



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Prövning av liggtidssensorer som indikator på förestående kalvning hos dikor

Anna Dencker



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjursgenetik

Prövning av liggtidssensorer som indikator på förestående kalvning hos dikor

Standing and lying down sensor as an indicator of expected calving in beef cows

Anna Dencker

Handledare:

Anna Näsholm, SLU, Institutionen för husdjursgenetik
Mats Gustafsson, JTI, Institutet för Jordbruks- och miljöteknik

Examinator:

Britt Berglund, SLU, Institutionen för husdjursgenetik

Omfattning: 30 hp

Kurstitel: Examensarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0558

Program: Agronomprogrammet – Husdjur

Nivå: Avancerad, A2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2010

Serienamn, delnr: Examensarbete 313
Institutionen för husdjursgenetik, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: automatisk registrering, beteendemönster, läggningstillfällen, medelliggtid, nötkreatur

Key words: beef cattle, behavioural patterns, in-line recording, lying bouts, mean lying time

Innehåll

Innehåll	3
Förord.....	5
Sammanfattning	6
Summary	6
Introduktion	7
Litteraturstudie.....	8
Liggbeteende i samband med hälsotillstånd	8
Liggbeteende i samband med olika miljöer	8
<i>Inhysningssystem</i>	8
<i>Ljus</i>	9
<i>Temperatur</i>	9
<i>Utfodringstidpunkt</i>	9
Liggtider i samband med brunst	10
Liggbeteende i samband med laktations- och dräktighetsstadium	10
Beteende i samband med kalvning	11
Egen undersökning	11
Material och metoder	11
<i>Besättning och djurinformation</i>	11
<i>Sensorer</i>	12
<i>Genomförande av studien</i>	13
<i>Medelligtid</i>	13
<i>Exempel på beräkning av divergens för liggtid</i>	14
<i>Larmgränser</i>	15
<i>Stabilisering av kurvorna</i>	17
<i>Betydelse av tidsintervallets längd och k-värde under två olika testperioder</i>	18
<i>Larmgränser för medelligtid</i>	19
<i>Läggningstillfällena</i>	19
<i>Hantering av brus</i>	19
<i>Larmgränser för antal läggningstillfällena</i>	20
Resultat	20
<i>Effekt av olika larmgränser på medelligtid</i>	20
<i>Antal läggningstillfällena</i>	22
Diskussion.....	24
Tidsintervall för beräkning av medelligtid och k-värden	24
Antal läggningstillfällena	25

Slutsatser.....	25
Litteratur	26

Förord

Denna studie har genomförts av Anna Dencker som ett examensarbete inom agronomprogrammet på uppdrag av KSLA. Mats Gustafsson, JTI, och Anna Näsholm, SLU, har varit handledare och Britt Berglund har varit examinator.

Ett speciellt tack till Kista 4H gård för all hjälp. Tack också till alla andra som har bidragit till projektets genomförande.

Anna Dencker

2010-04-14

Sammanfattning

Syftet med detta arbete var att hitta återkommande beteendemönster att använda som en indikation på kalvning hos dikor. För detta ändamål användes stå- och ligg-sensorer, som monterades på frambenen hos 16 köttraskor. Tio av de sexton korna kalvade inom försöksperioden, och av dessa tio kor användes sex kors liggbeteende i fortsatta studier. Analyserna innefattade beräkning av medelliggstid med hjälp av en tidigare framtagen ekvation samt beräkning av antal läggningstillfällen per dygn.

Divergensen i medelliggstiden under åtta olika tidsintervall (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 och 24 timmat) och med användning av fem olika konstanter (0.1, 0.3, 0.5, 0.6, 0.7) utvärderades för att försöka finna den mest tillförlitliga modellen för kalvningsindikation. Följande ekvation användes för att hos enskilda kor studera skillnaderna i medelliggstid:

$$z_n = y_n - y_{n-1} + k * z_{n-1}$$

Avsikten var att hitta *ett* tröskelvärde för medelliggstiden som kunde användas som kalvningsindikation för *alla* kor. För medelliggstiden under de olika tidsintervallen och de olika konstanterna konstaterades att ju längre tidsintervall och ju högre värde på konstanten som studerades, desto färre antal falska positiva kalvningsindikationer kunde ses. För att inte missa en kalvning sattes tröskelvärdet för kalvningsindikation relativt lågt, vilket gav upphov till fler falska positiva kalvningsindikationer än om ett individanpassat tröskelvärde hade kunnat användas.

För antalet läggningstillfällen per dygn var antalet falska kalvningsindikationer betydligt lägre än för modellen med medelliggstider. Även i denna studie var målet att återfinna *ett* tröskelvärde som kunde användas för kalvningsindikation hos *alla* kor. Tröskelvärdena för kalvningslarm sattes även här relativt lågt för att inte missa en kalvning. En individanpassad modell som jämför läggningstillfällen *inom* ko istället för *mellan* kor skulle troligtvis ge bättre och säkrare resultat. De djur som inte uppvisade någon direkt beteendeförändring inför kalvning är dock väldigt svåra att förutsäga.

För båda metoderna ovan skulle en programvara kunna utvecklas som behandlar kornas grafer individuellt, vilket skulle kunna ge stå- och liggsensorerna en stor betydelse för kalvningsindikationer i framtiden.

Summary

The aim of the study was to find repetitive behavioral patterns pre calving that could be used as indications of calving in beef cattle. In the study sixteen Standing- and lying down sensors were attached to the leg of sixteen beef cows. Ten of the sixteen beef cows gave birth to calves during the trial period. From these ten cows, data from six cows were used to assess the sensors fitness for use as calving indicators. The analytical part of the experiment was divided into two parts, calculation of divergence of mean lying time within different time intervals, and the number of lying bouts.

The first part consisted of optimization of an equation used to highlight divergence in mean lying time within eight different time intervals (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and

24 hours). The equation used can be seen below. Five different constants (0.1, 0.3, 0.5, 0.6 and 0.7) were tested to optimize the equation, which should give rise to as low false positive calving indications as possible among the six cows in the study.

$$z_n = y_n - y_{n-1} + k * z_{n-1}$$

Mean lying time calculated under the longest time interval and with the highest constant gave rise to less false positive calving indications, than if mean lying time was calculated under shorter time periods and with a smaller constant. The goal of this study was to find *one* general threshold value for all cows that indicated calving. Since individual variation in behavioral pattern was shown to be large, the threshold value was set low, not

to miss a calving. This gave rise to unacceptable high numbers of false positive calving indications for some individuals. To reduce the problem with false positive calving indications, an individually based model for detection of deviations from the cow's normal lying down behavior would more accurate indications of calving.

The second part of the study included analysis of number of lying bouts per day to find differences in the behavioral pattern that could be used to predict calving. The results indicated that this is a better way of predicting calving than measuring mean lying time under a given time interval. Although one threshold value was used for all six cows, the results were more reliable with less false positive calving indications. An individual threshold value would most probably give a more certain prediction of calving.

For both methods described above a computer program for individual interspersions of the cow's behavior could be developed, which could give the sensors a great value in detecting calving in the future.

Introduktion

Enligt statistik från Jordbruksverket fanns det år 2008 ca 1,5 miljoner nötkreatur i Sverige (Jordbruksverket, 2008). I dikoproduktionen är varje kalv särskilt värdefull eftersom kalven utgör den största inkomstbringande enheten. Dödfödda kalvar, svåra kalvningar och konsekvenser av svåra kalvningar kan därför ge stora ekonomiska förluster för nötköttsproducenten. Anledningarna till svåra kalvningar är flera, däribland små moderdjur, hög födelsevikt på kalvarna eller att djuren har för mycket hull vid kalvningen (Jordbruksverket, 2007). Enligt statistik från Taurus, som är den svenska branschorganisationen för köttjursproducenter, (Taurus, www.taurus.mu) varierade för perioden september 2007 till augusti 2008 andelen svåra kalvningar hos kvigor mellan 1,1 och 5,0 % beroende på ras. Motsvarande siffror för kor var lägre (0,3 till 1,1 %). Vad gäller dödfödda kalvar varierade andelen mellan 3,2 och 7,8 % för kvigor, medan motsvarande siffra för kor var 1,3 till 3,2 % beroende på ras.

För att minska risken för dödfödda kalvar och för att förebygga allvarliga komplikationer under kalvningen, är det av stor vikt att djurägaren vet när djuren skall kalva, så att han/hon kan assistera kalvningen om det skulle vara nödvändigt. I dagsläget är det dock svårt att förutsäga en kalvning eftersom korna oftast betäcks med tjur, vilket inte ger något exakt dräktighetsdatum att utgå ifrån.

Syftet med detta examensarbete var att finna återkommande beteendemönster som skulle användas som indikation på kalvning minst ett par dagar och inte mer än två veckor innan den förestående kalvningen. Avsikten var att för perioden innan kalvning hitta avvikande mönster för tidsintervallen där kon ligger ner. I försöket, som genomfördes våren 2009, användes 16 sensorer fästa på frambenen för att mäta liggtider på 14 highland cattle-kor och två kor av rasen Svensk Kullig Boskap (SKB), på en gård i Kista utanför Stockholm. I arbetet ingick även en litteraturstudie över kors liggbeteenden i olika situationer, till exempel i olika stadier av laktationen, i samband med utfodring, vid sjukdom och under brunst.

Litteraturstudie

Hälsotillstånd, inhysningssystem, antal ljustimmar per dygn, omgivningstemperatur, foder och utfodringstidpunkt, laktationsstadium och laktationsnummer, brunst och närhet till kalvning är exempel på faktorer som kan spela en stor roll vad gäller kors liggbeteenden.

Liggbeteende i samband med hälsotillstånd

Edwards och Tozer (2004) studerade under en treårsperiod totalt 1445 mjölkkor på tre gårdar i Florida. Syftet med försöket var att försöka hitta indikationer på sjukdom genom att studera djurens rörelsemönster. I försöket användes en pedometer som mätte antalet steg varje ko tog per dag. Författarna fann att man kunde se en *ökning* av aktiviteten ca åtta dagar innan ett djur kunde diagnostiseras med antingen acetonemi, omvriden löpmage eller matsmältningsproblem, medan man för de flesta andra sjukdomar såg en minskning av aktiviteten.

Galindo och Broom (2002) studerade hur 10 halta kor skiljde sig från 10 friska kor med avseende på daglig aktivitet. Författarna fann att halta kor låg ner under längre tidsintervaller än friska kor. Man kunde i studien också se att foderintaget troligen minskade, då de halta korna hade betydligt kortare ättid per dygn än de friska korna. Resultaten från detta försök styrks av Juarez *et al.* (2003), som i sin studie fann att halta kor låg ner i större utsträckning än friska kor.

Liggbeteende i samband med olika miljöer

Hur ett djur trivs i sin omgivning och i den miljö den vistas i kan enligt många författare uppskattas genom att studera djurens liggbeteende. Haley *et al.* (2000) menar att tiden kon ligger ner vid varje liggstillfälle, antalet resningstillfällen samt hur länge korna vistas i skrapgångar och övergångar utan att äta, är goda indikatorer på ko-komfort.

Inhysningssystem

I en studie av Dechamps *et al.* (1989) undersöktes förutom effekten av två olika fysiologiska stadier även inhysningssystemens inverkan på kornas liggbeteenden. Av de 19 kor som ingick i försöket stod sex av djuren uppbundna, medan de övriga djuren stod i foderliggbås. De kor som stod uppbundna uppvisade en signifikant högre andel resningstillfällen, under en period som varade i 15 minuter, än de djur som stod i bås.

För att undersöka hur kors ligg beteende påverkas av olika miljöer, studerade Krohn och Munksgaard (1993) kor i fyra olika miljöer (tabell 1).

Tabell 1. Sammanställning av försöksupplägg (Munksgaard, 1993).

Grupp	Stalltyp	Underlag	Motion	Bete
A	Lösdrift		X	X
B	Uppbundet	Gummimatta	X	
C	Uppbundet	Gummimatta		
D	Uppbundet	Betonggolv		

Två av grupperna hade tillgång till en timmes daglig motion (tabell 1). När ligg-tiderna jämfördes mellan de olika grupperna framkom det att djuren som stod uppbundna låg i längre sammanhängande tidsintervaller än djuren som gick i lösdrifternas. Att djuren låg ner i längre perioder i den uppbundna ladugården kan vara ett resultat av att djuren observerades ha svårigheter att lägga sig ner på grund av att de var uppbundna. Den grupp som hade tillgång till bete valde i högre utsträckning att ligga ute på betet än inne i ladugården.

Ljus

Nicks *et al.* (1988) studerade ljusets effekt på sex tjurars ligg beteende. Studien visade att djuren som vistades i ett stall där ljuset var tänt dygnet runt stod mer på natten än de djur som vistades i ett stall där ljuset släcktes över natten. Jämfördes grupperna med avseende på aktivitet under dagen var djuren i gruppen med ljuset släckt om natten mer aktiva under dagen. Antal resningstillfällen per dygn varierade litet mellan de två grupperna.

Temperatur

Arave och Walters (1980) undersökte faktorer som påverkade kornas ligg beteende, och fann att temperatur hade en stor påverkan på djurens beteende. Korna i studien hade tillgång till en lösdrift samt bete i direkt anslutning till ladugården. Studien visade att korna föredrog att ligga utomhus vid temperaturer mellan 26,1 och 29,4 °C. Utanför detta intervall föredrog korna att ligga inne i ladugården. Overton *et al.* (2002) fann i sin studie att den genomsnittliga ligg tiden signifikant minskar med ökande temperatur.

Utfodringstidpunkt

Pennington och Albright (1985) studerade utfodringstidens effekt på kalvnings-tidpunkten. I försöket ingick 129 kor av holsteinras, som delades in i två grupper. Den ena gruppen hade tillgång till foder dygnet runt, medan den andra gruppen endast utfodrades mellan klockan åtta på kvällen och åtta på morgonen. Hypotesen var att djur som utfodras på natten i större utsträckning kalvar på dagen. Detta visade sig dock inte stämma, och inga signifikanta skillnader med avseende på kalvnings-tidpunkt kunde observeras i detta försök mellan de två grupperna.

Liggtider i samband med brunst

I en relativt nypublicerad studie av Kerbat och Disenhaus (2004), framgick att de sätt som traditionellt använts för att studera och upptäcka brunster på inte längre är lika effektiva som de tidigare var. Betonggolv i kombination med att få kor är i brunst samtidigt resulterar i färre upphopp, vilket hittills varit det mest användbara brunstsymptomet i lösdriftssystem för att detektera pågående brunst. Forskarna studerade femton mjölkkor som inhystes i en lösdrift. I studien fann man att en stor andel av de femton mjölkorna inte gjorde några upphopp alls under brunsten. Man fann istället att kor i större utsträckning nosade och slickade varandra i de genitala regionerna under brunsten, och författarna rekommenderade att detta beteende skall studeras för att upptäcka brunst som ett komplement till att studera upphopp. Förutom slickande och sniffande på genitala områden fann författarna att djuren rörde sig mer än normalt under högbrunsten. Denna slutsats styrks även av Gustafsson *et al.* (2007). I studien undersöktes djurens beteende innan, under och efter brunst på samma sätt som i detta examensarbete, med stå- och liggsensorer. Beroende på under vilket tidsintervall man studerade medelliggtiden varierade resultaten. Tydligast kunde en beteendeförändring ses innan brunst när medelliggtiden under tjugofyra timmar studerades. Walton och King (1986) studerade fjorton lakterande mjölkkor under brunst, och fann att antalet lägesändringar nattetid ökade samt att foderintaget minskade under högbrunsten.

Liggbeteende i samband med laktations- och dräktighetsstadium

Enligt ett försök utfört av Huzzey *et al.* (2005), påverkade kornas fysiologiska stadium (dräktig alternativt lakterande i tidig laktation) både foderintag och vätskeintag. Kor uppsökte foderbordet något oftare efter kalvning än innan kalvning, och den totala dricktiden före respektive efter kalvning ökade från 5,5 minuter per dag före kalvning till 6,8 minuter per dag efter kalvning. Den totala tiden som djuren ägnade åt att äta var högre för de dräktiga djuren än för de lakterande djuren. I en tidigare studie av Huzzey *et al.* (2004), fann man att intag av foder och vatten minskade markant cirka två dygn innan kalvning, för att sedan sakta öka igen ca 1,5 dygn efter kalvningen. Vad gäller foderintag och jämförande av foderintag mellan djur, menar DeVries *et al.* (2003) att man skall akta sig för att jämföra djur inom grupp och istället jämföra inom djur, då osäkerheten annars blir för hög på grund av den individuella variationen.

Dechamps *et al.* (1989) studerade dräktiga och lakterande kor med avseende på liggtid, antal läggningstillfällen per dygn samt tiden korna låg respektive stod upp. I försöket, som var indelat i två faser, användes 19 köttjur, korsningar mellan friesian och belgisk blå. I den första delen av försöket observerades korna när de hade i genomsnitt 41,8 dagar kvar till kalvning, och i andra delen av försöket i genomsnitt 60,6 dagar *efter* kalvning. I studien fann man att den genomsnittliga liggtiden samt antalet positionsändringar under liggtiden inte signifikant skilde sig mellan de två delarna av försöket. Däremot fann man att antalet liggtillfällen som varade över en timme var signifikant lägre när djuren var dräktiga än när de lakterade.

Beteende i samband med kalvning

Att använda sig av liggtider eller antal steg per dag för att förutsäga kalvning är en metod som testats flera gånger av olika forskare. Maltz och Antler (2007) studerade i ett försök 15 kor med beräknat kalvningsdatum ca 10 dagar senare. Korna utrustades med varsin sensor ca 10 dagar innan förväntat kalvningsdatum och de egenskaper som registrerades var antal steg, liggtid samt antalet läggningstillfällen per dygn. I försöket fann man att djuren tog fler steg samt uppträdde mer rastlöst (sågs som minskad liggtid) från och med 24 timmar innan kalvning.

Ovanstående författares resultat stöds av en studie utförd av Huzzey *et al.* (2004), som studerade dräktiga djur innan förestående kalvning. Enligt studien kunde det fastslås att djuren ca två dygn innan kalvning började bete sig oroligt, att antalet resningstillfällen kraftigt ökade, samt att antalet resningar snabbt avtog efter kalvningen. Även DeVries *et al.* (2003) observerade i en studie att dräktiga djur ca två dygn innan kalvning börjar uppträda mer oroligt. Ju närmare kalvningen korna kom, desto mer accentuerades beteendet, och på kalvningsdagen observerades en signifikant skillnad vad gäller antalet resningstillfällen, 22 resningar per dygn jämfört med ca 12 resningar per dygn för kor som fortfarande hade flera dagar kvar till kalvning.

Egen undersökning

Material och metoder

Besättning och djurinformation

Vid valet av försöksgård ställdes fem kriterier upp. Gården skulle ha:

- Nötköttproducerande besättning
- Kalvningar inomhus
- Lagom stora grupper (ca 20 djur per grupp)
- Kalvningsperiodens start i mars-april
- Intresserade och samarbetsvilliga brukare

En nötköttproducerande gård i Kista, Hästa 4H gård, valdes ut som försöksbesättning. På gården fanns ett tjugotal förmodat dräktiga highland cattles och ett par kor av rasen SKB. Highlandkorna delades in i två grupper under sommaren, innan försöket. Den ena gruppen gick tillsammans med en herefordtjur, medan den andra gruppen gick tillsammans med en highlandtjur. SKB-korna gick tillsammans med en tjur av samma ras.

Under försöksperioden hölls korna i en ladugårdsbyggnad med djupströbädd med öppen långsida. Möjlighet till gruppering fanns i fällan, men denna användes inte. Kalvarna hade tillgång till kalvgömma. Djuren utfodrades två gånger per dag, kl. 7 på morgonen och kl. 15 på eftermiddagen. Djuren hade fri tillgång till vatten i vattenkoppar. Djupströbädden halmades ca 2 gånger per vecka med hjälp av traktor. Djuren fick daglig tillsyn.

I tabell 2 sammanfattas djuren som ingick i studien. Att sexton djur valdes ut berodde på att sexton sensorer fanns att tillgå. Vissa djur i besättningen var alldeles för vilda för att försas in i den provisoriska drivgången som byggdes för ändamålet, varför dessa djur inte inkluderades i studien.

Tabell 2. Kalvningar på Hästa 4H-gård under försökets gång under perioden 26/2 till 5/5 2009.

Ko nr	Kalvningsdatum och tid	Kommentar	Ras	Lakt. nr
1		Ej dräktig	SKB*okänd ras	1
6		Ej dräktig	SKB	1
13		Ej dräktig	Highland cattle	1
59		Ej dräktig	Highland cattle	6
77	5/3 ca 15:00	Osäkra data*	Highland cattle	6
78	10/3 ca 05:00	Osäkra data*	Highland cattle	4
86	13/4 ca 06:00		Highland cattle	3
91	23/3 ca 05:00		Highland cattle	7
96		Ej dräktig	Highland cattle	4
109	5/4 tid osäker		Highland cattle	1
121		Ej dräktig	SKB	5
314	8/4 ca 06:00		Highland cattle	3
328	25/3 ca 22:00		Highland cattle	2
330	9/3 ca 05:00	Osäkra data*	Highland cattle	1
336	20/3 ca 06:00		Highland cattle	4
340	6/3 ca 06:00	Osäkra data*	Highland cattle	2

* korna kalvade kort tid efter försökets start och ekvationen för dessa djur hann inte stabilisera sig varför dessa kor uteslöts därför ur studien.

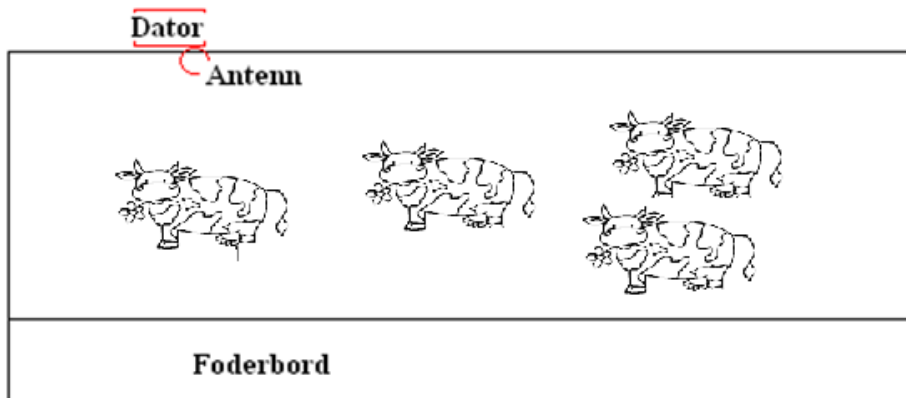
Sensorer

Stå- och liggsensorerna som användes i försöket är framtagna i ett samarbete mellan JTI och DeLaval, och är konstruerade av Mats Gustafsson (JTI). När sensorn ändrar läge från ”stående” till ”liggande” skickas automatiskt en radio-signal till en mottagande antenn. Antennen var i försöket kopplad till en dator utrustad med en programvara för bearbetning av data från sensorerna. Räckvidden på antennen var 150 meter, men på grund av ladugårdens konstruktion med höga betongfundament placerades antennen i direkt anslutning till ladugårdsbyggnaden.

De stå- och liggsensorer som användes i försöket bör för bästa resultat placeras på djurens bakben eftersom kor när de ligger ner har bakbenen antingen under sig eller sträckta bakåt, vilket ger en konstant vinkel på sensorn. Sitter sensorerna däremot på frambenen finns en risk att kon ligger med frambenen aningen framsträckta. Detta kan ge en vinkel på sensorn som påminner om den vinkel sensorn har när djuret står upp, vilken kan leda till att signalerna från sensorerna blir mer opålitliga. I detta försök fästes sensorerna ändå på frambenen. Anledningen till detta var att djuren som ingick i försöket inte var hanterade på samma vis som mjölkkor ofta är, och djuren var således inte lika tama. Det ansågs vara en för stor risk att montera sensorerna på bakbenen på grund av att djuren sparkar hårdare med bakbenen än med frambenen.

Genomförande av studien

Försöket startades förmiddagen den 26/2 2009 då 16 kor försågs med varsin sensor på ett framben. Sensorerna fästes på frambenet med hjälp av ett plastband som enkelt kunde sättas på och tas av när försöket var över. För att underlätta fastsättandet av sensorerna byggdes en provisorisk drivgång, där djuren fördes in i grupper om 6 djur per omgång. Drivgången byggdes smal så att djuren inte skulle ha möjlighet att vända sig i gången. Djuren uppvisade inget obehag av sensorerna när de iaktogs efter att alla sensorer satts fast. För att testa signalen från sensorerna till antennen, behölls en sensor som test. Datorn placerades i en liten kur precis utanför stallbyggnaden (figur 1). Data samlades automatiskt in under hela försöket, och säkrades veckovis i samband med ett besök till gården. Djurägarna fick i uppgift att notera datum och ungefärlig tidpunkt för varje kalvning. Bedömningen baserades på hur torra kalvarna var när de upptäcktes första gången. En helt torr kalv förväntades vara född under tidigare delen av natten, medan en delvis eller helt blöt kalv förväntades vara född under de tidigare timmarna på morgonen.



Figur 1. Placering av antenn och dator i förhållande till ladugården vid studie av liggtider hos kor med sensorer fästa på frambenen.

Medelliggtid

Alla registreringar samlades i datorn som ".dat filer" (ett informationsformat som kan öppnas i både Notepad och Excel) och exporterades sedan till Excel-filer för att bearbetas. I filerna fanns information om sensornummer, datum, tid samt binomiala värden för antingen resning eller läggning. I Excel beräknades divergensen (skillnaden i antal minuter kon varit liggandes under ett givet tidsintervall i förhållande till samma tidsintervall ett dygn tidigare) enligt följande ekvation:

$$z_n = y_n - y_{n-1} + k * z_{n-1}$$

där

- Z_n Divergensen för liggtid under tidsintervallet X i förhållande till värdet för tidsintervallet X_{n-1}
- Y_n Dagens medelliggtid i minuter per timme under X antal timmar
- Y_{n-1} Medelliggtiden för samma X antal timmar ett dygn tidigare
- k Konstant
- Z_{n-1} Divergensen för liggtid (Z_n) ett dygn tidigare

Fem olika konstanter (k -värden) testades.

Exempel på beräkning av divergens för ligg tid

I tabell 3 redovisas beräkning av medelligg tid för tidsintervallet $X = 3$ timmar för ko 109 under 29 timmar från 03:00 den 27/2 till 09:00 den 28/2. Medelligg tid (y_n) för $X = 3$ timmar är ett medelvärde av de senaste tre timmarnas ligg tid där ligg tiden anges i antal minuter per timme. När beräkningarna av medelligg tid börjar kommer de tre första värdena som skall användas att saknas. Likaså kommer värden att saknas när dagens medelligg tid skall jämföras med medelliggtiden för samma tidsperiod dygnet innan. Detta gör att ekvationerna blir fullständiga först mer än ett dygn efter att försöket inletts. I tabell 3 illustreras ett analys exempel med medelliggtiden för tre timmar.

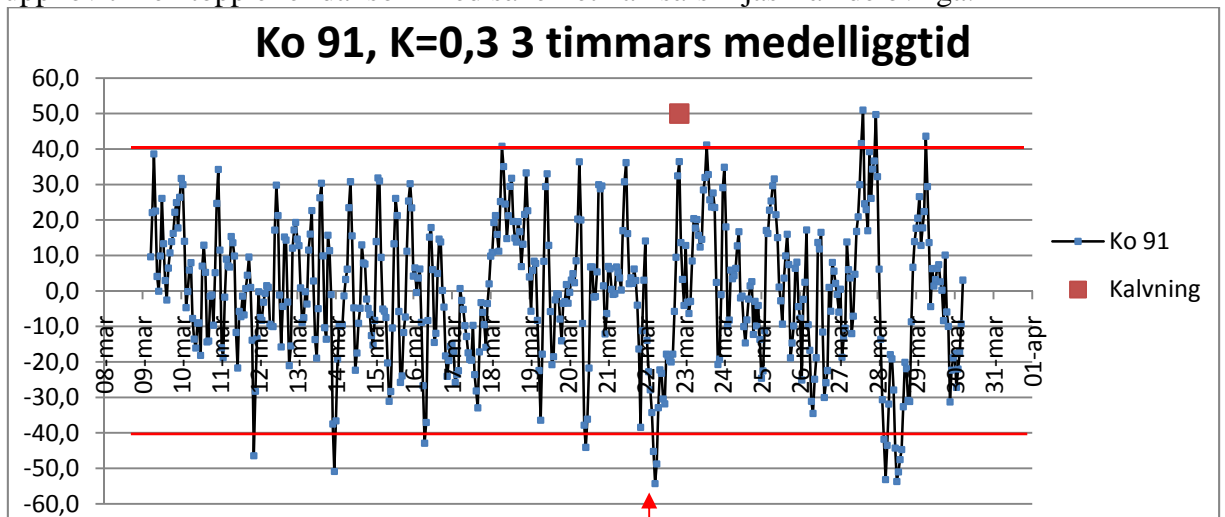
Tabell 3. Tabellen visar hur medelliggtiden beräknas för ett tidsintervall på tre timmar samt hur medelliggtiden från dygnet innan inte kan beräknas förrän underlaget till beräkningarna utgörs av minst ett dygn.

Datum	Tid	Antal minuter liggandes	y_n (Medelligg tid, minuter per timme)	y_n	y_{n-1} (medelliggtiden från samma period föregående dygn)
27-feb	03:00	32	-		-
27-feb	04:00	59	-		-
27-feb	05:00	25	$= (32+59+25)/3$	38,6	-
27-feb	06:00	60	$= (59+25+60)/3$	48	-
27-feb	07:00	18	$= \text{Medel}(25+60+18)$	34,3	-
27-feb	08:00	0	$= \text{Medel}(60+18+0)$	26	-
27-feb	09:00	0	$= \text{Medel}(18+0+0)$	6	-
27-feb	10:00	0	$= \text{Medel}(0+0+0)$	0	-
27-feb	11:00	0	$= \text{Medel}(0+0+0)$	0	-
27-feb	12:00	0	$= \text{Medel}(0+0+0)$	0	-
27-feb	13:00	2	$= \text{Medel}(0+0+2)$	0,6	-
27-feb	14:00	15	$= \text{Medel}(0+2+15)$	5,6	-
27-feb	15:00	7	$= \text{Medel}(2+15+7)$	8	-
27-feb	16:00	0	$= \text{Medel}(15+7+0)$	7,3	-
27-feb	17:00	25	$= \text{Medel}(7+0+25)$	10,6	-
27-feb	18:00	33	$= \text{Medel}(0+25+33)$	19,3	-
27-feb	19:00	53	$= \text{Medel}(25+33+53)$	37	-
27-feb	20:00	48	$= \text{Medel}(33+53+48)$	44,6	-
27-feb	21:00	23	$= \text{Medel}(53+48+23)$	41,3	-
27-feb	22:00	0	$= \text{Medel}(48+23+0)$	23,6	-
27-feb	23:00	0	$= \text{Medel}(23+0+0)$	7,6	-
27-feb	00:00	0	$= \text{Medel}(0+0+0)$	0	-
28-feb	01:00	48	$= \text{Medel}(0+0+48)$	16	-
28-feb	02:00	54	$= \text{Medel}(0+48+54)$	34	-
28-feb	03:00	52	$= \text{Medel}(48+54+52)$	51,3	-
28-feb	04:00	39	$= \text{Medel}(54+52+39)$	48,3	-
28-feb	05:00	55	$= \text{Medel}(52+39+55)$	48,6	38,6
28-feb	06:00	39	$= \text{Medel}(39+55+39)$	44,3	48
28-feb	07:00	0	$= \text{Medel}(55+39+0)$	31,3	34,3
28-feb	08:00	0	$= \text{Medel}(39+0+0)$	13	26

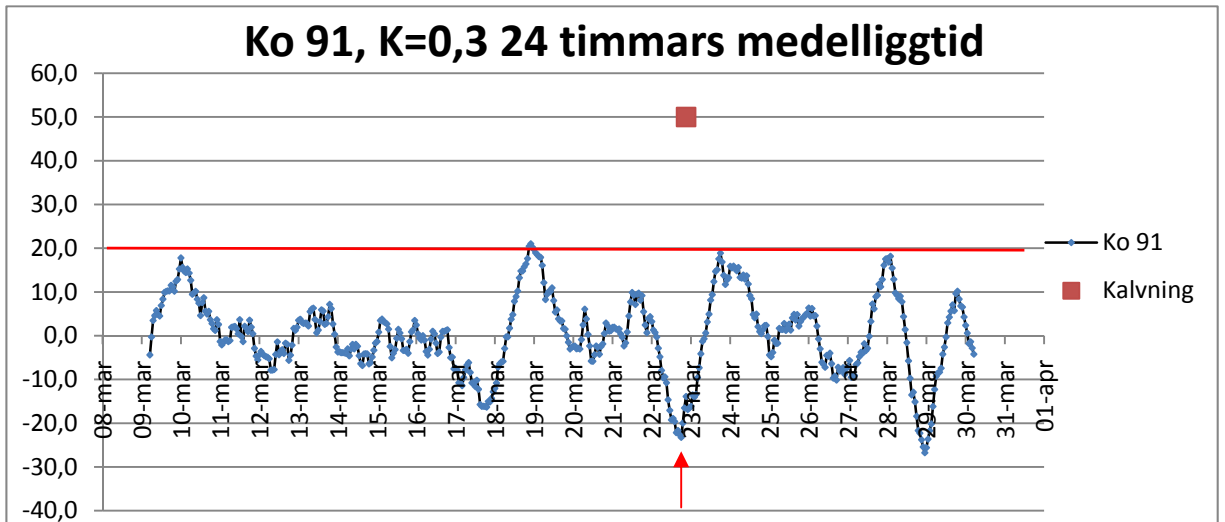
Värdet på Z_n varierar mellan ± 60 då det återspeglar antal minuter per timme som kon ligger ner. Z_n är den parameter som redovisas i graferna i figur 2-7. Punkterna i graferna över medelliggtid motsvarar ett värde för Z_n . Den största orsaken till variationen av Z_n i graferna är vilket tidsintervall som studeras. Medelliggtid beräknad under tre timmar ger upphov till "spretiga" kurvor med värden uppemot ± 60 , medan en kurva över medelliggtid under 24 timmar ger flackare kurvor med lägre värden (se figur 2 och 3).

Larmgränser

Nedan ses två grafer för ko 91 (figur 2 och 3). Medelliggtiden under tre och 24 timmar har studerats och K-värdet är 0.3. Ett dygn innan kalvning sjunker kurvan avsevärt (i figurerna markerat med pilar), vilket innebär att kon ligger ner mindre än normalt under denna period. Av diagrammen framgår att skillnaden i grafernas utseende påverkas mycket av tidsintervallet som studeras (jämför max- och minvärden i graferna i figur 2 och 3). Det framgår också att gränsvärden för en eventuell kalvningsindikation (larmgränser) måste varieras beroende på vilka tidsintervall som studeras. För tre timmars medelliggtid var larmgränsen ± 53 idealiskt, då det gav upphov till *en enda* kalvningsindikation, medan man för medelliggtiden under 24 timmar kan använda ± 20 som larmgräns för kalvningsindikation (larmgränserna markerade med röda streck i figurerna). Beroende på om det är "toppar" eller "dalar" som studeras kan larmgränserna variera. Vissa kor indikerar kalvning genom minskad aktivitet, medan andra förefaller öka sin aktivitet. I fallet för medelliggtiden under 24 timmar fungerar *både* +20 och -20 som larmgräns, medan man för medelliggtiden under tre timmar måste ha olika larmgräns beroende på om man tittar på den negativa eller den positiva sidan av X-axeln. Att ha olika larmgränser för de sidorna av X-axeln ger en del analytiska problem, varför vi i denna studie valt att studera *både* "toppar" och "dalar", där vi valde en och samma larmgräns för båda skalorna. Det spelar således ingen roll om kon har ett beteende som innebär en *ökad* eller en *minskad* aktivitet, så länge beteendet avviker tillräckligt mycket från kons "normala" beteende att det ger upphov till en topp eller dal som med säkerhet kan särskiljas från de övriga.

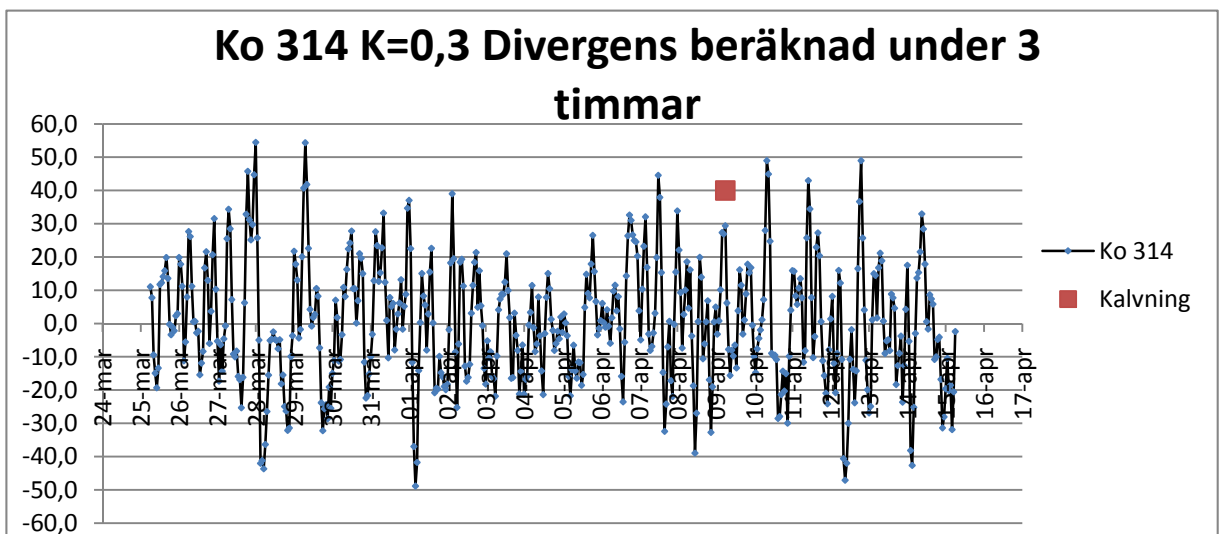


Figur 2. Grafen illustrerar hur en kalvning kan upptäckas. I detta fall indikeras kalvningen av en dal i grafen ca ett dygn innan kalvningen äger rum. Pilen i figuren markerar den aktuella dalen.

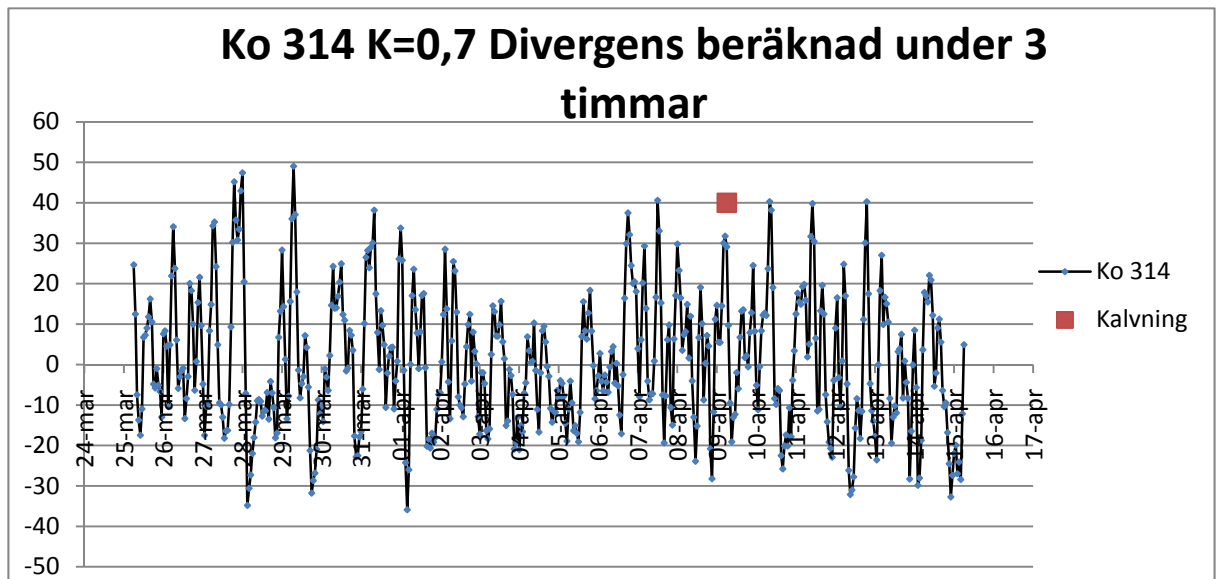


Figur 3. Som i grafen ovan markeras kalvningsindikationen med en pil. Denna graf är baserad på en medelliggtid beräknad under 24 timmar, vilket ger grafen ett mycket flackare utseende än grafen ovan (figur 2).

Nedan ses två grafer (figur 4 och 5) för samma ko och samma tidsintervall, men med olika k-värde. Man kan se att ju lägre k-värdet är, desto mer "spretar" kurvorna. Detta beror på att Z_{n-1} får mindre betydelse när k-värdet är litet än om k-värdet är stort. Det är således viktigt att även beakta värdet på konstanten när larmgränsen skall fastställas.



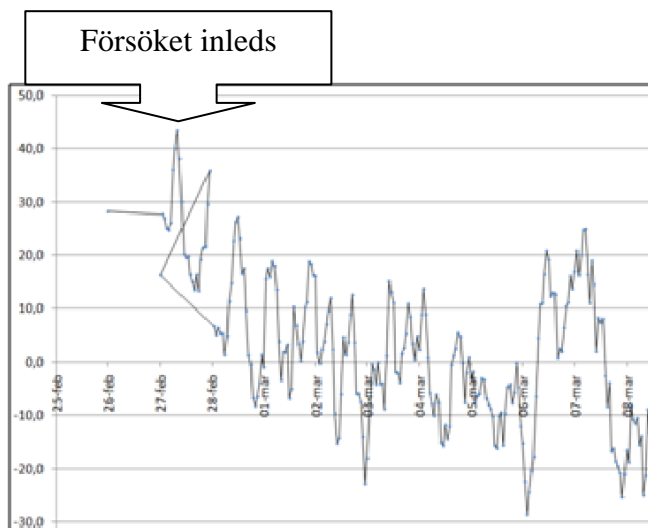
Figur 4. Divergens i liggbeteende under tre timmar inför kalvning för ko 314. K-värdet är i detta fall 0,3.



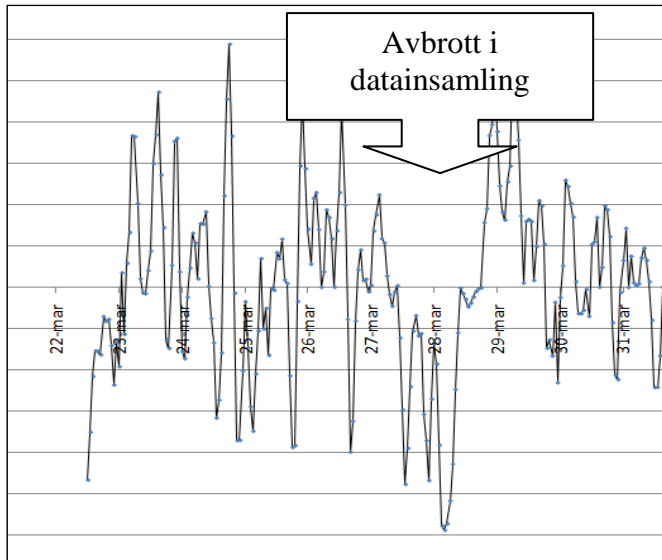
Figur 5. Divergens i liggbeteende för ko 314 under tre timmar när $k=0,7$.

Stabilisering av kurvorna

På grund av ekvationens utformning stabiliseras kurvorna efter hand. Vid uppstart av registrering samt efter avbrott krävs cirka sju dagar för stabilisering av kurvan. Eftersom rådata inte samlades in vid avbrott påverkar detta grafernas utseende. För att illustrera detta visas två figurer föreställande en graf under försökets början, innan grafen svängt in sig (figur 6), och en figur som illustrerar ett avbrotts påverkan på grafen (figur 7).



Figur 6. Illustration av oregelbundenhet vid försökets början i divergens i liggbeteende inför en kalvning.



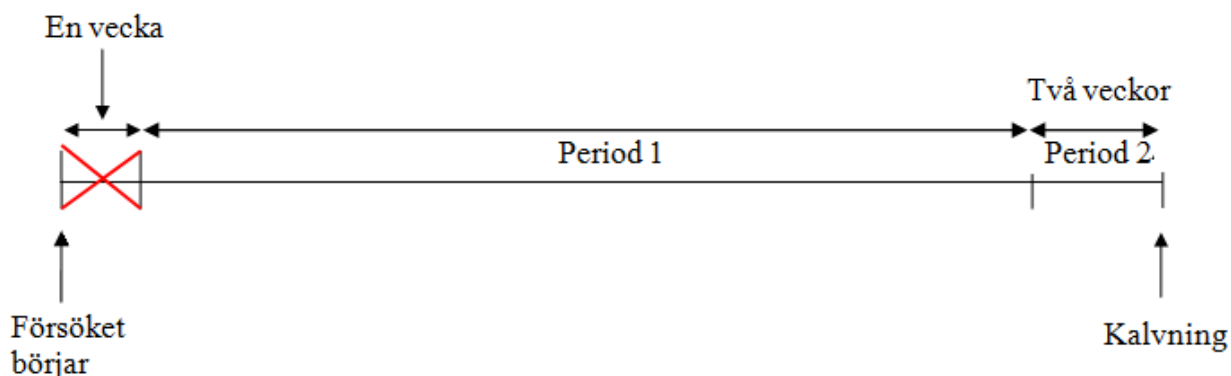
Figur 7. Illustration av hur grafen för divergensen i liggbeteende sjunker kraftigt vid avbrott i datainsamling (27 mars) för att sedan stiga kraftigt när data återigen börjar strömma in från sensorerna (28 mars).

Betydelse av tidsintervallets längd och k-värde under två olika testperioder

Medelliggtiden under åtta olika tidsintervall (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 och 24 timmar) beräknades och sattes in i ekvationen för divergensen i liggtid. Fem olika k-värden testades (0.1, 0.3, 0.5, 0.6, och 0.7) för att försöka återfinna det k-värde som i kombination med de olika tidsintervallen gav upphov till minst antal falska positiva kalvningsindikationer.

Diagram över medelliggtiden under de åtta olika tidsintervallen och de fem olika k-värdena utarbetades i Excel för att grafiskt illustrera förändringarna i liggbeteende inför en kalvning hos de sex korna. Sex kor, åtta tidsintervall och fem K-värden gav upphov till 240 diagram. För att i vidare studier avgränsa analysen valdes fyra olika tidsintervall ut (3, 6, 12 och 24 timmar) tillsammans med alla de testade k-värdena (0.1, 0.3, 0.5, 0.6 och 0.7).

Försöket syftade till att hitta kalvningsindikationer och förhoppningen var att finna dessa inom max två veckor innan förestående kalvning. Analyserna delades därför in i två testperioder; första perioden började en vecka från försöksstart fram till två veckor innan kalvning, och den andra perioden från två veckor innan kalvning fram till kalvning (figur 8). Genom att dela upp försöket i två perioder kunde kornas beteende jämföras för att se om deras generella liggbeteende förändrades mellan de två perioderna. Den första veckans registreringar (överkryssad i figuren nedan) användes inte, då graferna inte hunnit stabilisera sig.



Figur 5. Illustration över analysupplägget med två perioder. Period ett startar en vecka efter försökets början, och period två startar två veckor innan kalvning.

Alla grafer studerades för att finna det bästa tidsintervallet (dvs. medelliggtiden under det tidsintervall som gav upphov till minst antal falska positiva kalvningsindikationer för *alla* djur) och det bästa k-värdet per tidsintervall. Diagrammen studerades manuellt. Data insamlade efter kalvning ansågs inte viktiga att analysera då studien fokuserade på att hitta kalvningsindikationer.

Larmgränser för medelliggtid

Larmgränserna sattes för att så få kalvningar som möjligt missades. På grund av detta blir antalet falska positiva kalvningsindikationer inom vissa tidsintervall och för vissa k-värden mycket höga. Larmgränserna för kalvningsindikation sattes till följande:

- Medelliggtiden under tre timmar: Divergens ± 40
- Medelliggtiden under sex timmar: Divergens ± 24
- Medelliggtiden under tolv timmar: Divergens ± 18
- Medelliggtiden under tjugofyra timmar: Divergens ± 12

Alla observationer som avvek från de larmgränserna registrerades och sammanställdes i två tabeller, en för varje testperiod. I Excel utfördes ett t-test för att finna skillnader i antal avvikelser inom tidsperiod och k-värde mellan de två olika testperioderna.

Läggningstillfällena

Hantering av brus

Antal *läggningstillfällena* per dygn analyserades i Excel. När rådata granskades upptäcktes "brus", d.v.s. orimligt korta tidsintervall mellan registreringarna. Bruset antogs bero på inställningen av sensorernas känslighet och förutsattes vara lika för alla sensorer som ingick i försöket. För att reducera bruset analyserades rådata efter två olika kriterier. I första analysen sorterades på varandra följande observationer (resning eller läggning) med mindre än två minuters mellanrum bort, och i den andra analysen sorterades observationer med mindre än 10 minuters mellanrum bort.

Analyserna gav upphov till två grafer per ko (en graf för 2 minuters filtrering och en för 10 minuters filtrering). Graferna studerades manuellt för att försöka finna larmgränser som kunde användas som kalvningsindikationer. Även i denna del av försöket var målet att finna *en* larmgräns för alla kor. Larmgränsen för 2 minuters filtrering kunde dock inte förutsättas vara samma som larmgränsen för 10 minuters filtrering.

Larmgränser för antal läggningstillfällen

De larmgränser som användes i denna analys baseras på det lägsta uppmätta kalvningsindikationsvärdet för vardera två och tio minuters filtrering.

Larmgränsen sattes till följande:

- Två minuters filtrering: >17,5 läggningstillfällen
- Tio minuters filtrering: >15 läggningstillfällen

Resultat

Av alla tio kor som kalvade, så kalvade fyra kor inom en vecka från uppstart av försöket, varför data från dessa djur inte kunde anses som pålitliga. Dessa djur inkluderades inte i den fortsatta studien.

Effekt av olika larmgränser på medelliggtid

Tabell 4 och 5 illustrerar antalet observationer som över/underskrider larmgränserna under de två olika testperioderna.

Tabell 4. Antal toppar och dalar i beräknad divergens över/understigande gränsvärdena under testperiod 1 (från försökets början till två veckor före kalvning) för enskilda kor. Delsumma och standardavvikelse (STDAV) anges för samtliga kor inom tidsintervall och k-värde.

k-värde	Tidsintervall (timmar) för beräkning av medelliggtid																			
	3					6					12					24				
	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7
Ko 86	7	4	2	2	2	20	16	10	8	6	16	9	8	6	4	22	11	9	7	6
Ko 91	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	5	3	3	2	2	2	1	1	1	2
Ko 109	10	8	3	3	2	11	5	5	5	4	9	8	4	3	1	12	7	3	2	1
Ko 314	7	5	3	3	4	11	7	8	6	5	8	6	5	3	-1	9	5	6	5	3
Ko 328	1	1	1	1	1	5	1	2	2	1	4	2	3	1	2	6	7	2	2	2
Ko 336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Delsumma	29	21	11	11	11	49	31	27	23	18	42	28	23	15	8	51	31	21	17	14
STDAV	3,9	2,9	1,2	1,2	1,3	7,4	5,9	3,9	3,0	2,4	5,4	3,6	2,6	2,1	1,8	7,9	4,1	3,4	2,6	2,1

Tabell 5. Antal toppar och dalar i beräknad divergens över/understigande gränsvärdena under testperiod 2 (från två veckor innan kalvning till kalvning) för enskilda kor. Delsumma och standardavvikelse (STDAV) anges för samtliga kor inom tidsintervall och k-värde.

k-värde	Tidsintervall (timmar) för beräkning av medelliggtid																			
	3					6					12					24				
	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7
Ko 86	2	2	0	0	0	7	6	3	2	2	4	2	0	0	0	6	3	2	1	1
Ko 91	12	6	4	4	3	11	7	5	2	2	6	5	5	5	2	4	4	5	6	6
Ko 109	10	4	4	3	3	11	9	9	9	8	8	4	4	4	3	10	4	4	3	2
Ko 314	8	6	6	5	4	9	8	6	6	6	5	6	6	5	7	7	5	4	3	3
Ko 328	6	3	2	2	1	6	4	1	1	1	9	8	3	2	0	10	9	2	2	1
Ko 336	2	2	1	0	0	5	3	4	3	2	4	3	2	2	2	6	3	1	0	0
Delsumma	40	23	17	14	11	49	37	28	23	21	36	28	20	18	14	43	28	18	15	13
STDAV	4,1	1,8	2,2	2,1	1,7	2,6	2,3	2,7	3,1	2,8	2,1	2,2	2,2	2,0	2,6	2,4	2,3	1,5	2,1	2,1

Tabell 4 och 5 visar att:

- ju högre k-värdet är desto färre antal toppar och dalar över/underskrider gränsvärdena
- medelliggtiden beräknad under tre timmar ger upphov till minst antal toppar och dalar som över/underskrider gränsvärdena
- ett tidsintervall på 6 timmar för beräkning av medelliggtid ger upphov till flest antal toppar och dalar som över/underskrider gränsvärdena
- standardavvikelsen inom tidsintervall minskar när k-värdet ökar
- skillnaderna i antalet divergenser över/understigande gränsvärdena är stora mellan kor

Inga signifikanta skillnader kunde ses mellan de två olika testperioderna vad gäller antalet gränsöver-/gränsunderskridande toppar eller dalar (90 % konfidensintervall). Tabell 6 visar beräknade t-värden när de olika tidsintervallen och k-värdena jämfördes mellan de två testperioderna.

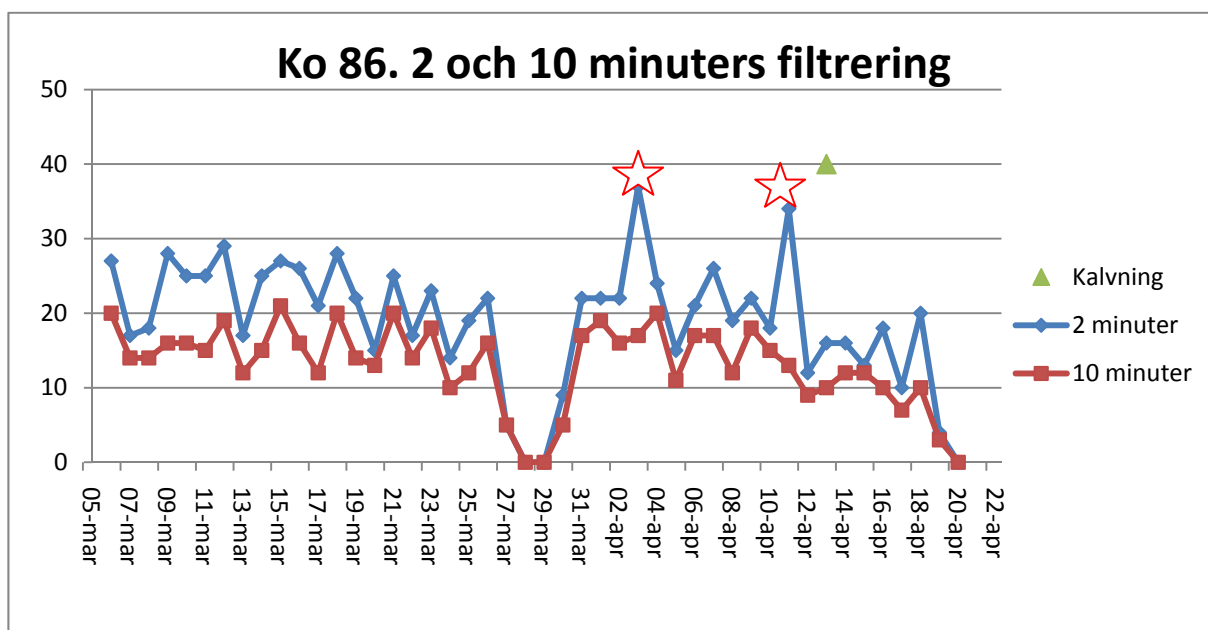
Tabell 6. Resultat av t-test (tvåsidigt 90 % konfidensintervalltest) över skillnader mellan antalet gränsöverskridande observationer mellan testperiod 1 (från försökets början till två veckor före kalvning) och 2 (från två veckor innan kalvning till kalvning).

k-värde	Tidsintervall (timmar) för beräkning av medelliggtid																			
	3					6					12					24				
	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7
t-värde ¹	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3

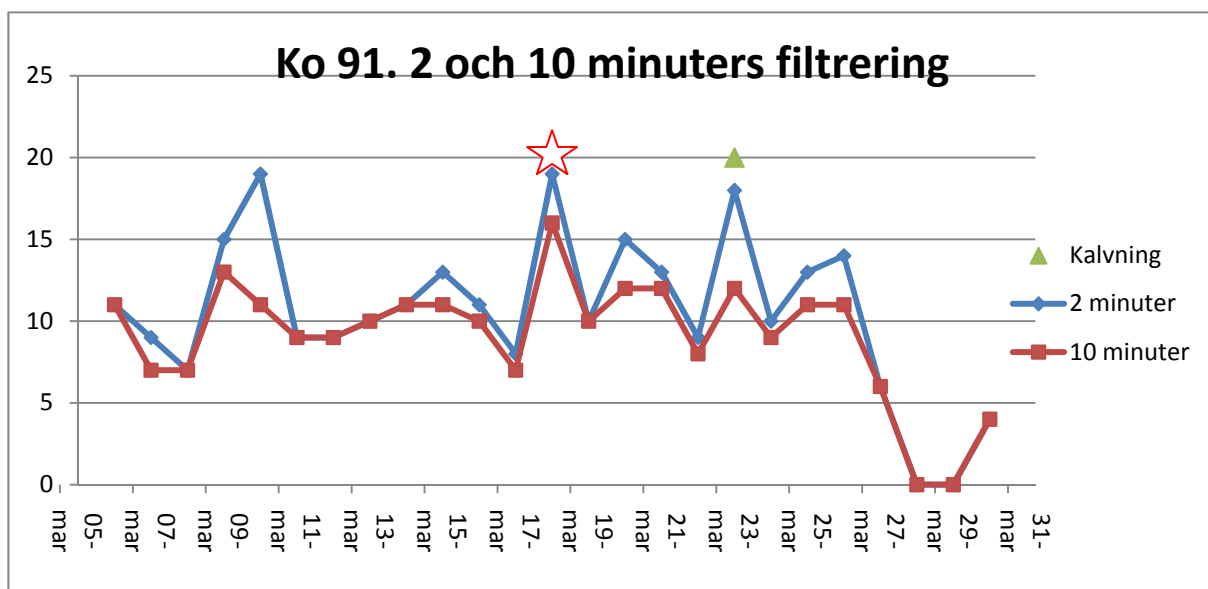
¹) Inga statistiskt signifikanta skillnader erhöles mellan de två testperioderna

Antal läggningstillfällen

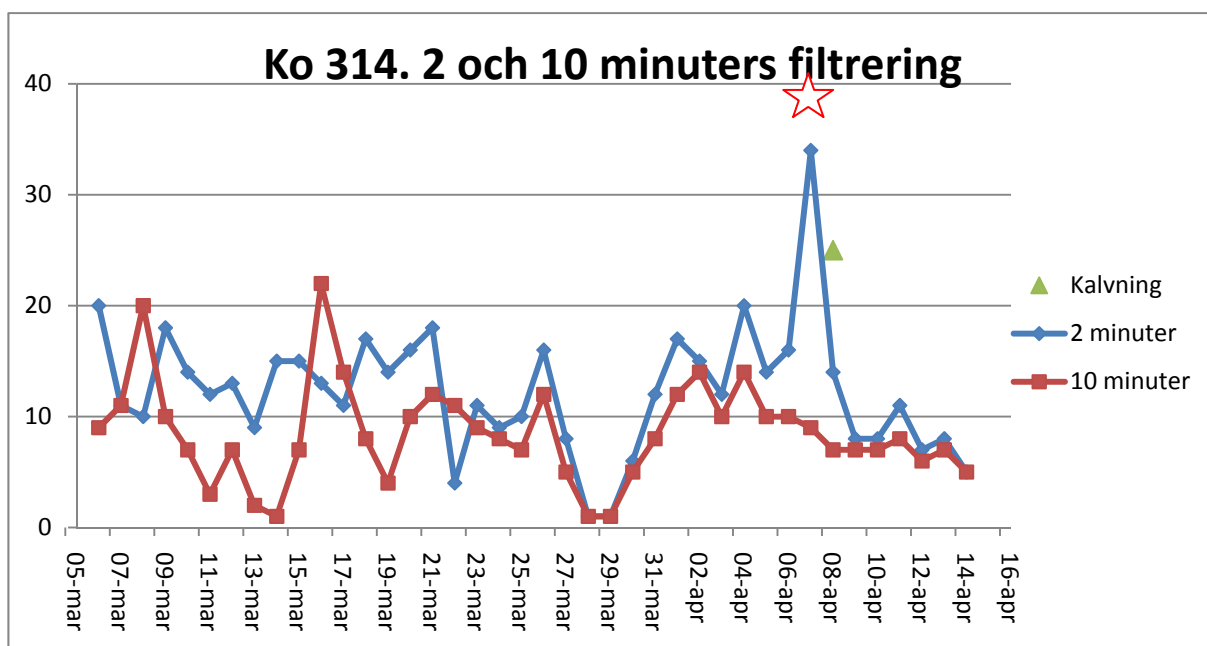
I figur 9 kan två potentiella kalvningsindikationer urskiljas. Kalvningsindikationer som kan antas vara sanna är i figurerna markerade med stjärnor.



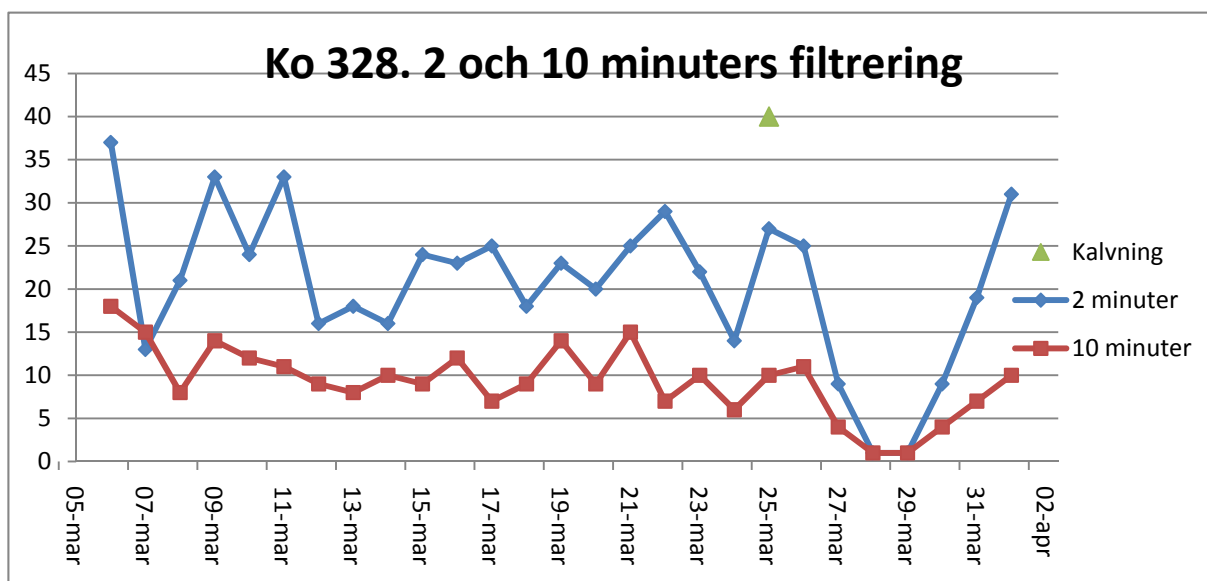
Figur 9. Antal läggningstillfällen per dygn för ko 86. Den blå linjen anger två minuters filtrering och den röda linjen anger tio minuters filtrering.



Figur 10. Antal läggningstillfällen per dygn för ko 91. Den blå linjen anger två minuters filtrering och den röda linjen anger tio minuters filtrering.



Figur 11. Antal läggningstillfällen per dygn för ko 314. Den blå linjen anger två minuters filtrering och den röda linjen anger tio minuters filtrering.



Figur 12. Antal läggningstillfällen per dygn för ko 328. Den blå linjen anger två minuters filtrering och den röda linjen anger tio minuters filtrering. I denna figur är det svårt att urskilja några specifika toppar som skulle kunna vara kalvningsindikationer.

Som man kan se av figurerna ovan (figur 9-12) kan en kalvningsindikation baserad på läggningstillfällen mycket väl komma i direkt anslutning till kalvningen. Grafen för två minuters filtrering ger tydligare toppar än grafen för tio minuters filtrering. För de två kor som inte illustreras med kurvor gällde att ko 336 hade en tydlig kalvningsindikation inför kalvning om 10 minuters filtreringskurvan studeras. Ko 109 kalvade strax efter ett avbrott i datainsamlingen, vilket gjorde det svårt att tyda kurvan på ett säkert sätt.

Diskussion

I denna studie har två olika användningsområden för stå- och liggsensorer utvärderats. Det första användningsområdet innebar att en ekvation tillämpades för åtta olika tidsintervall för beräkning av medelliggtider i kombination med fem olika k-värden. Det andra användningsområdet innebar att antalet läggningstillfällen per dygn studerades. De båda användningssätten syftade till att försöka hitta indikationer på kalvning.

Då studien påbörjades var förhoppningen att minst 15 kor skulle kalva under försökets gång, men den highlandtjur som användes för betäckning av halva ko-gruppen lyckades inte betäcka några kor under sommaren, varför många kalvningar uteblev. Totalt kalvade tio kor under försöksperioden. Ekvationen som användes i försöket kräver en viss tid för inställning, och fyra av korna uteslöts eftersom kalvningen ägde rum för kort tid inpå försökets början.

Tidsintervall för beräkning av medelliggtid och k-värden

Oavsett vilka tidsintervall som användes för beräkning av medelliggtider och vilka k-värden som sattes in i ekvationen, var antalet falska kalvningsindikationer oacceptabelt högt. För att sensorn skall fylla en funktion för köttproducenten krävs det att inga kalvningar förbigås, varför gränsvärdena för ”kalvningslarm” tvunget sattes ganska lågt. Av den anledningen ökade också de falska positiva kalvningsindikationerna. I studien fann vi att ju högre k-värde som användes, desto färre blev antalet falska positiva kalvningsindikationer. Detsamma kan sägas om tidsintervall, att ju längre tidsintervall som medelliggtiden studerades under, desto säkrare blev resultaten.

Många sensorer som utvecklats för att upptäcka brunst (till exempel aktivitetsmätaren i ALPRO® -systemet, utvecklat av DeLaval) reagerar på avvikelser i den enskilda korns beteendemönster. I detta försök var målet att identifiera *en enda* larmgräns som kunde tillämpas på *alla* kor, men då kor är individer är en generalisering svår att göra, och en generalisering minskar chansen att upptäcka individuella avvikelser i beteende. Hade en modell för individuell bedömning av avvikelser i beteendemönstret kunnat konstrueras, hade resultatet mest troligt sett annorlunda och mer positivt ut.

En felkälla i materialet är sensorernas placering på frambenen istället för bakbenen. Då kor ligger ner är det inte ovanligt att de håller frambenen framför sig med en vinkel på benet som liknar den vinkel benet har när djuret står upp. Detta kan leda till registreringar som inte överensstämmer med verkligheten, och skulle också kunna ge resultatet att liggtiden per dygn inte överensstämmer med verkligheten, i detta fall att liggtiden i verkligheten är större än vad som framgår av rådata.

Skillnaden vad gäller antal gränsoverskridande värden *mellan* kor är stora. Om divergensen av medelliggtid skall användas som kalvningsindikator skall detta tas i beaktning, och avvikelser *inom* ko snarare än *mellan* kor ger troligen säkrare resultat. Beroende på hur ett datorprogram kan utformas (vilket inte var en del av denna studie) kan kurvorna komma att användas på ett mer avancerat och raffinerat

sätt än ovan, vilket kan ge sensorerna en stor betydelse inom kalvningen i nötköttsproduktionen.

Korna studerades under två olika perioder (figur 5). De kor som kalvade tidigt under försöksperioden fick en längre period 1 än de kor som kalvade sent under försöksperioden. Detta påverkar resultaten på så vis att antalet falska positiva kalvningsindikationer riskerar att vara högre för de djur som kalvade tidigt i försöksperioden.

Antal läggningstillfällen

Antalet läggningstillfällen per dygn varierade kraftigt mellan olika individer.

Även i detta fall var målet att återfinna *en* larmgräns för alla djur för antalet läggningstillfällen per dygn. Som ovan var målet att inte missa en kalvning, varför larmgränsen tvunget sattes relativt lågt i förhållande till vissa individers relativt höga kurvor.

En felkälla i denna analys var det ”brus” som orsakades av sensorerna. På många ställen i rådata kunde dubbelregistreringar (dvs. två läggningstillfällen följande direkt efter varandra) samt registreringar över lägesändring (från stående till liggande eller vice versa) med bara ett fåtal sekunders tidsskillnad ses. För att minimera effekten av detta ”brus” i analysen sorterades data efter två olika kriterier; filtrering av på varandra följande observationer med mindre än två minuters mellanrum, och filtrering av på varandra följande observationer med mindre än tio minuters mellanrum. Hos vissa kor utgjorde de två olika filtreringarna en väsentlig skillnad i antalet läggningstillfällen per dygn, medan det för andra individer bara hade en marginell betydelse för grafernas utseende. Ko nummer 328 uppvisade inga specifika avvikande beteenden inför kalvning som kunde användas som en indikation på en förestående kalvning. En förestående kalvning hos individer som 328 är således svår att förutsäga genom att använda sig av antal läggningstillfällen per dygn.

Slutsatser

Att försöka optimera den ekvation som användes för beräkning av medelliggtid som studerades i första delen av detta försök visade sig vara svårt, och att hitta *en* larmgräns för *alla* djur var omöjligt på grund av de stora individuella variationerna i beteende inför en förestående kalvning. De stå- och liggssensorer som användes i försöket skulle dock kunna få praktisk betydelse inom kött djursproduktionen genom att larmgränserna anpassas för enskilda individer. Att utnyttja sensorerna för att beräkna skillnader i antal läggningstillfällen per dygn visade på mer pålitliga resultat, med färre falska positiva kalvningsindikationer. Även här skulle individuella larmgränser optimera användningen av sensorerna som redskap för att förutsäga kalvningar.

Litteratur

- Arave, C. W. & Walters, J. L. 1980. Factors Affecting Lying and Stall Utilization of Dairy Cattle. *Applied Animal Ethology*. 6: 369-376.
- Cangar, Ö., Leroy, T., Guarino, M., Vranken, E., Fallon, R., Lenehan, J., Mee, J. & Berckmans, D. 2007. Model-based Calving Monitor Using Real Time Image Analysis. *Precision Livestock Farming*. p 291-297.
- Dechamps, P., Nicks, B., Canart, B., Gielen, M. & Istasse, L. 1989. A Note on Resting Behavior of Cows Before and After Calving in Two Different Housing Systems. *Applied Animal Behavior Science*. 23: 99-105.
- DeVries, T. J., von Keyserlingk, M. A. G., Weary, D. M. & Beauchemin, K. A. 2003. Measuring the Feeding Behavior of Lactating Dairy Cows in Early to Peak Lactation. *Journal of Dairy Science*. 86: 3354-3361.
- Edwards, J. L. & Tozer, P. R. 2004. Using Activity and Milk Yield as Predictors of Fresh Cow Disorders. *Journal of Dairy Science*. 87: 524-531.
- Galindo, F. & Broom, D. M. 2002. The Effects of Lameness on Social and Individual Behavior of Dairy Cows. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 5(3): 193-201.
- Gustafsson, M., Lindahl, C., Berglund, B. & Gustafsson, H. 2007. Stå- och ligg-tider för brustdetektion i uppbundna system – en pilotstudie. JTI rapport nr 356. www.jti.se
- Haley, D. B., Rushen, J. & de Passille, A. M. 2000. Behavioral Indicators of Cow Comfort: Activity and Resting Behavior of Dairy Cows in Two Types of Housing. *Canadian Journal of Animal Science*. 80: 257-263.
- Huzzey, J. M., von Keyserlingk, M. A. G. & Weary, D. M. 2004. Behavioural Changes in Dairy Cows during the transition Period. *Official Proceedings of 39th Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference*. p 151.
- Huzzey, J. M., von Keyserlingk, M. A. G. & Weary, D. M. 2005. Changes in Feeding, Drinking, and Standing Behavior of Dairy Cows During the Transition Period. *Journal of Dairy Science*. 88: 2454-2461.
- Jordbruksverket, Statistiska meddelanden. Antal nötkreatur i december 2008. JO 23 SM 0901.
- Jordbruksverket, Rapport jordbruksverket 2007. Kalvning och kalvningshjälp. Jordbruksinformation 1 - 2007.
- Juarez, S. T., Robinson, P. H., DePeters, E. J. & Price, E. O. 2003. Impact of Lameness on Behavior and Productivity of Lactating Holstein Cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 83: 1-14.
- Kerbrat, S. & Disenhaus, C. 2004. Proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 87: 223-238.
- Krohn, C. C. & Munksgaard, L. 1993. Behavior of Dairy Cows Kept in Extensive (Loose Housing / Pasture) or Intensive (Tie Stall) Environments. II. Lying and Lying-Down Behavior. *Applied Animal Behavior Science*. 37: 1-16.
- Maltz, E. & Antler, A. 2007. A Practical Way to Detect Approaching Calving of the Dairy Cow by a Behavior Sensor. *Precision Livestock Farming*. p. 141-146.
- Nicks, B., Dechamps, P., Canart, B. & Istasse, L. 1988. Resting Behavior of Friesian Bulls Maintained in a Tie-Stall Under Two Patterns of Lighting. *Applied Animal Behavior Science*. 19: 321-329.

- Overton, M. W., Sisco, W. M., Temple, G. D. & Moore, D. A. 2002. Using Time-Lapse Video Photography to Assess Dairy Cattle Lying Behavior in a Free-Stall Barn. *Journal of Dairy Science*. 85: 2407-2413.
- Pennington, J. A., & Albright, J. L. 1985. Effect of Feeding Time, Behavior, and Environmental Factors on the Time of Calving in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 68: 2746-2750.
- Walton, J. S. & King, G. J. 1986. Indicators of Oestrus in Holstein Cows Housed in Tie Stalls. *Journal of Dairy Science*. 69:2966-2973.

Internetreferens

Taurus, www.taurus.mu. [online] 2010-03-06. Tillgänglig: <http://www.taurus.mu/sitebase>