



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för veterinärmedicin  
och husdjursvetenskap**  
Institutionen för kliniska vetenskaper

# **Kalvningsintervallets betydelse för laktationen hos mjölkkor**

*Johanna Olsson*

*Uppsala  
2018*

*Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet*

*ISSN 1652-8697  
Examensarbete 2018:25*



# Kalvningsintervallets betydelse för laktationen hos mjölkkor

## Importance of the calving interval on the lactation in dairy cattle

*Johanna Olsson*

**Handledare:** Renée Båge, institutionen för kliniska vetenskaper

**Biträdande handledare:** Sigrid Agenäs, institutionen för husdjurens utfodring och vård

**Examinator:** Jan Bertilsson, institutionen för husdjurens utfodring och vård

*Examensarbete i veterinärmedicin*

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurskod:** EX0830

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2018

**Delnummer i serie:** Examensarbete 2018:25

**ISSN:** 1652-8697

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** kalvningsintervall, mjölkavkastning, fertilitet, laktationskurva.

**Key words:** calving interval, milk yield, fertility, lactation curve.

Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för kliniska vetenskaper



## SAMMANFATTNING

Den genomsnittliga mjölkavkastningen hos svenska mjölkkor ökar för varje år. Inom mjölkproduktionen är ett vanligt ekonomiskt mål att försöka uppnå ett kalvningsintervall på 12-12,5 månader. För att uppnå detta intervall måste man ibland inseminera kon när hon är i sviterna efter negativ energibalans, vilket har en negativ inverkan på fertiliteten. Möjligheterna med ett planerat längre kalvningsintervall har studerats de senaste två decennierna, och i flera studier har detta visat sig ge en positiv effekt på fertilitet och hälsa, då kon semineras efter att hon passerat perioden med kraftigast negativ energibalans, samt att hon sinläggs när den dagliga mjölkavkastningen inte är så hög.

Syftet med detta arbete var att undersöka hur en förändring i rutinarbetet med insemineringar och tidpunkt för första inseminering påverkar laktationen. Materialet är insamlat från Lövsta forskningscentrum i Uppsala där man förändrade sina rutiner genom att inseminera tidigare i laktationen för att uppnå ett 12 månaders kalvningsintervall för korna, jämfört med det tidigare kalvningsintervallet på drygt 13 månader. Detta gjorde man för att försöka komma ifrån kor som har låg mjölkproduktion i slutet av laktationen genom att förkorta deras laktation. Totalt ingick 77 kor i studien. Individernas laktationer från år 2014 respektive 2016 användes, vilket innebär att materialet omfattar 154 kompletta laktationer. De 154 laktationerna klassificerades som korta eller långa med gränsen vid 12,5 månaders kalvningsintervall. Av korna som ingick i studien var 48 av rasen SRB och 29 av rasen SLB.

Resultat från denna studie visade att de kor som hade ett långt kalvningsintervall hade en högre mjölkavkastning under laktationens första tre månader, producerade mer mjölk totalt under hela laktationen och hade en mer uthållig laktationskurva. Kalvningsintervallet påverkade inte antalet sindagar och inte heller mjölkavkastningen per dag under laktationen. Det som påverkade kalvningsintervallets längd i denna studie var dels antalet dagar till första brunst och intervall från kalvning till första insemination. Intervallet kalvning till senaste insemination (KSI) var dubbelt så långt hos kor med långt kalvningsintervall som de med kort kalvningsintervall.

Resultaten tyder på att den vanliga rekommendationen med ett kalvningsintervall på 12-12,5 månader inte behöver vara mest lönsamt för alla av dagens högproducerande mjölkkor. Om man är intresserad av att så snabbt som möjligt få upp en ko i topplaktation igen kan det vara relevant att sikta in sig på så korta kalvningsintervall som möjligt, men räknar man på nettovinsten i mjölkproduktion samt tänker på djurvälståndet är inte tiden kring kalvning och topplaktation en åtråvärd period då det är där de flesta hälsoproblem dyker upp.

## SUMMARY

Average milk yield of Swedish dairy cows increases every year. It is a common economic goal in milk production to aim for a calving interval of 12-12.5 months. To reach this interval, the cow has to be inseminated when she is in negative energy balance, which may depress the fertility. The possibility to use planned extended calving intervals to make better use of the production potential has been discussed in scientific literature during the last two decades. Several studies have shown that extended calving intervals have positive effects on fertility and health. Mainly because the cow is inseminated after the most severe negative energy balance, and because the daily milk yield is lower at the time of drying off.

The aim of this study was to investigate the effect of a change in management regarding inseminations on the lactation. The material was collected from Lövsta research center in Uppsala, before and after a change in the routine for inseminations. They started to inseminate the cows earlier in the lactation period to reach a 12 months calving interval, in contrast to their former calving interval of more than 13 months. The goal was to avoid low production in late lactation by shorter lactation period. A total of 77 cows were included in the study, 48 of the Swedish Red and 29 of the Swedish Holstein breed. Lactations from 2014 and 2016 were used, and the data included a total of 154 complete lactations. Those lactations were classified according to the achieved calving interval with 84 “short calving intervals” ( $\leq 12.5$  months) and 70 “long calving interval” ( $> 12.5$  months).

The results of this study showed that cows with long calving intervals had higher milk yield the first three months of lactation, higher total milk yield throughout the lactation period and a more persistent lactation curve. The calving interval did not affect the milk yield per day during the lactation period nor the number of dry days. In this study the calving interval length was affected by days to first oestrus and interval from calving to first service. Days from calving to last service were twice as many in cows with long calving interval as those with short calving interval.

The results from this study suggest that a short calving interval of 12-12.5 months does not have to be the most economic strategy at today's high level of milk production. If the goal is to get another peak lactation as soon as possible it is a relevant strategy to manage the cows for a short calving interval. This is however not necessarily desirable taking the net profit of milk yield and aspects on animal welfare into account, since the time around calving and peak lactation are high risk periods where most health problems occur.

## INNEHÅLL

|  |    |
|--|----|
| INLEDNING .....  | 1  |
| LITTERATURÖVERSIKT.....  | 2  |
| Reproduktionsfysiologi .....   | 2  |
| Fruksamhetsmått .....  | 3  |
| Studier gjorda på samband mellan mjölkproduktion och fertilitet .....  | 4  |
| Mjölkkavkastning och laktationskurvans utseende .....                  | 5  |
| Kalvningsintervall .....   | 6  |
| Studier av olika kalvningsintervall.....                               | 6  |
| MATERIAL OCH METODER.....  | 9  |
| Besättning och skötsel.....  | 9  |
| Ändringar i skötselrutiner.....  | 9  |
| Besättningsstatistik år 2013 respektive 2016 .....                     | 9  |
| Djurmaterial .....   | 10 |
| Statistisk analys .....  | 10 |
| Fruksamhetsuppgifter.....  | 10 |
| Laktationsuppgifter .....  | 10 |
| Formler.....   | 11 |
| Variansanalys .....  | 11 |
| RESULTAT .....   | 12 |
| Fruksamhetsmått .....  | 12 |
| Dagar till första brunst.....  | 13 |
| Intervall från kalvning till första insemination.....                  | 14 |
| Intervall från kalvning till senaste insemination .....                | 14 |
| Antal insemineringar .....   | 14 |
| Mjölkkavkastningens betydelse för fertiliteten .....                   | 14 |
| Mjölkproduktion.....   | 14 |
| Avkastning under laktationens första tre månader .....                 | 15 |
| Total mjölkkavkastning under laktationen .....                         | 15 |
| Avkastning per dag under laktationen.....                              | 15 |
| Antal dagar med mjölkkavkastning under 20 kg.....                      | 15 |
| Laktationslängd och sinperiodens längd i olika kalvningsintervall..... | 15 |
| Laktationskurvor .....   | 15 |
| DISKUSSION .....   | 17 |
| Mjölkkavkastning och laktationslängd.....                              | 17 |
| Laktationskurvor .....   | 18 |
| Fruksamhetsmått .....  | 18 |
| Förslag till fortsatt forskning.....                                   | 19 |
| KONKLUSION.....  | 20 |
| REFERENSER.....  | 21 |





## INLEDNING

Den genomsnittliga mjölkproduktionen hos svenska mjölkkor ökar för varje år. År 2017 låg genomsnittet på drygt 9800 kg mjölk per ko. Detta kan jämföras med år 2000 då avkastningen låg på 8500 kg mjölk per ko (Växa Sverige, 2018). Anledningen till denna ökning är dels genetiska framsteg inom avkastning, hälsa och fertilitet, men även de mycket effektiva produktionssystem som används idag, med förbättrade utfodrings- och skötselrutiner. År 2007-2013 sågs en avplaning av ökningen i mjölkavkastning, men därefter har ökningen tagit fart igen.

Internationellt har man inom aveln selekterat för så hög mjölkproduktion som möjligt, och inte lagt lika mycket vikt på andra egenskaper så som hälsa och fertilitet. Studier har visat på att det finns negativ genetisk korrelation mellan hög mjölkproduktion och fertilitet, vilket på senare år har lett till en minskad fertilitet hos mjölkorna (Pryce *et al.*, 2004). I Norden har vi dock sedan 2005 haft gemensamma avelsvärden för mjölkorna, där honlig fruktsamhet finns med som ett delindex (NAV, 2015). I Sverige har vi dessutom haft hälsa och fertilitet med som registreringar i avelsarbetet sedan 1960-talet (Philipsson & Lindhé, 2003).

Ungefär sex veckor efter kalvningen når laktationskurvan sin pik, då kon har sin högsta mjölkavkastning per dag (Sjaastad *et al.*, 2010). Avkastningen minskar sedan gradvis med cirka två procent per vecka (Knight, 2001). Kon är dräktig med nästa kalv under nästan hela denna period med sjunkande avkastning. Detta eftersom det behövs en ny kalv för att starta nästa laktation.

Det är ett vanligt mål inom mjölkproduktionen att försöka uppnå ett kalvningsintervall på 12-12,5 månader eftersom det anses vara mest ekonomiskt, det vill säga ger det bästa nettot när kostnader och intäkter beräknats (Husdjur 6-7/2009). Med ett kalvningsintervall på 12 månader måste man dock i många fall inseminera kon när hon är i negativ energibalans eller i sviterna efter denna, vilket påverkar fertiliteten negativt. Vid ett planerat längre kalvningsintervall med längre laktation så insemineras kon istället senare efter kalvning, och har då passerat perioden då hon är i kraftigast negativ energibalans (Lehmann *et al.*, 2016). Detta kan ge högre dräktighetsprocent, samt minska antalet kor som sinläggs med hög mjölkproduktion (Knight, 2001).

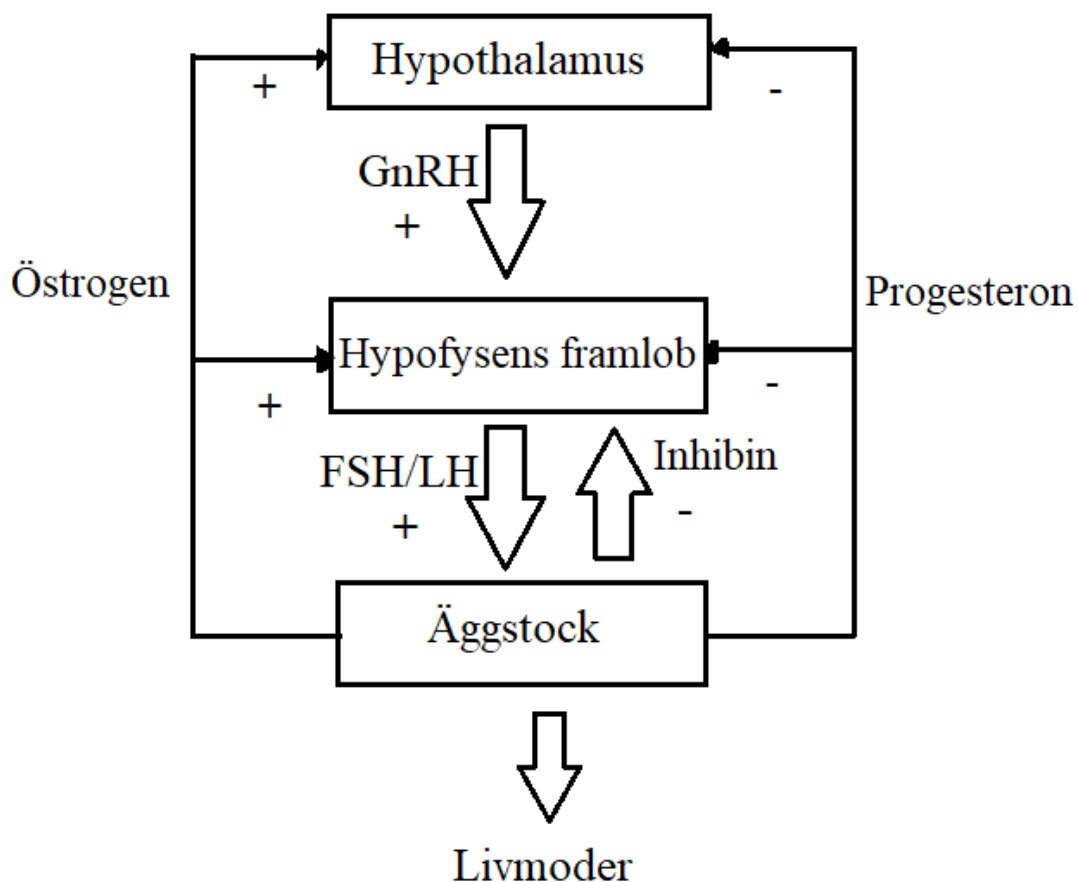
Syftet med detta arbete var att studera hur en förändring i rutinarbetet med insemineringar och tidpunkt för första inseminering påverkar laktationen. På den aktuella gården förändrade man sina rutiner genom att inseminera tidigare i laktationen för att uppnå ett 12 månaders kalvningsintervall för korna, jämfört med det tidigare kalvningsintervallet på drygt 13 månader. Detta gjorde man för att försöka komma ifrån kor som producerar dåligt i slutet av laktationen genom att förkorta deras laktation.

Huvudfrågeställningen var om det fanns någon skillnad på laktationskurvans uthållighet och den totala mjölkproduktionen hos korna när de hade ett kalvningsintervall på drygt 12 månader jämfört med när de hade ett längre kalvningsintervall. Jag ville även undersöka om mjölkavkastningen hade någon påverkan på fertiliteten hos mjölkorna.

## LITTERATURÖVERSIKT

### Reproduktionsfysiologi

Hos nötkreatur är brunstcykeln, det vill säga intervallet från starten av en brunst till början av nästa brunst, cirka 21 dagar lång (Sjaastad *et al.*, 2010). Under dessa tre veckor sker två eller tre vågor med follikelutveckling i äggstockarna. Hypothalamus ansvarar för att kontrollera frisättningen av gonadotropiner från hypofysens framlob (Noakes *et al.*, 2009). Gonadotropinsfrisättande hormon (GnRH) från hypothalamus frisätts till hypofysens portasystem och stimulerar de gonadotropinproducerande cellerna i hypofysens framlob att bilda och frisätta follikelstimulerande hormon (FSH) och luteiniserande hormon (LH). FSH stimulerar follikelvägornas framväxt och bildning av östrogen från folliklarna. Östrogen har främst en positiv feedback på GnRH-frisättningen, medan progesteron framför allt utövar negativ feedback på dessa, se Figur 1.



Figur 1. Principskiss över endokrina samband hypothalamus-hypofys och äggstockar. Hormonerna utövar positiv (+) och negativ (-) effekt på målorganen.

En ökad produktion av östrogen i kombination med sjunkande nivåer av progesteron från den tidigare aktiva gulkroppen leder till en kraftig stimulering av den dominanta follikelns tillväxt (Sjaastad *et al.*, 2010). När östrogenproduktionen ökar allt mer från den växande dominanta follikeln så sker det en kraftig LH-frisättning från hypofysen, samtidigt som den höga östrogennivån i kombination med inhibin som insöndras från follikeln leder till minskad frisättning av FSH. Den höga nivån av östrogen ger även upphov till brunstsymtom hos kon (svullen blygd, brunstflytning, försöker hoppa upp på andra djur).

Follikelns och äggcellens slutliga mognad sker under inverkan av LH, vilket sker under eller strax efter ståbrunstens början (när kon står stilla för upphopp från andra djur) (Sjaastad *et al.*, 2010). Den höga

koncentrationen av LH sätter igång en kaskad av mekanismer som får follikeln att brista och släppa ut ägget. Ovulation av follikeln sker cirka 12 timmar efter ståbrunstens slut (Noakes *et al.*, 2009). Efter ovulationen bildas en gulkropp från den brutna follikeln, vilken utsöndrar progesteron under lutealfasen, som varar cirka 14 dagar. Därefter tillbakabildas gulkroppen och kon går in i en ny follikelfas.

Om kon blir dräktig kommer gulkroppen inte att tillbakabildas, utan fortsätter producera progesteron hela dräktigheten (Sjaastad *et al.*, 2010). Progesteron hindrar att folliklar går till ägglossning under dräktigheten, samt stimulerar livmoderns tillväxt och förhindrar livmoderssammandragningar. Progesteronet har även en stimulerande effekt på mjölkkörtlarna och därmed mjölkproduktionen. Ungefär i den femte dräktighetsmånaden kan man dock se att mjölkproduktionen dämpas (Bertilsson *et al.*, 1997). Man vet inte exakt vilken mekanism som gör att dräktigheten påverkar mjölkavkastningen (Oltenu *et al.*, 1980) men man vet sedan länge att östrogen och progesteron, som ökar under dräktigheten spelar in (Österman, 2003). Nötkreatur är dräktiga cirka 280 dagar (Sjaastad *et al.*, 2010). Progesteron minskar i slutet av dräktigheten, vilket gör att mängden östrogen blir ökad i förhållande till mängden progesteron (Amrose, 2015). När progesteronhalten minskar så upphör dess negativa feedback på frisättningen av GnRH, och på så sätt utsöndras även FSH igen, vilket leder till att follikeltillväxten kan påbörjas igen. Efter kalvningen återupptas äggstockarnas cyklicitet och livmodern involueras, återfår sin normala storlek och funktion, vilket ungefär tar en månad för en frisk ko. De flesta korna visar sin första brunst inom en månad efter kalvning, och första inseminationen brukar utföras efter en frivillig väntetid på maximalt 50 dagar, om man har ett 12 månaders kalvningsintervall som mål. För att kunna uppnå kalvningsintervall på 12 månader måste kon bli dräktig igen inom 80-85 dagar efter kalvning.

### **Fruksamhetsmått**

Fruksamhet är en viktig faktor inom mjölkproduktionen (Löf, 2012). För att kunna ha en hög mjölkavkastning måste kon regelbundet bli dräktig och föda en ny kalv. Fruksamheten har alltså stor påverkan på mjölkproduktionen och därmed även på lönsamheten (Groen *et al.*, 1997). Generellt sett är målet för reproduktion lika i olika länder, nämligen att man vill ha kor som återvänder till cyklicitet snabbt efter kalvning, visar starka och regelbundna brunster samt blir dräktiga direkt om de insemineras vid rätt tidpunkt (Berglund, 2008). Dessutom ska kon kunna fullfölja hela sin dräktighet och föda fram friska kalvar.

År 2017 stod nedsatt fruktsamhet för 17,9 % av utgångarna enligt Växa Sverige (2018). Nedsatt fruktsamhet är alltså den vanligaste orsaken till utslagning av svenska mjölkkor, men positivt är att procentandelen har minskat de senaste åren, siffran låg på 24,4 % för tio år sedan. Under denna tidsperiod har istället andelen utslagna på grund av juversjukdom, hög cellhalt, låg avkastning samt ben- och klövlidande ökat (Växa Sverige, 2018).

För att utvärdera fruktsamheten i besättningar kan man använda flera olika mått (Flores, 1971). Fertilitetsmått baseras på information om kalvningar, brunstobservationer och insemineringar alternativt betäckningar. Inkalvningsålder, kalvningsintervall och utslagsprocent är de så kallade övervakade nyckeltalen som har störst betydelse för lönsamheten enligt konventionell rådgivning. Övriga kallas analyserade nyckeltal och utgörs bland annat av procent av djuren som inte återvänder till brunst inom 60 respektive 90 dagar, dräktighetsprocent, antal insemineringar per dräktighet, intervall från kalvning till första inseminering (KFI) samt intervall från kalvning till senaste inseminering (KSI), även kallat tomperiod. Tomperioden är alltså tiden från det att kon kalvat tills hon blivit dräktig med nästa kalv. Andra mått som kan användas är reproduktionsstörningar samt brunstintensitet, det vill säga hur tydligt kon visar sin brunst. Längden på inseminationsperioden är ett mått på hur bra man är på att få djuren dräktiga och hur effektiv brunstobservation man har (Löf, 2012). Enligt Löf, 2012 bör KFI ligga på under 80 dagar och KSI på under 100 dagar, om man har tillräckligt bra brunstobservation och insemineringsrutiner. Intervallet KFI kan bonden själv välja att påverka via den frivilliga väntetiden innan korna börjar insemineras för att få ett längre kalvningsintervall, men även skillnader i kornas

förmåga att visa yttre tecken på brunst och förmåga att bli dräktiga påverkar detta intervall (Flores, 1971). Kalvningsintervallet är alltså både ett resultat av tidpunkten för första insemination och inseminationsperiodens längd.

För mjölkkor är det en mycket kritisk tid kring kalvning och början av laktationen, då deras energibehov ökar kraftigt (Cargile & Tracy, 2015). Det ökade energibehovet beror på fostrets ökade näringsbehov i slutfasen av dräktigheten samt hög mjölkproduktion. Kon hamnar i negativ energibalans, vilket sker några dagar kring kalvningen och varar i några veckor. Det är mjölmängden som driver hur allvarlig den negativa energibalansen blir. Negativ energibalans leder till lägre frisättning av GnRH och LH, och hämmad äggstocksaktivitet med minskad produktion av östrogen och progesteron (Zebeli *et al.*, 2015). Den negativa energibalansen ger en kraftig minskning av plasmans nivåer av insulin, glukos och insulinlik tillväxtfaktor-1 (IGF-1). Tillväxtfaktorn IGF-1 behövs för en ökad produktion av östrogen från folliklarna, fler LH-receptorer samt även utveckling av gulkroppen efter ovulation. Den negativa energibalansen ger därför upphov till låga nivåer av insulin och låga nivåer av IGF-1, med försämrad fertilitet i form av lägre befruktnings- och dräktighetsprocent som resultat. Detta eftersom den dominanta follikeln hindras från att ovulera och att kons återgång till cyklicitet efter kalvningen försenas (Beam & Butler, 1999). Att ovulation inte sker beror främst på att GnRH-pulsatiliteten är låg (metaboliska hormoner och substanser som frisätts vid negativ energibalans interfererar med GnRH-frisättningen), och därför blir LH-pulsatiliteten låg. På grund av detta sker inte den slutliga tillväxten av den dominanta follikeln så bra som den borde. Follikelns östrogenproduktion blir då för låg och inducerar inte den preovulatoriska LH-toppen som ska framkalla ägglossning. Inte förrän kon har nått botten på negativa energibalansen, och börjat vända mot positiv energibalans kan GnRH- och LH-pulsatilitet öka och ägglossning äga rum. Vid negativ energibalans försämras även neutrofilernas funktion vilket leder till att immunförsvaret hämmas (Cargile & Tracy, 2015). Även detta ger en sekundär negativ påverkan på fertiliteten i de fall då livmoderinvolutionen försenas eller kompliceras med metrit eller endometrit.

Svensk rödbrokgig boskap (SRB) har trots en stadig ökning i mjölkavkastning behållit sin goda fertilitet i stor utsträckning, troligen på grund av att man inom rasen haft ett nationellt avelsprogram i mer än trettio år innehållande reproduktionsegenskaper (Berghlund, 2008). Man har även med fertilitet i det svenska avelsprogrammet för holsteinrasen (SLB), men detta har inte varit tillräckligt för att motstå påverkan från det genetiska material som tas in från andra länder, där man i princip inte alls har fokuserat på fertiliteten i sina avelsmål.

### **Studier gjorda på samband mellan mjölkproduktion och fertilitet**

Harrison *et al.* (1989) samlade in data från 19 holsteinkor från 20 dagar efter kalvning till dess att de var dräktiga igen, eller till dess att det gått 150 dagar efter kalvning. De påvisade att individer som hade hög mjölkavkastning under laktationens första 120 dagar hade ett längre intervall mellan kalvning och första synliga brunst. De såg däremot inget samband mellan intervallet mellan kalvning och första lutealfas. Detta tyder på att en hög mjölkavkastning inte verkar hämmande på reproduktionsorganens återhämtning, utan snarare påverkar brunstvisningen negativt. Harrison *et al.* (1990) visade i en annan studie, som undersökte mjölkavkastningen under hela laktationen, tiden för reproduktionsorganens återhämtning samt första ägglossning efter kalvning, att inget samband mellan dessa faktorer fanns. Studien utfördes på två olika grupper av holsteinkor, med 10 individer i varje grupp. De grupperades utefter om de hade hög eller medelhög mjölkavkastning. Även i denna studie såg de att högproducerande kor hade längre intervall från kalvning till första synliga brunst och svagare brunstvisning.

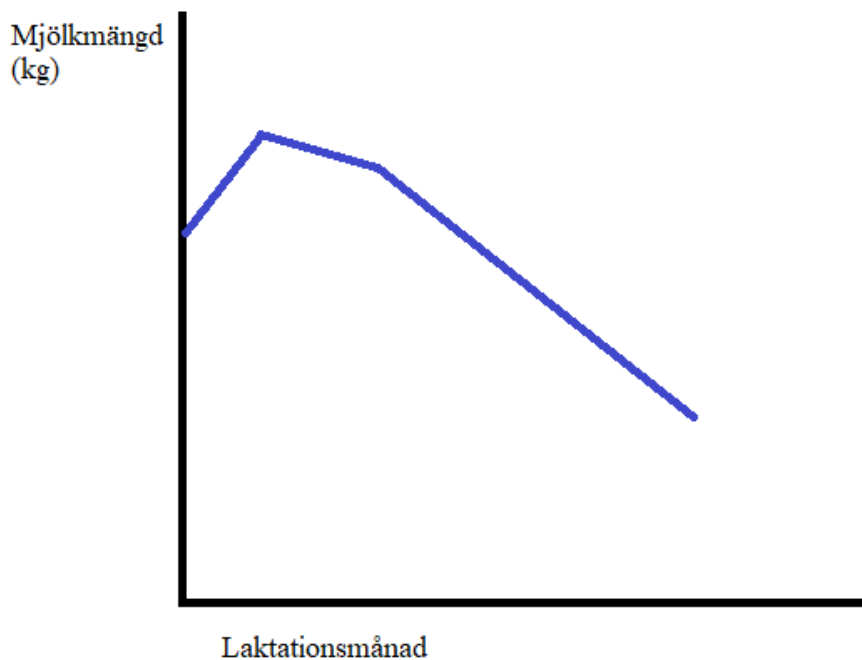
I en studie av Fonseca *et al.* (1983) på 212 holstein och jerseykor undersöktes i realtid hur mjölkproduktionen under laktationens första 70 dagar påverkade olika fertilitetsrelaterade faktorer. De såg att de kor som producerade något över medel visade flest brunster (brunst registrerades när kon stod för upphopp), men man såg ingen signifikant skillnad mellan korna med högst respektive lägst mjölkavkastning. Däremot såg man att högproducerande kor hade tidigare första ägglossning efter kalvning än de lågproducerande korna och att högproducerande kor hade en tidigare involution av

livmodern efter kalvning. Perioden mellan kalvning och första insemination var trots detta längre för korna med högre mjölkavkastning. Författarna sammanfattade sina resultat med att det fanns ett positivt samband mellan hög mjölkproduktion och återhämtningen av reproduktionsorganen i form av involution av livmodern efter kalvning, men att tiden till första insemination efter kalvning var något längre hos kor med hög mjölkavkastning. Däremot fann man inga tydliga samband mellan mjölkavkastning och brunstvisning. Nyman *et al.* (2017) gjorde en studie på hur synliga brunsttecken påverkades av mjölkavkastning, ras och inhysningssystem. Retrospektiva data från SRB- och SLB-kor undersöktes. Man kunde inte se någon generell negativ effekt av mjölkavkastningen på brunsttecknen. Däremot sågs påverkan av både ras och inhysningssystem. SRB-kors brunstvisning påverkades inte av olika mjölkavkastningsnivåer, medan SLB-korna i lösdrift hade en minskad brunstintensitet vid högre mjölkavkastning.

### Mjölkavkastning och laktationskurvans utseende

Mjölkavkastningen per ko ökar ständigt, och denna ökning har i Sverige liksom många andra länder accelererat de senaste sjuttio åren (Rehn *et al.*, 2000; Växa Sverige, 2018). De senaste tjugo åren har den genomsnittliga mjölkavkastningen ökat med drygt 1000 kg mjölk per ko och år. (Växa Sverige, 2018). Med den effektiva avel som bedrivs och de produktionssystem vi har idag, kommer avkastningen troligen att fortsätta öka (Rehn *et al.*, 2000; Österman, 2003; Växa Sverige, 2018). Mjölkavkastningen varierar beroende på vilken laktation kon befinner sig i (Ray *et al.*, 1992). Produktionen är vanligen lägst under första laktationen och högst under fjärde eller femte laktationen. En annan faktor som påverkar avkastningen är ras. Enligt Växa Sverige (2018) var medelavkastningen år 2017 9161 kg mjölk (9760 kg energikorrigerad mjölk, ECM) för SRB och 10325 kg (10520 kg ECM) för SLB.

Figur 2 visar hur en traditionell laktationskurva principiellt ser ut. Efter kalvning börjar kon sin avkastning på en viss nivå. Därefter ökar denna tills det att maximal avkastning nås (Grossman *et al.*, 1999), vilket ses som en pik på kurvan. Detta inträffar cirka sex veckor efter kalvning (Sjaastad *et al.*, 2010). Maximal avkastning upprätthålls under en tid, vilket blir som en plåtå på kurvan, och därefter minskar avkastningen tills slutet av laktationen (Grossman *et al.*, 1999).



Figur 2. Principskiss över en laktationskurva.

Mjölkkavkastning och laktationens uthållighet är de faktorer som bestämmer vilket kalvningsintervall som är lämpligast för den individuella kon, det vill säga kons möjlighet att upprätthålla sin produktion efter att hon nått högsta avkastning (Wood, 1967). Kor som har samma maximala avkastning några veckor efter kalvning kan ha väldigt olika mjölkkavkastning totalt sett under laktationen på grund av individuella skillnader i laktationens uthållighet (Grossman *et al.*, 1999).

Laktationskurvans uthållighet är en viktig påverkande faktor för den totala mjölkkavkastningen under laktationen (Österman, 2003). En ko med flackare laktationskurva har en mer uthållig laktation än en individ med hög maximal avkastning som därefter snabbt minskar, trots att totala avkastningen under laktationen kan vara samma. Enligt bland annat Schutz *et al.* (1990) så minskar laktationskurvans uthållighet med ökande laktationsnummer. Förstakalvare har alltså oftast plattare, mer uthålliga laktationskurvor än kor som kalvat flera gånger (Österman, 2003).

## **Kalvningsintervall**

Mjölkkproduktionen baseras på cykler av kalvning, laktation samt inseminering, och en sinperiod följt av nästa kalvning (Lehmann *et al.*, 2016). Ett kalvningsintervall är tidsperioden från en kalvning till nästa (Flores, 1971; Bujko *et al.*, 2013). Kalvningsintervallet omfattar alltså intervallet från kalvning till första brunst och insemination, längden på insemineringsperioden samt dräktighetslängden (Flores, 1971).

Det ekonomiska riktvärdet för det genomsnittliga kalvningsintervallets längd på besättningsnivå i Sverige är 365-380 dagar, det vill säga cirka 12-12,5 månader (Växa Sverige, 2018). Det genomsnittliga kalvningsintervallet år 2017 var dock längre än riktvärdet. Inkluderat alla raser låg snittet på 13,2 månader. Förutom intervallet från kalvning till första insemination (genomsnitt 84 dagar år 2017), inseminationsperiodens längd (intervallet mellan första och sista insemination) samt dräktighetslängden, påverkas kalvningsintervallet även till viss del av ras. SRB har ett genomsnittligt kalvningsintervall på 13,0 månader enligt kokontrollens data, medan SLB har snittet 13,3 månader (Växa Sverige, 2018). Riktvärdet med ett kalvningsintervall på 12 månader, det vill säga att varje ko ska föda fram en kalv per år, baseras på att det är mer ekonomiskt ju tidigare kon blir dräktig igen efter föregående kalvning (Bujko *et al.*, 2013; Holmann *et al.*, 1984; Strandberg & Oltenacu, 1989). För att påverka kalvningsintervallet kan man förlänga eller förkorta antalet laktationsdagar, men det är ofta andra managementmetoder som påverkar intervallet till exempel brunstkontroller och insemineringar. Även genetiska fertilitetsegenskaper spelar in.

Flera studier har utförts i syfte att utvärdera om ett förlängt kalvningsintervall kan ge högre mjölkkproduktion och bättre hälsa. De förväntade fördelarna är bland annat att man reducerar antalet sindagar under kons livstid och man minskar kostnaderna för inseminationer (Borman *et al.*, 2004). Dessutom diskuteras möjligheten att minska antalet högriskperioder, eftersom kon kalvar färre gånger under sin livstid, och att detta kan leda till färre komplikationer relaterade till kalvning och metabolisk stress (Knight, 2001; Borman *et al.*, 2004).

Fördelar med ett kortare, mer traditionellt kalvningsintervall på 12-12,5 månader är att kon kan föda fram fler avkommor under sin livstid vilket ger gården en större rekryteringsmöjlighet (Sørensen & Østergaard, 2003). Enligt Sørensen & Østergaard (2003) ger ett kort kalvningsintervall en högre mjölkkavkastning per dag under laktationen, men också en högre risk per ko-år för sjukdomar kring kalvning. Även Gustafsson & Oskarsson (2009) pekar på att ofrivilligt förlängda kalvningsintervall resulterar i stora kostnader för ett mjölkföretag. Detta genom att kalvningsintervallet förlängs med tre veckor för varje missad brunst, vilket minskar den årliga mjölkkavkastningen per ko. De anser att förlängda kalvningsintervall står för den största kostnaden vid dålig fruktsamhet.

## **Studier av olika kalvningsintervall**

I en studie av Rehn *et al.* (2000) jämfördes kor med planerat 12 månaders kalvningsintervall med en grupp kor med planerat 15 månaders kalvningsintervall under svenska förhållanden. Korna var av raserna SRB och svensk holstein. Resultatet av denna studie var att kor med ett planerat förlängt

kalvningsintervall under sin laktation hade en daglig mjölkproduktion som var cirka 2-5 % lägre än de med ett 12 månaders kalvningsintervall. Mjölkproduktionen vid sinläggning skiljde sig inte signifikant mellan de båda grupperna. Studien visade även att kor med högre mjölkproduktion hade uthålligare laktationskurvor, samt att holsteinkor hade bättre uthållighet än SRB. Det som var slående med denna studie var att det är en mycket stor individuell variation i laktationskurvans utseende, vilket pekar på att det vore bäst att anpassa kalvningsintervallet efter individen.

Österman (2003) undersökte i sin doktorsavhandling hur planerade kalvningsintervall på 12 respektive 18 månader påverkade mjölkavkastningen. Undersökningen gjordes under svenska förhållanden på 72 stycken SRB, som delades upp i två grupper som inseminerades för antingen 12 eller 18 månaders kalvningsintervall. Studien pågick i tre år, vilket innebar tre laktationer i 12-månadersgruppen och två laktationer i 18-månadersgruppen. De olika kalvningsintervallen kombinerades med två olika mjölkningstyper; två respektive tre mjölkningar per dag. Resultatet visade att kor med ett planerat kalvningsintervall på 18 månader hade lika hög produktion per dag i kalvningsintervallet, som de med 12 månaders intervall. De med allra högst avkastning hade ett kalvningsintervall på 18 månader och mjölkades tre gånger per dag. Man såg även att förstakalvare hade något högre avkastning, vidhöll sin produktion längre samt hade en kortare sinperiod i det förlängda kalvningsintervallet, än de kor som kalvat flera gånger. I 12-månaders kalvningsintervallet hade förstakalvarna en lägre mjölkavkastning under laktationen än korna som kalvat fler gånger.

Edvardsson (2012) undersökte retrospektivt hälso- och sjukdomsparametrar registrerade från samma försöksgård som i studien av Rehn *et al.* (2000). Studien inkluderade två olika grupper av SRB och holsteinkor som slumpvis valdes ut till att ha planerat 12- respektive 15 månaders kalvningsintervall, med första tillåtna insemineringar 50 respektive 140 dagar efter kalvning. Korna fortsatte tillhöra samma planerade kalvningsintervall fram till utslagning eller försökets slut. Edvardssons (2012) resultat var att något fler diagnoser per ko-år, i medeltal 1,34, sågs i gruppen med 12 månaders kalvningsintervall. Gruppen med 15 månaders intervall hade i medel 1,17 diagnoser per ko-år. Mastit, ben/klövsjukdomar och kalvningsförlamning var de vanligaste diagnoserna i studien, och dessa var vanligare i gruppen med 12 månaders kalvningsintervall. Ingen skillnad mellan grupperna kunde dock påvisas gällande antal diagnoser per laktation.

Lehmann *et al.* (2016) undersökte retrospektivt hur ett förlängt kalvningsintervall i fyra danska besättningar påverkade mjölkavkastningen per foderdag. Mjölkavkastning per foderdag definieras som den kumulerade mjölkavkastningen under laktationen dividerat med antalet dagar mellan två kalvningar, alltså mjölkavkastningen per dag i kalvningsintervallet. Besättningarna som var med i studien arbetade alla aktivt med förlängt kalvningsintervall genom att vänta med första insemination efter kalvning. Materialet bestod av raserna holstein, jersey samt korsningar mellan holstein, jersey och röd dansk boskap. I studien såg man att korna med ett kalvningsintervall upp till 17-19 månader hade en ekvivalent total mjölkproduktion per foderdag i jämförelse med kor med kalvningsintervall kortare än 13 månader i samma besättningar. Mjölkavkastningen de sista 45 dagarna av laktationen var betydligt lägre hos andrakalvare och äldre vid det förlängda kalvningsintervallet. Mjölkavkastningen de första 80 dagarna i laktationen var högre hos kor med förlängt kalvningsintervall. Man drog som slutsats att gårdens totala mjölkproduktion inte påverkas negativt av ett längre kalvningsintervall men att det är mycket stora individuella skillnader och att det optimala vore att planera kalvningsintervallets längd utefter den individuella kon.

Van Eetvelde & Opsomer (2017) har på holsteinkor i Belgien studerat hur kons mjölkavkastning har en negativ inverkan på kalvfostret. Både en hög avkastning och en uthållig laktation i kombination med kortare sinperiod hade negativ inverkan. Resultaten från deras studier indikerar att kons mjölkproduktion ger en sub-optimal miljö för fostret under senare delen av laktationen. Detta eftersom mjölkproduktionen kräver mycket glukos, och konkurrerar alltså om energi med den dräktiga livmodern. Detta kan påverka näringstillförseln till fostret negativt. En längre laktation, och kortare sinperiod, gör att näring går till juvret istället för till kalven under en längre period. Resultatet av dagens avel för hög mjölkavkastning i kombination med en uthållig laktation (vilket i många fall ger en kortare sinperiod)

kan alltså ge negativ påverkan på kalvfostrets utveckling. Dessa kalvar har en mindre storlek vid födseln och föds med en högre insulinkänslighet för att kunna ta igen tillväxten efter födseln. Man vet för nuvarande inte säkert om denna förändring i kalvens metabolism har påverkan på kalvens framtida ämnesomsättning och hälsa. Flera studier, bland annat av Berry *et al.* (2008), har dock visat på samband mellan kons laktation under dräktigheten och påverkad funktion och hållbarhet hos kalven när den vuxit upp.



## **MATERIAL OCH METODER**

### **Besättning och skötsel**

Materialet har samlats in under perioden augusti till oktober 2017 från Lövsta forskningscentrum i Uppsala, där SLU bedriver sin forskning på lantbruksdjur. Arbetet gjordes som en retrospektiv studie, med datamaterial insamlat från perioden september 2013 till juni 2017. Studien var en utvärdering av mjölkproduktion och fertilitet före samt efter byte av fruktsamhetsstrategi. Besättningen bestod i genomsnitt av 250 lakterande kor av raserna SRB och SLB. Mjölkkorna hölls i varm lösdrift med liggbås med gummimattor eller gummimadrasser, som ströades med kutterspån. De var indelade i fyra grupper varav tre grupper mjölkades i automatisk mjölkningskarusell (DeLaval AMR™, DeLaval International AB, Tumba, Sverige) och den fjärde i mjölkningsrobot (DeLaval VMS™, DeLaval International AB, Tumba, Sverige). I vardera grupp fanns cirka 60-65 kor. Individer flyttades mellan grupperna under laktationen. I AMR-systemet skedde mjölkning två gånger per dag på fasta tider medan kor mjölkades i mjölkningsstationen i VMS kontinuerligt under hela dygnet.

Gården använde driftledningsprogramvaran DelPro (DeLaval DelPro™ farm manager, DeLaval International AB, Tumba, Sverige) data till studien har hämtats från redan insamlad data i detta system. Studien omfattade data på mjölmängd, insemineringar, kalvningar, dräktighetsundersökningar, sinläggningar och hälsohändelser.

På den aktuella gården registrerades brunst baserat på fyra olika kriterier: rider på andra djur, blir riden på av andra djur, aktivitetsmätning samt övrigt. Under kategorin övrigt inkluderades brunstsymtom som till exempel att kon luktar på andra kors yttre genitalia eller lägger hakan på korset på andra kor.

### **Ändringar i skötselrutiner**

Enligt personlig information från en tidigare rådgivare på gården så började man mellan de två studerade årtalen att arbeta mer intensivt med fruktsamhetsfrågor, bland annat tog man fram en specifik fruktsamhetsgrupp som arbetade för att få ned kalvningsintervallen i besättningen. Man började följa upp de kor som inte blivit inseminerade, genom att kontrollera varför de inte blivit påbörjade. Den största skillnaden mellan årtalen var att man tidigare inte började kolla efter brunster förrän 60 dagar efter kalvning. När man började arbeta mer intensivt med fruktsamhetsfrågorna började man kolla efter brunst tidigare, och därmed påbörjades även insemineringarna tidigare. Dessutom anordnades kurser för att personalen skulle bli bättre på att urskilja brunsttecken.

### **Besättningsstatistik år 2013 respektive 2016**

Enligt siffror från veterinären som är tillsynsansvarig för insemineringarna i besättningen har det skett en del mellan de aktuella årtalen. År 2013 var det nio olika personer som inseminerade i besättningen, med en dräktighetsprocent per insemination per tjänsteman som varierade mellan 24,3-45,6 % (Winroth, R-M., Växa Sverige, pers. medd., 2017). År 2016 var det istället sju personer som inseminerade, med dräktighetsprocenten 21,6-60,3 % per insemination. Detta år hade man även hjälp av seminörer från Växa Sverige, vilka i denna besättning låg på i genomsnitt 52,5 % dräktighet per insemination.

Den frivilliga väntetiden efter kalvning var år 2013 70 dagar för förstakalvare och 56 dagar för kor. Denna sänktes till 50 respektive 49 dagar efter kalvning år 2016. Semineringsintervallet, det vill säga hur många kor som har ett korrekt treveckorsintervall mellan första och andra insemination, ger en indikation på om man i besättningen inseminerar vid rätt tidpunkt i brunsten. År 2013 inseminerades 41 % av korna om tre veckor efter insemination, 2016 låg samma parameter på 48 %, fler inseminerades alltså om i rätt tid år 2016. För kort insemineringsintervall låg på 23 % 2013 och 19 % 2016. Rekommendationen är att ligga under 10 %. Inseminationsprocenten, alltså hur stor andel befintliga brunster som hittas och insemineras, låg på 79 % år 2013 och 81 % år 2016. Rekryteringsprocenten har sjunkit från 52 % 2013 till 27 % 2016, mycket färre kor slogs alltså ut. Dessutom har utgångsorsaken ”nedsatt fruktsamhet” minskat från 12 % till 5 % mellan dessa årtal. Inkalvningsåldern låg på 25,8 månader år 2013 och hade år 2016 sänkts till 23,7 månader.

## Djurmaterial

Endast kor med kompletta laktationer som följts av en ny kalvning, togs med i studien. Detta för att få fram kalvningsintervall för varje ko i de två laktationerna som ingick i studien. Totalt blev det 77 individer som stämde in på ovan nämnda kriterier under tidsperioden omkring den förändring som gjordes för att korta kalvningsintervallen, vilket gav 154 laktationer att studera.

Laktationsdata delades upp i två kategorier baserat på kalvningsintervall, där en grupp innehöll kor med  $\leq 12,5$  månaders kalvningsintervall, vilket är det intervall man konventionellt eftersträvar, och den andra gruppen utgjordes av de med kalvningsintervall  $>12,5$  månader. Av totalantalet 154 tillhörde 84 laktationer (54,5 %) kalvningsintervallet  $\leq 12,5$  månader, och 70 laktationer (45,5 %) till intervallet  $>12,5$  månader.

Det är inte två planerat olika kalvningsintervall som studerats, utan korna har hamnat i respektive grupp baserat på sina kalvningsintervall, utan aktiva beslut om vilka individer som ska ingå i vilken grupp. De kor som kalvat och inseminerats under slutet av 2013 alternativt under 2014 samt även under slutet av 2015 alternativt under 2016 togs med i studien. Dessa årtal representerar tiden före- samt efter gårdens skötselstrategier för fruktsamhet förändrades. 48 av korna (62,3 %) som inkluderades i studien var av rasen SRB, 29 stycken (37,7 %) var SLB, det vill säga 96 laktationer som studerades var från SRB och 58 från SLB. Fördelning av antal laktationer per kalvningsintervall, laktationsnummer och ras framgår av Tabell 1.

Tabell 1. Antalet laktationer i studien, totalt samt per ras och grupp

|                       | KI $\leq 12,5$ mån | KI $>12,5$ mån | Totalt |
|-----------------------|--------------------|----------------|--------|
| <b>SRB</b>            |                    |                |        |
| Laktationsnr 1        | 14                 | 6              | 20     |
| Laktationsnr $\geq 2$ | 44                 | 32             | 76     |
| <b>SLB</b>            |                    |                |        |
| Laktationsnr 1        | 6                  | 8              | 14     |
| Laktationsnr $\geq 2$ | 20                 | 24             | 44     |
| Totalt                | 84                 | 70             | 154    |

## Statistisk analys

Datorprogrammen Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) samt SAS 9.4 (SAS institute Inc., Cary, NC, USA) användes för att analysera materialet.

### **Fruksamhetsuppgifter**

För de två grupperna med olika kalvningsintervall beräknades median, medelvärde samt standardavvikelse för fruktsamhetsmåttan dagar till första observerade brunst efter kalvningen som föregick det korta respektive långa kalvningsintervallet, KFI, KSI samt det totala antalet insemineringar. Detta gjordes i datorprogrammet Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

### **Laktationsuppgifter**

Mjölproduktionen som kalkylerades på samma sätt som fruktsamhetsuppgifterna var mjölkavkastning per laktationsdag, mjölkavkastning per dag i kalvningsintervallet (det vill säga från en kalvning till nästa, sinperiod inräknad), antal dagar med mjölkproduktion under 20 kg samt total

mjölkproduktion under de första tre laktationsmånaderna. Även detta gjordes i Microsoft Office Excel 2010.

### **Formler**

Medelvärden beräknades med formeln  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$  där  $i$  anger observationsnummer,  $x$  är indikatorn man undersöker (till exempel mjölkavkastning) och  $n$  är antalet observerade variabler. Standardavvikelsen som anger den genomsnittliga avvikelsen från medelvärdet, beräknades enligt formeln:  $SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$

### **Variationsanalys**

Variationsanalys utfördes med mixed model i SAS 9.4 (SAS institute Inc., Cary, NC, USA). Faktorer som testades var ras, laktationsnummer och kalvningsintervallklass (kort eller långt kalvningsintervall). Frihetsgrader fördelades enligt Kenward-Roger och Tukey-Kramers metod för parvisa jämförelser användes för att minska risken för överskattning av skillnader. Beroende variabler som testades var antal insemineringar, dagar till första brunst, intervall från kalvning till första inseminering, intervall från kalvning till senaste inseminering, kalvningsintervall i dagar, laktationsdagar, sindagar, dagar med mjölkproduktion under 20 kg, mjölkproduktion under hela laktationen (kg mjölk), mjölkproduktion per dag i laktationen (kg mjölk), samt mjölmängd de första tre månaderna i laktationen.

### **Modell**

PROC MIXED;

CLASS ko ras laktationsnummer år kalvningsintervall;

MODEL= ras laktationsnummer år kalvningsintervall /DDFM=KENWARDROGER;

LSMEANS ras laktationsnummer år kalvningsintervall/adj=tukey;

Ras: SRB och SH

År: 2014 och 2016

Laktationsnummer: 1, 2, 3, 4, 5

Kalvningsintervall: ≤12,5 månad respektive >12,5 månad

För att grafiskt åskådliggöra hur laktationskurvan påverkas av kalvningsintervallet beräknades genomsnittlig mjölkproduktion per dag var fjärde vecka för varje laktation. Medelvärdet för korna i gruppen med kalvningsintervall ≤12,5 månader räknades sedan ut för var fjärde vecka i laktationen. Genomsnittliga laktationskurvan för denna grupp åskådliggjordes genom att infoga dessa värden i ett diagram. Samma procedur upprepades för gruppen med kalvningsintervall >12,5 månader. Laktationskurvorna från de två olika grupperna jämfördes deskriptivt med varandra genom att infoga dem som två olika linjer i samma diagram.

## RESULTAT

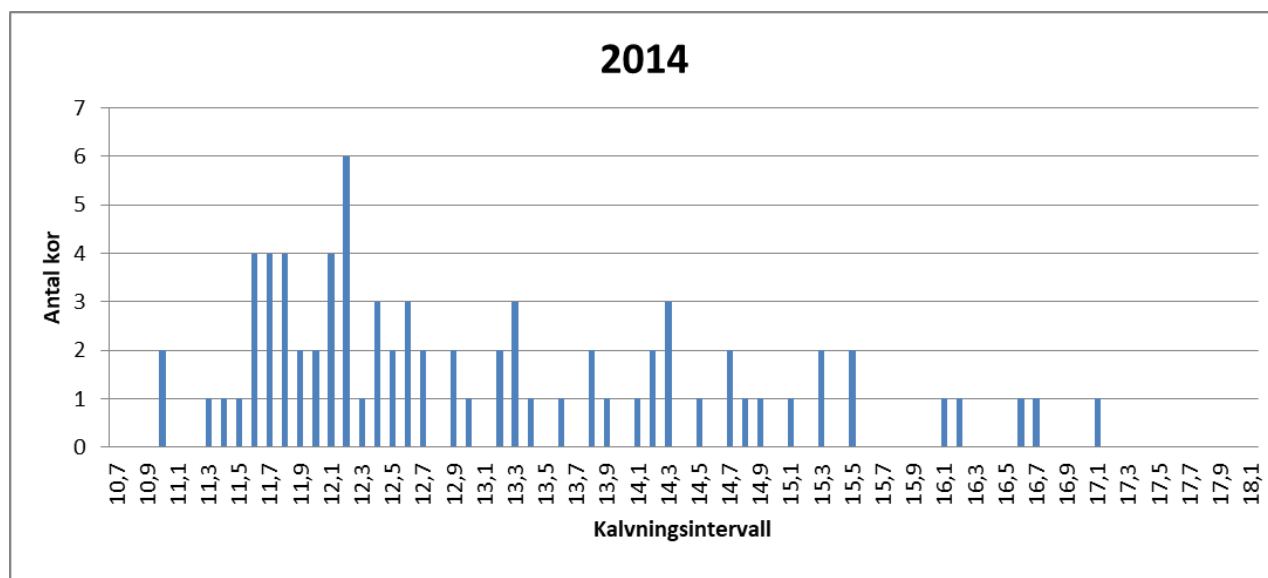
### Fruksamhetsmått

Perioden 2013/2014 hade besättningen ett genomsnittligt kalvningsintervall på 13,3 månader, vilket man sänkt till genomsnittet 12,6 under år 2016/2017 enligt gårdens driftledningsprogram. Korna som inkluderades i denna studie hade ett genomsnittligt kalvningsintervall på 13,1 månader 2014 och år 2016 var samma parameter 12,5 månader. Mätt i dagar var kalvningsintervallet  $402,0 \pm 5,3$  dagar år 2014 och  $388,3 \pm 4,2$  dagar år 2016 ( $p < 0,05$ ). Tabell 2 visar kalvningsintervall samt övriga fruktsamhetsnyckeltal uppdelat på dessa årtal, redovisat i medelvärde och standardavvikelse.

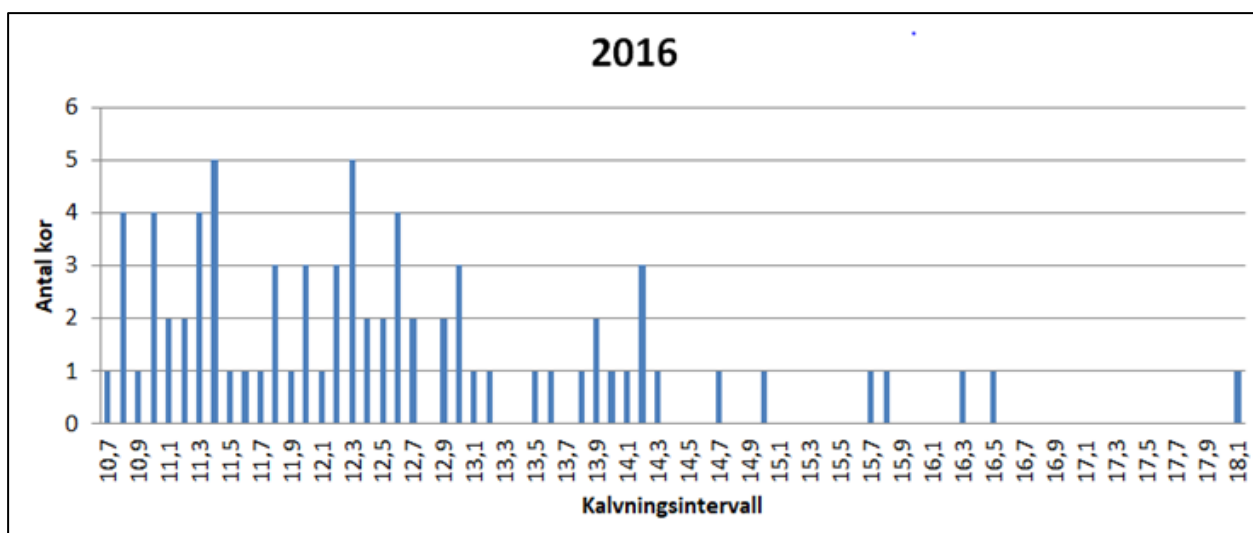
Tabell 2. Fruksamhetsnyckeltal år 2014 respektive 2016. Redovisat i medelvärde, standardavvikelse (SD) och median

| Nyckeltal   | 2014             |        | 2016             |        |
|---|------------------|--------|------------------|--------|
|   | Medel $\pm$ SD   | Median | Medel $\pm$ SD   | Median |
| Dagar till första brunst                                  | 77,9 $\pm$ 20,8  | 78,0   | 70,9 $\pm$ 18,9  | 65,0   |
| Intervall från kalvning till första insemination (dagar)  | 83,0 $\pm$ 17,4  | 80,0   | 70,9 $\pm$ 24,1  | 65,0   |
| Intervall från kalvning till senaste insemination (dagar) | 118,8 $\pm$ 45,2 | 103,0  | 101,8 $\pm$ 44,9 | 95,0   |
| Antal insemineringar                                      | 2,3 $\pm$ 1,6    | 2,0    | 2,1 $\pm$ 1,1    | 2,0    |
| Kalvningsintervall (månader)                              | 13,1 $\pm$ 1,5   | 12,6   | 12,5 $\pm$ 1,5   | 12,3   |

Spridningen i kalvningsintervall för laktationerna år 2014 respektive år 2016 åskådliggörs i Figur 3a och 3b.



Figur 3a. Spridningen i kalvningsintervall år 2014 (n=77).



Figur 3b. Spridningen i kalvningsintervall år 2016 (n=77).

I Tabell 3 åskådliggörs fruktsamhetsnyckeltalen för de två grupperna  $\leq 12,5$  månader (84 laktationer) samt  $>12,5$  månader (70 laktationer).

Tabell 3. Fruktsamhetsnyckeltal baserat på två grupper av kalvningsintervall(KI). Data redovisas som LS medelvärde  $\pm$  standardfel samt median

|   | KI $\leq 12,5$ mån<br>(n=84) |        | KI $>12,5$ mån<br>(n=70) |        |
|---|------------------------------|--------|--------------------------|--------|
|   | Medel $\pm$ SE               | Median | Medel $\pm$ SE           | Median |
| Dagar till första brunst                                  | 69,1 $\pm$ 2,8               | 68,0   | 80,6 $\pm$ 2,8           | 79,0   |
| Intervall från kalvning till första insemination (dagar)  | 71,2 $\pm$ 2,5               | 69,0   | 83,2 $\pm$ 2,5           | 81,0   |
| Intervall från kalvning till senaste insemination (dagar) | 77,6 $\pm$ 4,2               | 79,0   | 147,0 $\pm$ 4,1          | 147,5  |
| Antal insemineringar                                      | 1,3 $\pm$ 0,2                | 1,0    | 3,1 $\pm$ 0,2            | 3,0    |
| Kalvningsintervall (dagar)                                | 358,7 $\pm$ 4,3              | 359,5  | 428,3 $\pm$ 4,2          | 424,5  |

### **Dagar till första brunst**

Det var signifikant effekt av antal dagar till första brunst på kalvningsintervallets längd. Redovisat i medelvärde och standardfel såg man första brunst hos kor med kort kalvningsintervall 69,1 $\pm$ 2,8 dagar efter kalvning, medan man upptäckte första brunst 80,6 $\pm$ 2,8 dagar efter kalvning hos de med långt kalvningsintervall ( $p < 0,001$ ). Ras och laktationsnummer påverkade inte signifikant antalet dagar till brunst efter kalvning.

### **Intervall från kalvning till första insemination**

Detta intervall påverkade signifikant kalvningsintervallet. Kor med kort kalvningsintervall hade ett signifikant längre genomsnittligt intervall från kalvning till första insemination än de med långt kalvningsintervall ( $p < 0,001$ ). Laktationsnummer hade också viss påverkan på KFI ( $p < 0,05$ ) på så vis att förstakalvare hade ett längre intervall, medan rasen inte hade någon signifikant effekt.

### **Intervall från kalvning till senaste insemination**

Varken ras eller laktationsnummer påverkade antalet dagar från kalvning till senaste insemination, det vill säga tomperioden. Däremot var det signifikant effekt av antalet dagar från kalvning till senaste insemination på kalvningsintervallets längd. Kor med kort kalvningsintervall hade i genomsnitt kortare KSI än de med långt kalvningsintervall ( $p < 0,001$ ).

### **Antal insemineringar**

Ras och laktationsnummer hade inte någon signifikant påverkan på antalet insemineringar. Kor av SLB-ras inseminerades i genomsnitt  $2,1 \pm 0,2$  gånger medan SRB låg på genomsnittet  $2,3 \pm 0,1$  inseminationer. Kalvningsintervallet påverkades däremot av antalet insemineringar. De med kort kalvningsintervall hade inseminerats färre gånger jämfört med de med långt kalvningsintervall ( $p < 0,001$ ).

### **Mjölkkavkastningens betydelse för fertiliteten**

Kor med mjölkproduktion över medelvärdet 3430 kg under laktationens första tre månader hade ett signifikant längre kalvningsintervall ( $416,6 \pm 46,8$  dagar) än de med avkastning under 3430 kg mjölk ( $358,6 \pm 16,4$  dagar). De med hög avkastning under dessa månader hade ett längre intervall från kalvning till senaste insemination, vilken låg på  $136,0 \pm 46,2$  dagar, jämfört med de med låg avkastning vars KSI var  $78,6 \pm 14,9$  dagar lång. Det sågs ingen signifikant effekt av mjölmängd de första tre månaderna i laktationen på dagar till första brunst.

### **Mjölproduktion**

I Tabell 5 åskådliggörs sammanfattande data kring mjölkkavkastning, laktationslängd, sinperiodens längd samt antal dagar med lägre mjölkproduktion än 20 kg mjölk/dag, uppdelat på grupperna kort ( $\leq 12,5$  månader) respektive långt ( $> 12,5$  månader) kalvningsintervall.

Tabell 5. Data för mjölkkavkastning, laktationens längd och sinperiodens längd, uppdelat efter kalvningsintervallgrupp ( $n=154$ ). Data redovisas som LS medelvärde  $\pm$  standardfel

|  | KI $\leq 12,5$ månader | KI $> 12,5$ månader | p-värde   |
|--|------------------------|---------------------|-----------|
| Mjölk (kg) totalt under laktationen          | $9621 \pm 240$         | $11837 \pm 235$     | $< 0,001$ |
| Mjölk (kg) per dag under laktationen         | $32,6 \pm 0,6$         | $33,0 \pm 0,6$      | 0,5602    |
| Mjölk (kg) första 3 månaderna av laktationen | $3466 \pm 66$          | $3650 \pm 64$       | $< 0,05$  |
| Laktationslängd (dagar)                      | $293 \pm 4,7$          | $359 \pm 4,6$       | $< 0,001$ |
| Sinperiod (dagar)                            | $65,4 \pm 3,1$         | $68,8 \pm 3$        | 0,3485    |
| Dagar $< 20$ kg mjölk                        | $20,9 \pm 3,8$         | $29,8 \pm 3,7$      | 0,0475    |

### **Avkastning under laktationens första tre månader**

Genomsnittliga mjölkavkastningen under laktationens första tre månader var  $3685 \pm 72$  kg för SLB och  $3431 \pm 57$  kg för SRB ( $p < 0,01$ ). Laktationsnummer påverkade också detta mått signifikant då förstakalvare hade lägre avkastning första tre månaderna än övriga ( $p < 0,001$ ). Även kons kalvningsintervall påverkar avkastningen under denna period. Kor med ett långt kalvningsintervall hade en högre mjölkavkastning under laktationens första tre månader än de med kort kalvningsintervall ( $p < 0,05$ ).

### **Total mjölkavkastning under laktationen**

Kor med ett långt kalvningsintervall producerade signifikant mer mjölk totalt sett under hela laktationen, räknat i kg mjölk, jämfört med de kor som hade ett kort kalvningsintervall ( $p < 0,001$ ). Även ras påverkade den totala mjölkproduktionen under laktationen, SLB producerade mer än SRB ( $11589 \pm 263$  respektive  $9868 \pm 209$  kg mjölk,  $p < 0,001$ ). Laktationsnumret påverkade också totala mjölmängden ( $p < 0,001$ ) på så sätt att förstakalvare producerade mindre än övriga, med sin medelavkastning på  $9291 \pm 281$  kg mjölk. Högst avkastning hade korna i sin femte laktation, då medelavkastningen låg på  $12019 \pm 515$  kg mjölk.

### **Avkastning per dag under laktationen**

Både ras och laktationsnummer påverkade avkastningen per dag under laktationen signifikant. SLB låg något högre i sin dagliga avkastning med  $34,8 \pm 0,7$  kg mjölk medan SRB låg på  $30,8 \pm 0,5$  i samma parameter ( $p < 0,001$ ). Förstakalvarna hade en daglig medelavkastning på  $27,3 \pm 0,7$  kg mjölk, sedan ökade avkastningen med stigande laktationsnummer ( $p < 0,001$ ). Daglig mjölkavkastning var som högst i femte laktationen ( $35,5 \pm 1,3$  kg), för att sedan sjunka något i sjätte laktationen. Kalvningsintervallet påverkade inte avkastningen per dag i laktationen signifikant.

### **Antal dagar med mjölkavkastning under 20 kg**

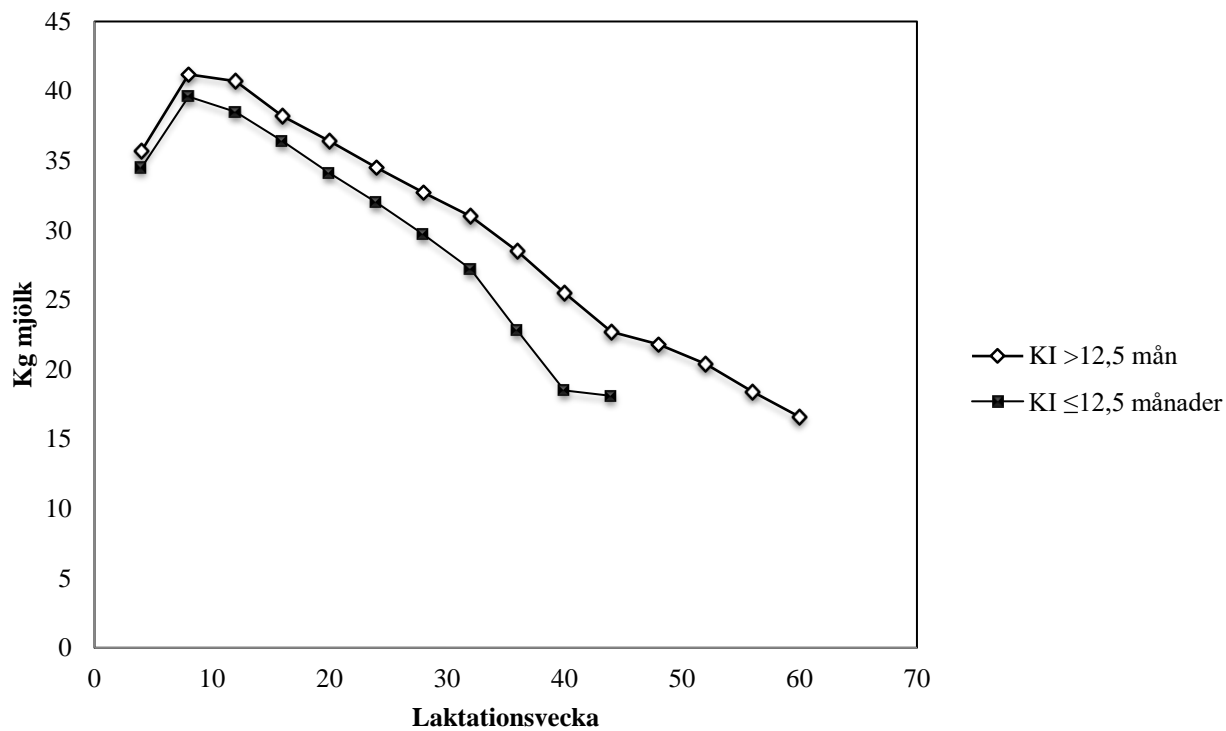
Kor med kort kalvningsintervall hade i genomsnitt  $20,9 \pm 3,8$  dagar med avkastning under 20 kg mjölk/dag medan de med långt kalvningsintervall låg på  $29,8 \pm 3,7$  dagar ( $p < 0,05$ ). Laktationsnumret visade sig inte ha någon signifikant påverkan på denna parameter. Däremot hade rasen påverkan. SLB hade  $15,9 \pm 4,2$  dagar med avkastning under 20 kg mjölk medan SRB hade  $34,8 \pm 3,3$  dagar ( $p < 0,001$ ).

### **Laktationslängd och sinperiodens längd i olika kalvningsintervall**

SLB lakterade i genomsnitt  $333,3 \pm 5,1$  dagar medan SRB hade något kortare laktationslängd med  $319,4 \pm 4,1$  dagar ( $p < 0,05$ ). Laktationsnumret hade ingen signifikant påverkan på laktationslängden i denna studie. Kort kalvningsintervall gav en laktationslängd på  $293,2 \pm 4,7$  dagar medan långt kalvningsintervall gav genomsnittet  $359,5 \pm 4,6$  dagar ( $p < 0,001$ ). Varken kalvningsintervallsklass eller laktationsnummer påverkade antalet sindagar. Rasen hade dock viss påverkan, SLB hade  $63,1 \pm 3,4$  sindagar medan SRB låg på  $71,1 \pm 2,7$  dagar ( $p < 0,05$ ).

### **Laktationskurvor**

Genomsnittliga laktationskurvorna för kor med kort respektive långt kalvningsintervall åskådliggörs i Figur 4. Långt kalvningsintervall gav en lite högre initial mjölmängd samt en något högre maximal avkastning cirka 6-8 veckor efter kalvning. Den höga mjölmängden vidhölls fram till ungefär 12 veckor efter kalvning. Därefter minskar den dagliga avkastningen fram till laktationens slut. Hos individer med långt kalvningsintervall är laktationen mer uthållig i denna studie. De håller sig över produktionsnivån  $> 20$  kg mjölk per dygn 14 veckor längre än korna med kort kalvningsintervall. I genomsnitt hade de dessutom en 16 veckor längre laktation.



Figur 4. Genomsnittliga laktationskurvan för kort respektive långt kalvningsintervall redovisat som kg mjölk per dag under respektive laktationsvecka.



## DISKUSSION

Huvudsyftet med detta arbete var att studera hur ett förkortat kalvningsintervall påverkar laktationen hos mjölkkor av raserna SRB och SLB, kopplat till fertiliteten hos korna. I studien ingick kor som kalvat och inseminerats under år 2014 samt 2016 för att kunna jämföra hur deras mjölkproduktion och reproduktionsnyckeltal påverkats mellan dessa årtal, då ändringar i skötselrutiner däremellan har lett till kortare kalvningsintervall i besättningen. Det är alltså inte två olika planerade kalvningsintervall som studerats i en kontrollerad studie, utan det är en generell sänkning av kalvningsintervallet i besättningen som har skett mellan dessa två årtal. Enligt gårdens driftledningsprogram sänktes det genomsnittliga kalvningsintervallet i besättningen från 13,3 månader år 2013/2014 till 12,6 månader år 2016/2017 vilket var jämförbart med de kor som inkluderades i studien, som sänkte sitt genomsnitt från 13,1 till 12,5 månader under samma tidsperiod. Enligt svensk husdjursstatistik från 2016 var den genomsnittliga besättningsstorleken i kokontrollen 86,8 kor med en genomsnittlig mjölkavkastning på 9759 kg mjölk (Växa Sverige, 2016). Urvalsstorlek och produktionsnivå som ingick i denna studie var därför jämförbar med de svenska genomsnitten.

### **Mjölkavkastning och laktationslängd**

I denna studie kunde man se att de kor som hade ett långt kalvningsintervall hade en betydligt högre avkastning under laktationens första tre månader än de med kort intervall. Detta stämmer väl överens med bland annat resultat av Lehmann *et al.*, (2016). Att mäta mjölmängden under de första månaderna av laktationen skulle därför kunna vara ett lämpligt verktyg för att bestämma vilka kor som har förutsättningar för en förlängd laktation. Man skulle alltså kunna vänta längre med att inseminera kor som har en hög avkastning under laktationens första tre månader, för att förlänga deras kalvningsintervall, då dessa individer har stora förutsättningar att få en uthållig laktationskurva. En problematik med detta mått är att tre månader är för lång tid att vänta med de individer som ska ha ett kort kalvningsintervall, dessa måste insemineras tidigare.

Sett under hela laktationen hade de med långt kalvningsintervall högre total avkastning, vilket kan förklaras med att de som förväntat hade fler laktationsdagar än korna med kort kalvningsintervall. Detta gällde för både SRB och SLB, men SLB hade något högre mjölkavkastning än SRB både i de korta och långa kalvningsintervallen. Laktationsnumret påverkade den totala mjölmängden, förstakalvarna producerade klart mindre än övriga. Laktationslängden påverkades förutom av kalvningsintervallet även av rasen, SLB hade något bättre uthållighet än SRB vilket är samma trend som setts i tidigare studier, bland annat av Rehn *et al.* (2000). Däremot sågs ingen signifikant påverkan av laktationsnumret på laktationsperiodens längd, vilket skiljer från resultat av Rehn *et al.*, (2000) där man såg att förstakalvare vidhöll sin laktation längre än de kor som kalvat flera gånger. En möjlig förklaring att resultatet blev annorlunda i denna studie kan vara att det var för få förstakalvare med i urvalet, och majoriteten av dessa hade en väldigt låg mjölkproduktion under laktationens första tre månader. Detta kan ha lett till att man inseminerat dessa individer tidigare efter kalvning än man normalt sett brukar göra på förstakalvare, och på så sätt har man fått kortare kalvningsintervall och laktationslängd.

Kor med långt kalvningsintervall hade fler dagar med avkastning under 20 kg mjölk per dag, de tilläts alltså laktera så länge att de inte kunde vidhålla hög daglig avkastning under hela laktationens längd. Detta kan dock även ses som positivt, eftersom de sinläggs när deras dagliga mjölkproduktion är lägre minskar risken för till exempel mastit. Detta har man sett kan ge problem vid korta kalvningsintervall då korna ofta måste sinläggas när de fortfarande har en så hög daglig mjölkavkastning som 20-25 kg mjölk (Österman, 2003). Hög avkastning vid sinläggning ökar risken för mastit och kan därför även bidra till en ökad antibiotikaanvändning (Dossing, 1994). Dessutom kan det ge upphov till djurvälståndspåverkan med ökat tryck i juvret (Bertilsson *et al.*, 1997) samt lidandet som mastit innebär. I en studie av Österman & Redbo (2001) såg man att en mer frekvent mjölkning gjorde att den totala liggtiden före morgonmjölkningen ökade. Korna spenderade dessutom mindre tid till att utföra resningsrörelser vilket troligen berodde på ett mindre spänt juver. Detta stödjer teorin att ett mindre utfyllt juver kan bidra till en högre komfort för korna.

Kalvningsintervallsklass påverkade inte heller avkastningen per dag under laktationen i denna studie, vilket tyder på att den konventionella rekommendationen med ett kalvningsintervall på 12-12,5 månader inte behöver vara mest lönsamt för alla individer av dagens högproducerande mjölkkor. Om man är intresserad av att så snabbt som möjligt få upp en ko i topplaktation igen kan det vara relevant att sikta in sig på så korta kalvningsintervall som möjligt, men räknar man på nettovinsten i mjölkproduktion samt tänker på djurvälståndspåverkan är inte tiden kring kalvning och topplaktation en åtråvärd period då det är där de flesta hälsoproblem dyker upp. Nackdelar långsiktigt med att anamma längre kalvningsintervall är bland annat att färre kalvar föds och därmed blir det en minskad köttproduktion. Dessutom förskjuts kalvningstidpunkten vilket kan bli ett problem om man vill ha säsongsmässig kalvning.

### **Laktationskurvor**

Inga matematiska beräkningar har gjorts på laktationskurvorna varför man inte kan uttala sig om lutningen på dessa. Kurvorna har jämförts deskriptivt med varandra. I denna studie sågs en stor individuell variation i laktationens uthållighet. Högsta peak infaller vid samma tidpunkt, ungefär 7 veckor efter kalvningen, både för individer med kort och långt kalvningsintervall i denna studie. Detta var ett väntat resultat eftersom de ännu inte inseminerats vid denna tidpunkt och har alltså likadana möjligheter att upprätthålla sin laktation. Kor med långt kalvningsintervall har dock en högre daglig maximal avkastning vid denna tidpunkt. Kurvan har sedan en plattå på cirka 4 veckor då avkastningen håller sig på en relativt konstant nivå. Korna med kort kalvningsintervall fick i genomsnitt sin dräktighetsgivande insemination vid dag 78, alltså 11 veckor efter kalvningen medan de med långt kalvningsintervall fick sin dräktighetsgivande insemination i genomsnitt vid dag 147 det vill säga 21 veckor efter kalvning. Detta har lett till en senare avtrappning av laktationskurvan hos individerna med långt kalvningsintervall, det vill säga deras laktationskurvor har större uthållighet än korna med kort kalvningsintervall.

### **Fruktbarhetsmått**

Enligt Löf (2012) bör KFI ligga på under 80 dagar och KSI på under 100 dagar om man har tillräckligt bra brunstobservation och insemineringsrutiner. I denna studie sänktes KFI till under denna gräns från år 2014 till 2016, man hade alltså dels blivit bättre på att upptäcka brunster samt att inseminera direkt på första brunsten. Man får dock inte glömma bort att tiden till första brunst även påverkas av fysiologiska faktorer hos kon. Även KSI hade sänkts med i genomsnitt 17 dagar i besättningen mellan dessa årtal, men ligger fortfarande strax över 100 dagar och bör därför kunna sänkas ytterligare. Intervallet KSI påverkas mycket av besättningens skötselstrategier, bland annat hur lång frivillig väntetid man har, hur effektiv brunstpassningen är och hur inseminationstekniken fungerar under inseminationsperioden. Det tyder på att man i denna besättning fortfarande behöver bli bättre på att inseminera vid rätt tidpunkt alternativt ha bättre teknik för inseminering. Detta är relevant ur ekonomisk synvinkel genom att färre insemineringar behöver utföras, det vill säga mindre sperma behöver användas och färre arbetstillfällen krävs.

Runt tiden för kalvning hamnar mjölkorna i negativ energibalans (Ntallaris *et al.*, 2017). Olika individer har olika god förmåga att hantera detta tillstånd och att återhämta sig snabbt. Det är denna förmåga att anpassa sig som bestämmer om individen lyckas bli dräktig i tid eller ej. Kor av SRB-rasen är skickligare på att anpassa sig vid negativ energibalans genom att de inte mjölkar lika mycket och inte mobiliserar lika mycket av sina kroppsreserver under denna period, medan SLB-rasen i högre grad prioriterar att upprätthålla en hög mjölkproduktion (Ntallaris *et al.*, 2017).

De kor i studien som kom i brunst snabbare, inseminerades tidigare efter kalvning samt hade en kortare tid till dräktighetsgivande insemination fick självklart ett kortare kalvningsintervall än de som kom igång senare och inseminerades fler gånger innan de blev dräktiga. KSI var så mycket som dubbelt så långt hos de med långt kalvningsintervall i denna studie, jämfört med de med kort kalvningsintervall. Dessa resultat var förväntade med tanke på studiens upplägg att retrospektivt studera kor med olika långa kalvningsintervall. De kor som har 12-12,5 månader långt kalvningsintervall är de kor man har

lyckats med och som är friska. Dessa jämför man sedan med kor där det ofta är något problem eftersom många av de individer som hamnar i gruppen långt kalvningsintervall har gjort det på grund av svårigheter med att till exempel visa brunst eller bli dräktiga, vilket förlänger kalvningsintervallet. Oocytkvaliteten har en stor betydelse för huruvida kon blir dräktig eller ej samt om hon kan upprätthålla dräktigheten (Leroy *et al.*, 2008). Individer med grav negativ energibalans efter kalvning får oocyter med sämre kvalitet. De kan trots detta lyckas bli befruktade men drabbas sedan ofta av tidig eller sen embryodöd.

Hos en individ där brunsten upptäcks senare efter kalvning blir inseminationen utförd senare samt tomperioden blir längre. Kalvningsintervallet blir då följaktligen längre än om kon hade visat brunst och blivit dräktig tidigare efter kalvning. Därför är studier med planerat olika kalvningsintervall viktiga, då man slumpar djur i samma besättningar med samma förutsättningar in i olika kalvningsintervall och undersöker orsak och verkan.

I en besättning med en strategi att uppnå ett visst kalvningsintervall, vill man att medianen ska finnas på detta optimala kalvningsintervall, i denna besättning 12 månader. Vid ofrivilligt förlängt kalvningsintervall har kostnaden beräknats till 400 kronor per ko för varje månad som överskrider 12 månaders intervall (Växa Sverige, 2010). Så många som möjligt av individerna bör hamna samlade runt denna median, och så få som möjligt utspridda på alltför långa kalvningsintervall. År 2014 var kalvningsintervallen mindre samlade än år 2016, vilket tyder på att de nya rutinerna i besättningen har lett till mer samlade korta kalvningsintervall. Anmärkningsvärt var att det fanns flera mycket korta kalvningsintervall år 2016. Dessa individer hade mycket låg mjölkavkastning laktationens första tre månader, så man kan anta att man med avsikt inseminerat dessa extra tidigt för att förkorta deras intervall.

### **Förslag till fortsatt forskning**

Denna studie hade kunnat vidareutvecklas genom att inkludera fler laktationer före omändringarna i fruktsamhetsstrategierna, samt följa hur utvecklingen i besättningen ser ut fler år framåt i tiden. Det vore intressant att även undersöka hur ekonomin i de olika kalvningsintervallen ser ut om man tar med mjölkavkastning, reproduktionsproblem, generell hälsa samt skötsel- och foderkostnader i beräkningarna för att se vilket system som är mest lönsamt. För att göra detta hade det dock varit mer lämpligt att använda sig av planerat olika kalvningsintervall och att följa dessa under en längre tidsperiod för att få rättvisande kostnader kring foderkonsumtion, rekryterings- och utslagskostnader, veterinär- och läkemedelskostnader etcetera.

## KONKLUSION

- Resultat från denna studie visade att de kor som hade ett långt kalvningsintervall hade en högre mjölkavkastning under laktationens första tre månader, producerade mer mjölk totalt under hela laktationen och hade en mer uthållig laktationskurva. Kalvningsintervallet påverkade inte antalet sindagar och inte heller mjölkavkastningen per dag under laktationen.
- SRB-kor hade kortare laktationslängd och fler sindagar än SLB-kor. SRB hade dessutom dubbelt så många laktationsdagar med avkastning under 20 kg mjölk.
- Det som påverkade kalvningsintervallets längd i denna studie var dels antalet dagar till första brunst, intervall från kalvning till första insemination, men framförallt intervallet kalvning till senaste insemination. KSI var dubbelt så långt hos kor med långt kalvningsintervall som de med kort. Detta tyder på att man i den aktuella besättningen fortfarande behöver bli bättre på att inseminera vid rätt tidpunkt alternativt ha bättre teknik för inseminering.
- Dagens konventionella rekommendation att uppnå ett kalvningsintervall på 12-12,5 månader behöver inte vara mest lönsamt för en del av dagens högproducerande mjölkkor.

## REFERENSER

- Amrose, D. (2015). Section II: The cow, Chapter 52. Postpartum anestrus and its management in dairy cattle. I: Hopper, R. M., Bovine Reproduction. First Edition. Mississippi, USA: Wiley- Blackwell. Tillgänglig: Ebook Central. [2017-10-01]
- Beam, S.W. & Butler, W.R. (1999). Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproductive and Fertility Supplement*, 54: 411-424.
- Berry, D. P., Lonergan, P., Butler, S. T., Cromie, A. R., Fair, T., Mossa, F., & Evans, A. C. O. (2008). Negative influence of high maternal milk production before and after conception on offspring survival and milk production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 91: 329–337.
- Bertilsson, J., Berglund, B., Ratnayake, G., Svennersten-Sjaunja, K. & Wiktorsson, H. (1997). Optimising lactation cycles for the high-yielding dairy cow. A European perspective. *Livestock Production Science*, 50: 5-13.
- Borman, J.M., Macmillan, K.L. & Fahey, J. (2004). The potential for extended lactations in Victorian dairying. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 507-519.
- Bujko, J., Candrák, J., Strapák, P., Žitný, J. & Hrnčár, C. (2013). The association between calving interval and milk production traits of dairy cows of slovak simmental cattle. *Animal Science and Biotechnologies*, 46: 53-57.
- Cargile, B., Tracy, D. (2015). Section II: The cow, Chapter 30. Interaction of nutrition and reproduction in the dairy cow. I: Hopper, R. M., Bovine Reproduction First edition. Mississippi, USA: Wiley-Blackwell, Tillgänglig: Ebook Central. [2017-09-25]
- Dossing, F. (1994). Clinical mastitis in the dry period. *Dansk-Veterinaertidsskrift*, 77: 353–359.
- Edvardsson, A. (2012). *Sjukdomsfrekvens och utslagningsorsaker hos kor med 12 respektive 15 månaders kalvningsintervall*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjursgenetik/Veterinärprogrammet (Examensarbete 2012:15).
- Flores, A. G. (1971). *A study of calving interval*. Diss. Iowa State University, USA.
- Fonseca, F.A., Britt, J.H., McDaniel, B.T., Wilk, J.C. & Rakes, A.H. (1983). Reproductive traits of holsteins and jersey. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *Journal of Dairy Science*, 66: 1128-1147.
- Groen, A.F., Steine, T., Colleau, J.J., Pedersen, J., Pribyl, J. & Reinsch, N. (1997). Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. *Livestock Production Science*, 49: 1-21.
- Grossman, M., Hartz, S.M. & Koops, W.J. (1999). Persistency of lactation yield: a novel approach. *Journal of Dairy Science*, 82: 2192-2197
- Gustafsson, H. & Oskarsson, M. (2009). Fruktsamheten en viktig motor i besättningen. *Husdjur* 6-7/2009: 20-22.
- Harrison, R.O., Young, J.W., Freeman, A.E. & Ford, S.P. (1989). Effects of lactational level on reactivation of ovarian function, and interval from parturition to first visual oestrus and conception in high-producing Holstein cows. *Animal Production*, 49: 23-28.
- Harrison, R.O., Ford, S.P., Young, J.W., Conley, A.J. & Freeman, A.E. (1990). Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 73: 2749-2758.

- Haile-Mariam, M., Bowman, P.J. & Goddard, M.E. (2004). Genetic parameters of fertility traits and their correlation with production, type, workability, liveweight, survival index, and cell count. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55: 77-87.
- Holmann, F. J., Shumway, R. C., Blake, R. W., Schwart, R. B. & Sudweeks E. M. (1984). Economic value of days open for Holstein cows of alternative milk yields with varying calving intervals. *Journal of Dairy Science*, 67: 636-643.
- Knight, C. H. (2001). Lactation and gestation in dairy cows: flexibility avoids nutritional extremes. *Proceedings of the Nutrition Society*, 60: 527-537.
- Lehmann, J. O., Fadel, J. G., Mogensen, L., Kristensen, T., Gaillard, C. & Kebreab, E. (2016). Effect of calving interval and parity on milk yield per feeding day in Danish commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 99: 621-633.
- Leroy, J.L., Van Soom, A., Opsomer, G. & Bols, P.E. (2008). The consequences of metabolic changes in high-yielding dairy cows on oocyte and embryo quality. *Animal*, 8: 1120-1127.
- Löf, M. (2012). *Stor potential för bättre fruktsamhet på svenska mjölkgårdar*. Djurhälso- & Utfodringskonferensen 2012. <http://docplayer.se/8552049-Laktationen-djurhalso-utfodringskonferensen-uppsala-21-22-augusti-2012-betydelsefull-for-kon-och-lonsamheten.html> [2017-10-15]
- NAV- Nordisk avelsvärdering (2015). *Förbättrade avelsvärden för fruktsamhet*. [http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/New-fertility-evaluation\\_SWE.pdf](http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/New-fertility-evaluation_SWE.pdf) [2017-10-19]
- Noakes, D. E., Parkinson, T. J. & England, G. C. W. (2009). *Arthur's veterinary reproduction and obstetrics*, 9th ed. Saunders Elsevier.
- Ntallaris, T., Humblot, P., Båge, R., Sjunnesson, Y., Dupont, J. & Berglund, B. (2017). Effect of energy balance profiles on metabolic and reproductive response in Holstein and Swedish Red cows. *Theriogenology*, 90: 276-283.
- Nyman, S., Malm, S. E., Gustafsson, H. & Berglund, B. (2017). A longitudinal study of oestrous characteristics and conception in tie-stalled and loose-housed Swedish dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 66: 135-144.
- Oltenu P.A., Rounsaville T.R., Milligan R.A. & Hintz R.L. (1980). Relationship between days open and cumulative milk yield at various intervals from parturition for high and low producing cows. *Journal of Dairy Science*, 63: 1317- 1327.
- Philipsson, J. & Lindhé, B. (2003). Experiences of including reproduction and health traits in Scandinavian dairy cattle breeding programmes. *Livestock Production Science*, 83: 99-112.
- Pryce, J. E., Royal, M. D., Garnsworthy, P. C. & Mao, I. L. (2004). Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock Production Science*, 86: 125-135.
- Ray, D.E., Halbach, T.J. & Armstrong, D.V. (1992). Season and lactation number effects of milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *Journal of Dairy Science*, 71: 2976-2983.
- Rehn, H., Berglund, B., Emanuelson, U., Tengroth, G. & Philipsson, J. (2000). Milk Production in Swedish dairy cows managed for calving intervals of 12 and 15 months. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 50: 263-271.
- Schutz, M.M., Hansen, L.B., Steuernagel, G.R. & Kuck, A.L. (1990). Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 73: 484-493.
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of domestic animals*. 2. ed. Norway: Scandinavian Veterinary Press.

- Strandberg, E., Oltenacu, P. A., (1989). Economic consequences of different calving intervals. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 39: 407-420.
- Sørensen, T.J., Østergaard, S. (2003). Economic consequences of postponed first insemination of cows in a dairy cattle herd. *Livestock Production Science*, 79: 145-153.
- Van Eetvelde, M. & Opsomer, G. (2017). Innovative look at dairy heifer rearing: Effect of prenatal and post-natal environment on later performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 52: 30-36.
- Växa Sverige (2018-01-26). Husdjursstatistik 2018.  
<https://www.vxa.se/globalassets/dokument/statistik/husdjursstatistik-2018.pdf> [2018-01-30].
- Växa Sverige (2010). Kostnader för hälsostörningar hos mjölkkor. Beräkningsunderlag till Hälsopaketet Mjök djurhälsokostnader.  
<https://www.vxa.se/globalassets/dokument/fordjupningar/dou/2010/berakningar-i-halsopaket-mjolk-djurhalsokostnader---kompendium---markus-oskarsson.pdf> [2017-12-09]
- Wood, P.D.P. (1967). Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, 216: 164-165.
- Zebeli, Q., Ghareeb, K., Humer, E., Metzler-Zebeli, B.U. & Besenfelder, U. (2015). Nutrition, rumen health and inflammation in the transition period and their role on overall health and fertility in dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 103: 126–136.
- Österman, S. & Redbo, I. (2001). Effect of milking frequency on lying down and getting up behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 70: 167-176.
- Österman, S. (2003). *Extended calving interval and increased milking frequency in dairy cows - effects on productivity and welfare*. Diss. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.