan vara att definitionen av svår kalvning var tvetydig. Den okorrigerade relativa vikten var dock högre vid svåra/mycket svåra kalvningar än då kalvningsförloppet var lätt/normalt.

Den relativa vikten hade effekt på kalvens livskraft. Hos de båda SRB-linjerna tycktes det finnas en optimal relativ vikt med avseende på kalvens livskraft, vilket överrensstämmer med tidigare resultat (Johanson & Berger, 2003; Johanson *et al.* 2003). Skillnaden i relativ vikt mellan levande och dödfödda kalvar var dock marginell, vilket medför att slumpen fick stor inverkan på resultatet.

Skillnaden i födelsevikt och relativ vikt mellan könen förklarade en stor del av könets effekt på kalvningsförloppet, men inte på kalvens livskraft. Detta innebar att könet i sig inte invercade på kalvningsförloppet efter korrigering för födelsevikten, men att det påverkade överlevnaden.

## Studiens begränsningar

Det låga antalet svåra kalvningar samt dödfödslar som ingick i det studerade materialet kan troligtvis vara förklaringen till en del svårtolkade resultat. Det vore därför intressant att utföra en liknande studie med större material, där slumpen inte får lika stort utrymme. För att kunna jämföra erhållna resultat med litteraturen samt relatera resultaten till populationen i övrigt, vore det enklare om inte studier av speciella selektionslinjer inom samma ras görs. Av samma anledning bör även normal inkalvningsålder samt kalvningsintervall eftersträvas. Variationen i inkalvningsålder beaktades inte i analysen vilket begränsar möjligheten att tolka dess betydelse.

Vid registrering av kalvningsförloppet fanns stort utrymme för subjektiv bedömning av svårighetsgraden, då draghjälp av två personer antingen registrerades som normal eller svår beroende på hur mycket kraft som krävdes. Detta bör undvikas då det kan bidra till felaktig fördelning i materialet. Även det faktum att även oövervakade kalvningar fick en registrering om kalvningsförlopp, som i stort baserades på om kalven hittades vid liv, kan ha bidragit till detta. För att undvika detta bör det finnas en specifik klass för registrering av oövervakade kalvningsförlopp. Det faktum att livskraft, som är en tröskelegenskap, har analyserats med en linjär modell kan också ha haft inverkan på resultaten.

I denna studie utfördes vägningen av korna inom tio dagar efter kalvning, kalvarna vägdes inom ett par dygn efter födseln. Kornas vikter sjunker efter kalvningen vilket innebär att variation i vägningstillfälle kan medföra osäkra resultat, då vikten som registreras inte med säkerhet utgör kalvningsvikten. Det är även fördelaktigt att låta korna stabilisera sig efter kalvningen innan vägningen görs, efterbörderna ska ha släppt och kon bör ha återfått normal vätskebalans. Vägningarna bör med avseende på detta genomföras 2-4 dygn efter kalvning för att säkrare resultat skall erhållas.

Det vore intressant att i en uppföljande studie inkludera exteriöra mått hos ko och kalv, då denna studie inte gav någon indikation på att skillnader i relativ vikt är förklaringen till den höga frekvensen av kalvningsproblem som förekommer hos kvigor jämfört med senare kalvningsnummer.

## Slutsatser

Resultaten från denna studie styrker den allmänna uppfattningen att SLB och SRB blir allt större. Kornas vikt vid kalvningen har i likhet med kalvarnas födelsevikt ökat de senaste decennierna. Moderns vikt har dock ökat procentuellt mer än kalvarnas födelsevikt, vilket medför att den relativa vikten har sjunkit. Det var ingen skillnad i relativ vikt mellan SLB och höglinjen och det okorrigerade värdet var ca 6,7 %. Hos låglinjen var motsvarande värde 6,5 % och skillnaden var signifikant. I motsats till den relativa vikten tenderar frekvensen av kalvningssvårigheter och dödfödslar att öka.

Korna var tyngre i denna studie än vad som har redovisats tidigare, och mest markant tycks viktökningen ha varit hos kvigor. Viktsökningen förklaras till en del av högre inkalvningsålder samt förlängda kalvningsintervall hos delar av besättningen vilket medför relativt hög ålder vid samtliga kalvningsnummer. Ett intressant resultat var att den procentuellt största viktförändringen återfanns hos SRB selekterade för låg fetthalt i mjölken, följt av SLB och SRB selekterade för hög fetthalt. Ökad vikt hos modern visade sig medföra

ökande födelsevikt hos kalven, och vid en jämförelse av födelsevikterna i denna studie med dem som tidigare har redovisas tycks det skett en ökning i födelsevikt.

Den okorrigerade kalvvikten var strax under 46 kg hos SLB-kvigor, och hos SRB-kvigor var motsvarande vikt drygt 41 kg. Kalvvikten vid senare kalvningsnummer var drygt 2 kg högre, vilket innebar mindre skillnad mellan kvigor och kor än vad tidigare studier har visat. Födelsevikten hos kvigornas kalvar tenderar därför ha haft en procentuellt högre viktökning än kornas kalvar. Störst ökning tycks ha förekommit hos SRB-kvigornas kalvar. Att kalvvikten inte skilde sig mellan de båda selektionslinjerna av SRB var anmärkningsvärt då det var stor skillnad mellan mödrarnas vikter.

Frekvensen av kalvningssvårigheter och dödfödslar var högst hos SLB och översteg även de frekvenser som tidigare studier samt statistik från Svensk Mjolk har visat. Resultaten kan tyda på en ökning av andelen svåra kalvningar, vilket kan vara en följd av de ökande kalvvikterna. Höga födelsevikter tenderar även att inverka negativt på kalvens livskraft, i likhet med den relativa vikten som också var hög hos SLB. Förekomsten av kalvningssvårigheter var jämförbar mellan de båda selektionslinjerna av SRB, något som eventuellt kan förklaras av att födelsevikten är densamma. Dödfödda kalvar förekom dock i betydligt högre utsträckning hos höglinjen jämfört med låglinjen. En orsak till detta kan vara den stora skillnaden i relativ vikt som fanns mellan linjerna. Höglinjen hade betydligt högre relativ vikt än låglinjen vilket sannolikt medför sämre livskraft.

## SUMMARY

### **The influence of relative weight (calf/cow) on calving traits in Swedish Holstein (SLB) and in the Swedish Red and White Breed (SRB)**

Difficult calvings and stillbirths are problems in Swedish dairy production that result in large expenses for the farmers and welfare issues concerning the animals. A common opinion is that the live weight of SRB and SLB is increasing, and whether increased weights have caused the increase in calving problems has been discussed. The aim of this study was to investigate the relationship between the relative birth weight (calf/cow) and calving difficulty and stillbirth, respectively. The importance of breed and parity for the relative weight has been investigated, and comparisons with previous studies have been made to evaluate whether the relative weight has changed over the last decades or not.

The study was based on 807 calvings, registered during the period 1993-2003 in the experimental dairy herd of the Swedish University of Agricultural Sciences (Jälla). During this period a selection experiment was in progress, consisting of two selection lines of SRB with low or high milk fat content at equal and high milk energy production. Because of this, three breeds/selection lines were investigated; SRB-low fat, SRB-high fat and SLB. Cow and calf were individually weighed after the calving and calving performance was assessed based on the extent of assistance required; easy calving (unobserved successful calving or unassisted calving), normal calving (assistance of one or two persons required), difficult calving (assistance of two or more persons required), and very difficult calving (veterinary assistance required). Calves dead at birth or within 24 hours of birth were considered stillborn.

The frequencies of difficult calvings and stillbirths were highest in SLB, 11,2 % and 8,1 % respectively. The proportion of difficult calvings was comparable between the two SRB lines, 3,3 % in the high fat line and 3,0 % in the low fat line. The frequency of stillbirths on the other hand, was twice as high in the high fat line (4,5 %) compared to the low fat line (2,2 %). In general, heifers had more problems at calving than cows.

The results indicate an increase in the live weight of SRB and SLB during the last decades. The weight of the mother at calving has increased more (in per cent) than the birth weight of the calf, resulting in decreased relative weight. The low fat line had slightly lower relative weight (6,5 %) than the high fat line and SLB, and no difference could be shown between the latter two (6,7 %). Bull calves had higher uncorrected relative weight compared to heifer calves, and the difference ranged between 0,46-0,60 percentage points among the three breeds/selectionlines. The relative birth weight had an influence on the viability of the calf, but no effect on calving performance was found.

The cow weight at calving, expressed as a percentage, increased with age most in the low fat line of SRB, followed by SLB and SRB high fat line. Heifers showed the greatest change in weight, and the change decreased gradually in later parities. Higher dam weight appeared to result in increased birth weight of the calf. The increase in birth weights did not, however, show the same trend as the dams weights, but were comparable between the breeds/selection lines. The birth weight of calves born by heifers seemed to have increased more than the birth weight of calves born by cows, and the largest increase was found in calves of SRB heifers. The uncorrected mean birth weight was slightly less than 46 kg in the calves of SLB heifers, and in the calves of SRB heifers the corresponding weight was just over 41 kg. The calf birth

weight was more than 2 kg higher in later parities. The sex of the calf had a significant effect on birth weight, and bull calves were in general heavier than heifer calves. The difference in birth weight between male and female calves was 4,4 kg in SLB, and 3,2 kg and 2,8 kg in SRB low and high line, respectively. Calving performance and stillbirth were both influenced by the birth weight of the calf.



## LITTERATURFÖRTECKNING

- Ali, T. E., Burnside, E. B. & Schaeffer, L. R. 1984. Relationship between external body measurements and calving difficulties in Canadian Holstein-Friesian cattle. *J. Dairy Sci.* 67, 3034-3044.
- Arthur, P. F., Archer, J. A. & Melville, G. J. 2000. Factors influencing dystocia and prediction of dystocia in Angus heifers selected for yearling growth rate. *Aust. J. Agric. Res.* 51, 147-153.
- Berger, P. J., Cubas, A. C., Koehler, K. J. & Healey, M. H. 1992. Factors affecting dystocia and early calf mortality in Angus cows and heifers. *J. Anim. Sci.* 70, 1775-1786.
- Berglund, B. & Philipsson, J. 1987. The influence of relative birthweight and certain other factors on calving performance in Swedish dairy cattle breeds. *Anim. Repr. Sci.* 15, 81-93.
- Berglund, B. & Philipsson, J. 1992. Ökande dödfödsselfrekvens inom SLB-rasen. *Allmänt Veterinärmöte 1992*, 122-126. Uppsala.
- Burfening, P. J., Kress, D. & Friedrich, R. 1979. Lighter calves mean fewer calving difficulties. *Res. Rep. Mont. Agric. Exp. Stn.* 134, 13-15.
- Colburn, D. J., Deutscher, G. H., Nielsen, M. K. & Adams, D. C. 1997. Effects of sire, dam traits, and environment on dystocia and subsequent reproduction of two-year-old heifers. *J. Anim. Sci.* 75, 1452-1460.
- Dematawewa, C. M. B. & Berger, P. J. 1997. Effects of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. *J. Dairy Sci.* 80, 754-761.
- Djurskyddslagen. 1988:534. Statens Jordbruksverk, Jönköping.
- Dufour, J. J., Fahmy, M. H. & Roy, G. L. 1981. The influence of pelvic opening and calf size on calving difficulties of beef x dairy crossbred cows. *Can. J. Anim. Sci.* 61, 279-288.
- Echternkamp, S. E. & Gregory, K. E. 1999. Effects of twinning on gestation length, retained placenta and dystocia. *J. Anim. Sci.* 77, 39-47.
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K. & Philipsson, J. 2004. Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. *J. Anim. Sci.* 82, 375-383.
- Gaines, J. D., Peschel, D., Kauffman, R. G., Schaefer, D. M., Badtram, G., Kumi-Diaka, J., Clayton, M. K. & Milliken, G. 1993. Pelvic growth, calf birth weight and dystocia in Holstein x Hereford heifers. *Theriogenology* 40, 33-41.
- Gregory, K. E., Echternkamp, S. E. & Cundiff, L. V. 1996. Effects of twinning on dystocia, calf survival, calf growth, carcass traits and cow productivity. *J. Anim. Sci.* 74, 1223-1233.
- Hagnestam, C. 2003. Orsaker till kalvningssvårigheter och dödfödslar hos förstakalvande lågland. Examensarbete nr 249. Institutionen för husdjursgenetik. Sveriges Lantbruksuniversitet, 750 07 Uppsala.
- Hansen, M. 2004. Quantitative genetic analysis of mortality in Danish Holstein calves. Ph.D. thesis, EF 876, LC 2049. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark.
- Hietanen, H. & Ojala, M. 1995. Factors affecting body weight and its association with milk production traits in Finnish Ayrshire and Friesian cows. *Acta. Agric. Scand.* 45, 17-25.
- Johanson, J. M. & Berger, P. J. 2003. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 86, 3745-3755.
- Johnson, S. K., Deutscher, G. H. & Parkhurst, A. 1988. Relationships of pelvic structure, body measurements, pelvic area and calving difficulty. *J. Anim. Sci.* 66, 1081-1088.

- Jokinen, S. 2005. Levande vikt vid olika åldrar och sambandet med bröstomfång och mankhöjd hos SRB och SLB. Examensarbete nr 268. Institutionen för husdjursgenetik. Sveriges Lantbruksuniversitet, 750 07 Uppsala.
- King, B. D., Cohen, R. D. H., McCormac, S. & Guenther, C. L. 1993. Maternal factors and the prediction of dystocia in beef heifers. *Can. J. Anim. Sci.* 73, 431-435.
- Koenen, E. P. C., Groen, A. F. & Gengler, N. 1999. Phenotypic variation in live weight and live-weight changes of lactating Holstein-Friesian cows. *J. Anim. Sci.* 68, 1009-114.
- Lou, M. F., Boettcher, P. J., Schaeffer, L. R. & Dekkers, J. C. M. 2002. Estimation of genetic parameters of calving ease in first and second parities of Canadian Holsteins using Bayesian methods. *Livest. Prod. Sci.* 74, 175-194.
- Manfredi, E., Ducrocq, V. & Foulley, J. L. 1991. Genetic Analysis of Dystocia in Dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 74, 1715-1723.
- McGuirk, B. J., Going, I. & Gilmour, A. R. 1999. The genetic evaluation of UK Holstein Friesian sires for calving ease and related traits. *Anim. Sci.* 68, 413-422.
- Meijering, A. 1983. Dystocia and stillbirth in cattle – a review of causes, relations and implications. *Livest. Prod. Sci.* 11, 143-177.
- Menissier, F., Foulley, J. L. & Patti, W. A. 1981. The calving ability of Charolais breed in France, and its possibilities for genetic improvement. 1. The importance and causes of calving difficulties. *Ir. Vet. J.* 35, 73-81.
- Monterio, L. S. 1969. The relative size of calf and dam and the frequency of calving difficulties. *Anim. Prod.* 11, 293-306.
- Naazie, A., Makarechian, M. & Berg, R. T. 1991. Genetic, phenotypic and environmental parameter estimates of calving difficulty, weight, and measures of pelvic size in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 69, 4793-4800.
- Nix, J. M., Spitzer, J. C., Grimes, L. W., Burns, G. L. & Plyler, B. B. 1998. A retrospective analysis of factors contributing to calf mortality and dystocia in beef cattle. *Theriogenology* 49, 1515-1523.
- Nugent, R. A., Notter, D. R. & Beal, W. E. 1991. Body measurements of newborn calves and relationship of calf shape to sire breeding values for birth weight and calving ease. *J. Anim. Sci.* 69, 2413-2421.
- Philipsson, J. 1971. Kalvningssvårigheter och dödfödslar vid korsning mellan Charolais och SLB. *Nordisk Jordbruksforskning*. 53:4, 344.
- Philipsson, J. 1976a. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. I. General introduction and breed averages. *Acta Agric. Scand.* 26, 151-164.
- Philipsson, J. 1976b. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. II. Effects of non-genetic factors. *Acta Agric. Scand.* 26, 165-174.
- Philipsson, J. 1976c. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. III. Genetic parameters. *Acta Agric. Scand.* 26, 211-220.
- Philipsson, J. 1976d. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. IV. Relationships between calving performance, percalving body measurements and size of pelvic opening in Friesian heifers. *Acta. Agric. Scand.* 26, 221-229.
- Philipsson, J. 1976e. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. V. Effect on calving performance and stillbirth in Swedish Friesian heifers on productivity in the subsequent lactation. *Acta. Agric. Scand.* 26, 230-234.
- Philipsson, J. 1977. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breed. VI. Effects of crossbreeding. *Acta Agric. Scand.* 27, 58-64.
- Philipsson, J., Ordell-Gustafson, N. & Swensson, C. 1979. Kalvningssvårigheter och dödfödslar hos nöt. *Svensk Veterinärtidning* 31, 93-94.

- Rajala, P. J. & Gröhn, Y. T. 1998. Effects of dystocia retained placenta, and metritis on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81, 3172-3181.
- Reynolds, W. L., Urick, J. J. & Knapp, B. W. 1990. Biological type effects on gestation length, calving traits and calf growth rate. *J. Anim. Sci.* 68, 630-639.
- Schlote, W. & Hassig, H. 1979. Investigations on the relationships of body measurements and weight of heifers and calf to calving difficulties in German Simmental (Fleckvieh) cattle. *Curr. To. Vet. Med. Anim. Sci.* 4, 220-229.
- Simensen, E. 1982. An epidemiological study of calf helath and performance in Norwegian dairy herds. II. Factors affecting mortality. *Acta Agric. Scand.* 32, 421-427.
- Steinbock, L., Näsholm, A., Berglund, B., Johansson, K. & Philipsson, J. 2003. Genetic effects on stillbirth and calving difficulty in Swedish Holsteins at first and second calving. *J. Dairy. Sci.* 86, 2228-2235.
- Svensk Mjölk, 1970-2004. Husdjursstatistik. Svensk Mjölk, 631 84 Eskilstuna.
- Weigel, K. A. & Rekaya, R. 2000. Genetic parameters for reproductive traits of Holstein cattle in California and Minnesota. *J. Dairy Sci.* 83, 1072-1080.