

Sammanfattning

I detta projekt har en elektronisk sensor för registrering av resnings- och läggningsrörelser använts för att samla in data om 10 mjölkors rörelsemönster före och efter kalvning. Syftet har varit att undersöka om det finns samband som går att använda som indikation på en förstående kalvning. De insamlade uppgifterna har bearbetats och som mått på kons rörelsemönster har medelvärden på liggstider och läggningsrörelser per timme räknats fram. Ett särskilt divergensvärde har dessutom beräknats som ska avspegla skillnader i kons rörelsemönster mellan olika dagar. Uppgifterna har beräknats för varje ko som ingick i försöket och presenterats i diagramform. Resultatet av studien visar att kons rörelsemönster förändras i samband med kalvningen och att detta kan fångas upp av den stå- och liggssensor som användes i projektet. För att metoden med aktivitetssensor ska kunna bli praktiskt användbar som en kalvningsensor behöver ytterligare utveckling ske av både sensortekniken och möjligheterna att på ett enkelt sätt kunna ta fram och tolka den information som sensorn ger.

Bakgrund

JTI har under flera år arbetat med att utveckla och utvärdera prototyper till aktivitetssensorer för registrering av stå- och liggbeteenden hos nötkreatur. Den första prototypmodellen bestod av en enkel läggsensor kopplad till en datalogger. Resultatet av utprovningen visade en hög samstämmighet mellan den av sensorn uppmätta tiden som kon låg ner och den verkliga liggstiden.

Nästa modell av aktivitetssensorn utvecklades med sikte på att göra hela sensorn mindre och att minska på strömförbrukningen för att få längre driftstider. Den nya modellen består ett kretskort med en läggsensor och en radiosändare monterad i ett kraftigt hölje av plast. Aktivitetssensorn sätts fast på kons ena bakben med ett band. Signalerna från aktivitetssensorn fångas upp av en radiomottagare som är placerad i stallavdelningen där kon vistas. Till radiomottagaren finns en vanlig persondator kopplad som samlar in och lagrar alla data.

I detta projekt användes sensorn för att undersöka om det går att hitta återkommande beteendemönster som skulle kunna användas som en indikation för en förestående kalvning. Mätningarna gjordes i en besättning med mjölkkor under två stallperioder vintern 2008/2009 och vintern 2009/2010.

Studier av kors rörelseaktivitet

Flera studier har visat att kors aktivitet när det gäller stå- och liggstider och antal resnings- eller läggningsrörelser förändras i samband med brunst, kalvning och övriga förändringar av hälsotillståndet.

I ett försök med 15 kor visade Maltz och Antler (2007) att djuren tog fler steg samt uppträdde mera rastlöst (uppmätt som minskad liggstid) från och med 24 timmar innan kalvning. Korna i studien var utrustade med sensorer som registrerade antal steg, liggstid samt antalet läggningsstillfällen per dygn. Mätningarna påbörjades ca 10 dagar innan förväntat kalvningsdatum.

En studie av dräktiga djur innan förestående kalvning (Huzzey *et al.* 2004) visade att djuren ca två dygn innan kalvning började bete sig oroligt, att antalet resningstillfällen kraftigt ökade, samt att antalet resningar snabbt avtog efter kalvningen. Antalet resningstillfällen per dygn på kalvningsdagen ökade till 22 mot normalt 12 under perioden före kalvning.

I en studie på tre gårdar i Florida studerades rörelsemönstret hos 1445 mjölkkor under en treårsperiod (Edwards och Tozer 2004). Varje ko var försedd med en pedometer som registrerade antalet steg som kon tog. I försöket ville man undersöka om förändringar i kornas rörelsemönster kunde vara indikationer på sjukdomar. Man fann att en ökning av aktiviteten uppstod för acetonemi, omvriden löpmage eller matsmältningsproblem ca åtta dagar innan sjukdomarna kunde diagnostiseras på vanligt sätt. Däremot visade det sig att för de flesta andra sjukdomar så minskade kons aktivitet före sjukdomsutbrottet.

Hur kons aktivitet påverkas av klövhälsan studerades av Galindo och Broom (2002). I en jämförande studie av 10 halta kor med 10 friska kor fann man att halta kor låg ner under längre tidsintervaller än friska kor. Dessutom minskade troligen även foderintaget då de halta korna hade betydligt kortare ättid per dygn än de friska korna. Förhållandet att halta kor ligger ner i större utsträckning än friska kor bekräftas även i en studie av Juarez *et al.* (2003).

Haley *et al.* (2000) studerade i ett jämförande försök två olika inhysningsformer ur komfortsynpunkt för mjölkkor. Dels uppbundna kor på båspall av betong och dels lösgående kor i rymlig box med madrass. I den mer komfortabla boxen var den totala liggtiden per dygn längre och antalet resnings- och läggningsrörelser fler. Hur djuren trivs i sin omgivning visas av kons rörelsemönster och liggbeteende som på så sätt kan användas för bedömningar om komfort.

Syfte

Projektet syftade till att utvärdera den av JTI framtagna utrustningen med stå- och liggensensorer i en mjölkkobesättning. Finns det information i uppgifterna som sensorerna registrerade som kan användas för att på ett någorlunda säkert sätt kunna förutsäga när kon ska kalva.

Metod

Djur

Den valda försöksgården har en besättning på 65 mjölkande kor i en varm lösdrift med AMS (automatiskt mjölkningssystem) med en mjölkningsstation. Kotrafiken är styrd. Liggavdelningen består av liggbås med gummimatta. Båsen strös två gånger per dag med hackad halm. Gångar vid foderbord är försedda med gummimattor. Övriga gångar har spaltgolv eller är betonggolv med gödselskrapor. Utfodring sker 5 gånger per dag från klockan 08 till 21 med bandfoderfordelare. Kalvningarna sker normalt i kalvningsboxar dit korna flyttas strax före kalvning. Besättningen består av 45 procent SRB-kor, 45 procent SLB och 10 procent Jersey.

Tabell 1 visar de kor som ingick i studien. För tre kor blev mätperioden före kalvning under 10 dygn och de har därför utgått ur studien vid sammanställning av resultaten. En sensor slutade att fungera under försöket varför dessa uppgifter inte finns med i slutbearbetningen.

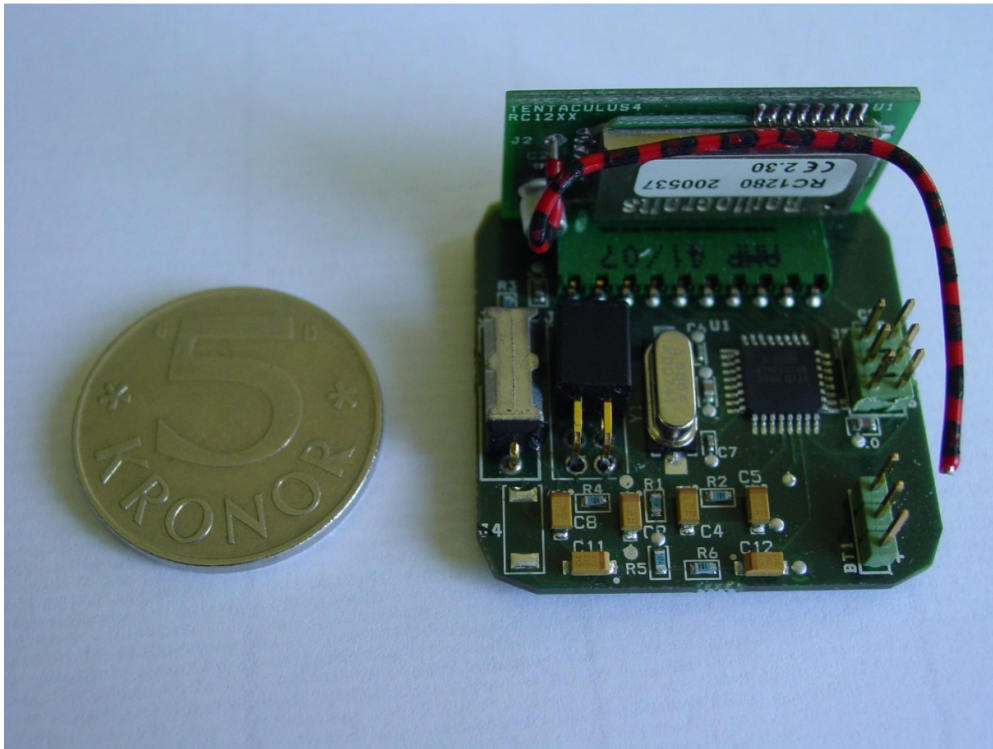
Tabell 1. Data för de mjölkkor som har deltagit i studien.

Ko nr	Födelsedatum	Kalvat	Mätperiod	Kommentar
666	2005-07-13	2008-11-03 kl 18.23	2008-10-30 – 2008-11-13	Utgått
679	2005-10-18	2009-02-06 kl 06	2009-01-20 – 2009-02-14	
690	2006-04-30	2008-10-15 kl 05	2008-10-07 – 2008-11-01	Utgått
701	2006-07-27	2008-12-12 kl 09	2008-11-26 – 2008-12-12	Utgått pga trasig sensor
707	2006-09-20	2009-02-08 kl 02	2009-01-20 – 2009-02-13	
708	2006-09-21	2008-11-11 kl 02	2008-10-30 – 2008-11-26	
709	2006-09-22	2008-10-13 kl 19	2008-10-07 – 2008-10-30	Utgått
716	2006-11-02	2008-12-01 kl 13.30	2008-11-13 – 2008-12-11	
719	2007-01-17	2009-02-03 kl 14.15	2009-01-20 – 2009-02-13	
667	2005-07-15	2009-11-21 kl 17	2009-10-27 – 2009-12-30	
669	2005-07-14	2009-11-14 kl 11	2009-10-27 – 2009-12-30	
699	2006-07-07	2009-11-17 kl 11	2009-10-26 – 2010-01-23	
720	2007-02-11	2009-11-18 kl 21	2009-10-27 – 2009-12-30	
737	2007-09-24	2009-11-29 kl 09	2009-10-26 – 2009-12-30	

Sensorutrustning

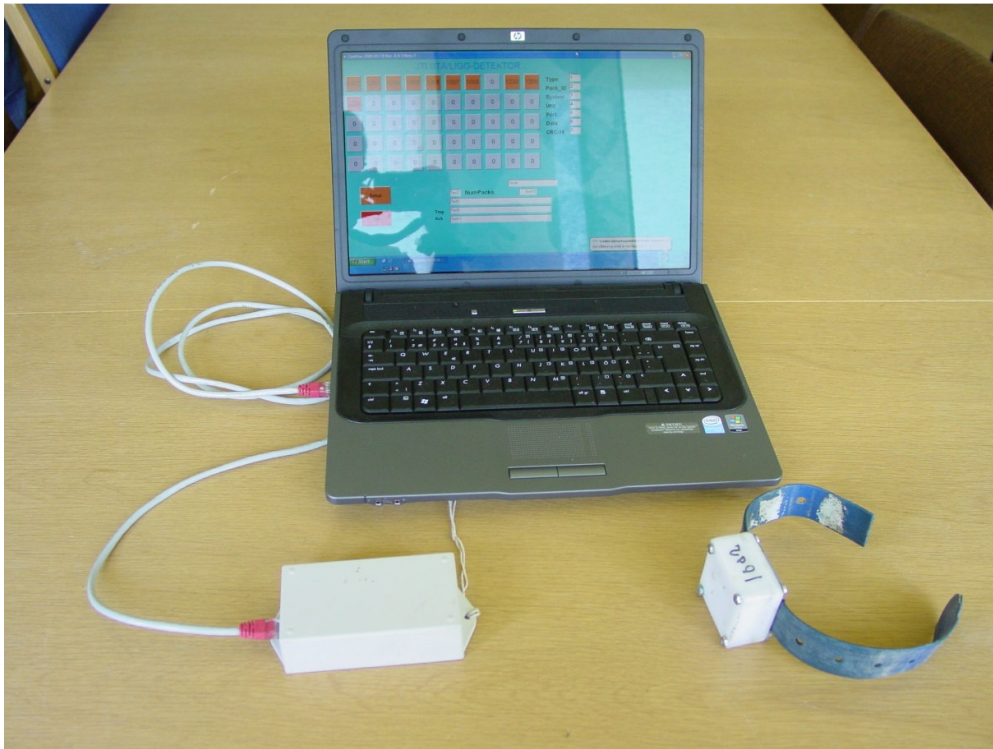
Den utrustning för registrering av nötkreaturs rörelsemönster med stå- och liggsensorer som har använts i denna studie har utvecklats på JTI. Samma utrustning har även använts tidigare i andra pilotstudier på både mjölkkor (Gustafsson 2007) och dikor (Denker 2010).

Stå- och liggsensorn består av en elektronisk krets som är innesluten i ett tåligt plasthölje. Den sätts fast på bakbenet på det djur som ska studeras med ett plastband. Sensorn fungerar bäst om den placeras på bakbenet eftersom vinkeln på kons bakben när hon ligger ner blir i stort sett densamma oberoende hur hon lägger benet. Den elektroniska sensorkretsen består av en lägesgivare, en radiosändare och ett batteri för strömförsörjning monterade på ett kretskort. I utrustningen ingår även en radiomottagare som tar emot signalerna från sensorn samt en dator med ett program för att lagra och bearbeta insamlade data.



Figur 1. Kretskortet i sensorn

När kon ändrar läge från stående till liggande eller omvänt, skickas automatiskt en radiosignal med uppgift om sensoridentitet och om kon reser sig eller lägger sig. Signalen fångas upp av radiomottagaren om den finns inom räckvidden som är ungefär 150 meter. Datorn lagrar sedan uppgifterna i signalen som en "händelse" i en tabell med uppgift om tidpunkten. För varje sensor (eller ko) kan sedan loggfiler hämtas där alla uppgifter finns lagrade. Loggfilerna skapas i textformat och kan enkelt exporteras till EXCEL för vidarebearbetning.



Figur 2. Sensor med monteringsband, radiomottagare och dator.

Mätvärden

De data som sensorerna skickar till radiomottagaren samlas in av datorn och lagras i en textfil med uppgift om sensor, datum, tidpunkt och rörelse (resning/läggning) i kodad form. Tabell ZZ visar ett exempel på uppgifter i textfilen.

Tabell 2. Lagrade data från stå-/liggsensor i textformat.

8	2008-11-27	21:56:58	0
8	2008-11-27	22:33:20	1
8	2008-11-28	01:19:56	0
8	2008-11-28	01:29:29	1
8	2008-11-28	02:41:05	0
8	2008-11-28	02:45:55	1
8	2008-11-28	05:37:15	0
8	2008-11-28	05:40:37	1
8	2008-11-28	07:28:57	0
8	2008-11-28	07:38:08	1
8	2008-11-28	07:46:40	0

Programvaran till sensorutrustningen tar även fram bearbetade utdata som presenteras i tabellform. Dessa uppgifter beräknas som summeringar eller medelvärden för varje timme som sensorn används. Nedanstående tabell redovisar de värden som beräknas.

Tabell 3. Värden som räknas fram av sensorsystemet.

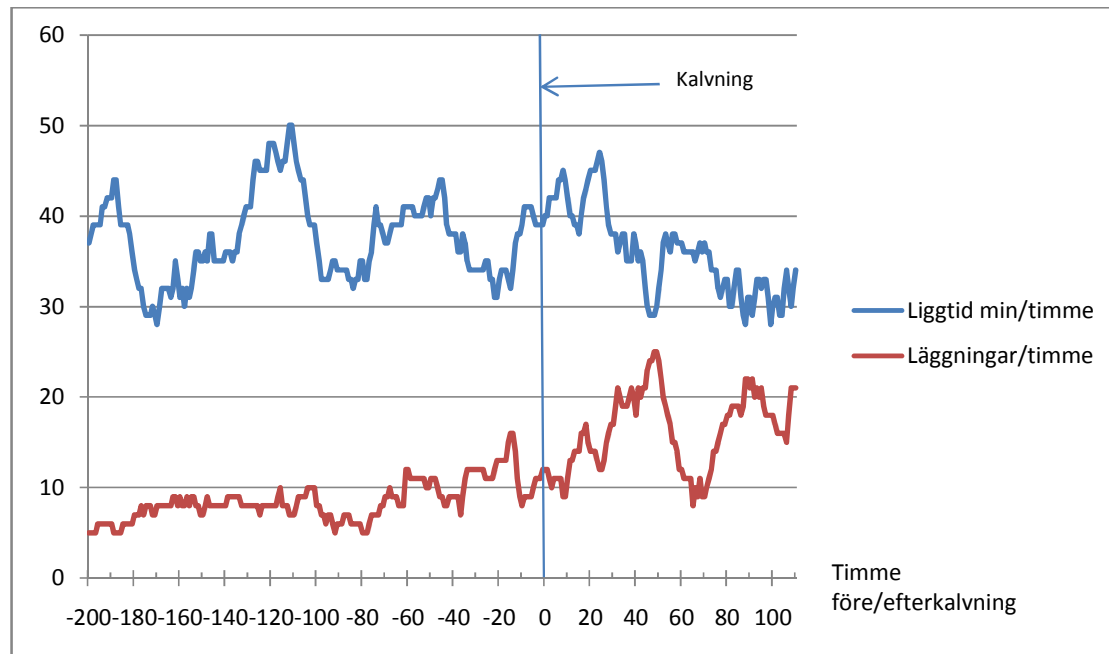
Värde	Beskrivning
Liggtid (LayMinutes/h)	Summa liggtid (=tid mellan läggning och resning) i minuter per klocktimme
Läggningar (LayDowns/h)	Sammanlagt antal läggningar per klocktimme
Liggtid 6 tim (TbLT1 6h)	Rullande medelvärde av summa liggtid för de senaste 6 timmarna
Liggtid 24 timmar (TbLT2 24h)	Rullande medelvärde av summa liggtid för de senaste 24 timmarna
Läggningar 24 timmar (TbLB 24h)	Rullande medelvärde av sammanlagt antal läggningar för de senaste 24 timmarna

Nedanstående tabell visar ett exempel på de uppgifter som sensorsystemet räknade fram om liggtider med mera från en ko i försöket.

Tabell 4. Exempel på beräknade liggtidsvärden.

Time	LayMinutes /h	LayDowns /h	TbLT1 6h	TbLT2 24h	TbLB1 24h
10-26-2009 00:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 01:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 02:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 03:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 04:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 05:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 06:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 07:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 08:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 09:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 10:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 11:00	0	0	0	0	0
10-27-2009 12:00	4	6	0	0	6
10-27-2009 13:00	32	1	6	2	7
10-27-2009 14:00	48	1	14	5	8
10-27-2009 15:00	30	0	19	7	8
10-27-2009 16:00	0	0	19	6	8
10-27-2009 17:00	1	1	19	6	9
10-27-2009 18:00	30	1	23	7	10
10-27-2009 19:00	60	0	28	10	10
10-27-2009 20:00	51	1	28	12	11
10-27-2009 21:00	33	0	29	13	11
10-27-2009 22:00	60	1	39	15	12

Ytterligare bearbetning av data från försöket kan göras genom att importera utdatafilerna till EXCEL. Nedanstående exempel visar diagram med Liggtid 24 timmar och läggningar 24 timmar på y-axeln och timmar före och efter kalvning på x-axeln. Timme 0 är den timme då kon kalvade.



Figur 3. Liggtid och antal läggningar som 24 timmars medelvärden för ko 679.

Divergenstal

En ytterligare bearbetning av insamlade data har gjorts genom att beräkna ett så kallat divergenstal. Talet tas fram genom att beräkna två komponenter. Den första komponenten består av skillnaden mellan 24 timmarsmedelvärdet för liggtiden för det senaste dygnet och motsvarande liggtid för dygnet innan. Den andra komponenten består av det framräknade divergenstalet för det föregående dygnet multiplicerad med en konstant. Värdet på konstanten har satts till 0,6. De båda komponenterna summeras och bildar divergenstalet.

Divergenstalet kommer på så sätt att beskriva hur liggtiden (medelvärdet för 24 timmar) vid en viss tid förhåller sig till motsvarande liggtid tidigare dygn där värdet för det senaste dygnet har störst betydelse.

Beräkningen av divergenstalet sker enligt följande formel:

$$Z_{m,n} = y_{m,n} - y_{m-1,n} + k * Z_{m-1,n}$$

$Z_{m,n}$ Divergenstalet för dag m vid tiden n

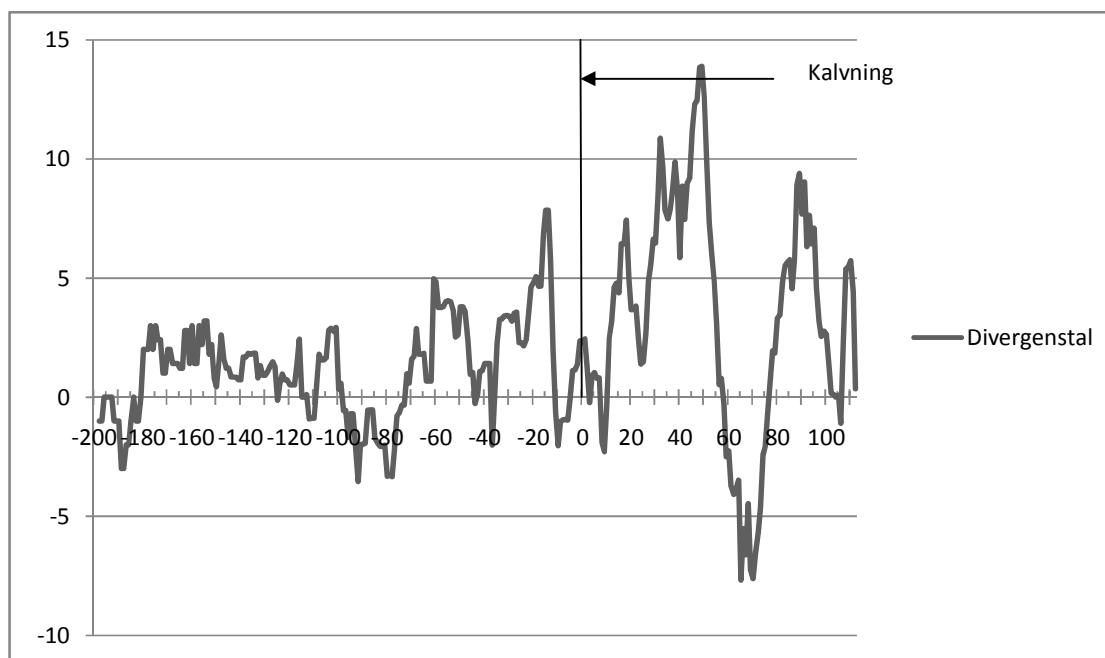
$Y_{m,n}$ Liggtid (rullande 24 timmars medelvärde) i minuter per timme för dag m vid tiden n

$Y_{m-1,n}$ Liggtid (rullande 24 timmars medelvärde) i minuter per timme föregående dygn vid tiden n

k Konstant (=0,6)

$Z_{m-1,n}$ Divergenstalet för liggtid föregående dygn vid tiden n

Diagram med divergenstalen som funktion av tiden före och efter kalvning har tagits fram för de kor som ingick i försöket. Nedanstående figur visar divergensvärden för ko 679. Diagram för övriga kor redovisas i bilaga 1.



Figur 4. Liggbeteende för ko 679.

Resultat

Den tekniska utrustningen fungerade i stort sett bra under försöket. En sensor slutade att leverera mätdata under försökets gång vilket ledde till bortfall av en del data. Övriga sensorer fungerade utan anmärkning.

Insamlade data tyder i vissa fall på att det finns ett visst ”brus” i signalerna från sensorerna. Bruset visar sig som om flera läggningar och resningar har utförts under kort tid ofta inom en minut. Bortfiltrering av dessa signaler skulle kunna öka sensorernas tillförlitlighet när det gäller att indikera resnings- och läggingsrörelser. När det gäller liggtider har brusets betydelse eftersom felet i tidsberäkningen blir så litet. De data som levererades från sensorutrustning kunde utan större kompletteringar eller bearbetningar direkt användas för att analysera liggtider och liggbeteende.

Vid utvärderingen av sensorsystemet har liggtider, läggingsrörelser och divergenstal använts. För att ”stabilisera” de använda värdena har som indata använts rullande medelvärden som beräkningsgrund. Som bas för den beräkningen har 24 timmar valts. En kortare tidsperiod ger mer varierade värden och gör att trender under en längre tid blir svårare att se.

Vid beräkningen av divergenstalet har som konstanten k använts 0,6. Värdet på konstanten avgör hur mycket divergensen under tidigare dygn ska vägas in i beräkningen.

Det ökade antal läggings- och resningsrörelser samt den minskade liggtiden som uppträder strax före kalvning framträder tydligt i flera av de diagram som redovisar divergenstalet som dalar i kurvan timmarna före kalvning.

Diskussion

Den använda sensorutrustningen har med ganska enkla medel kunnat leverera intressant information om rörelsemönster hos mjölkkor i samband med kalvning. För att utrustningen ska kunna få en användning under praktiska förhållanden behöver tekniken utvecklas på några punkter. En utveckling av sensorerna för att i större grad eliminera brus skulle öka tillförlitligheten. För att sensorutrustningen ska kunna användas som ett hjälpmedel under praktiska förhållanden krävs även att de uppgifter som systemet levererar kan bearbetas på ett sådant sätt att informationen blir lätt tillgänglig. Förmodligen behövs en funktion där en individanpassning av utvärderingsmodellen är möjlig att göra efter varje enskild kos förutsättningar med tanke på de skillnader som i praktiken finns mellan olika individer.

Litteratur

- Denker, A. 2010. Prövning av liggtidssensorer som indikator på förestående kalvning hos dikor. JTI rapport nr 394. www.jti.se
- 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 liggtider 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.
- 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.

Bilaga 1

Komplettering kommer i den slutliga versionen med figurer med diagram för övriga kor.