

Automatiska registreringar i lösdriftsstallar som indikatorer på begynnande hälsoproblem - Slutrapport

Inledning

För att effektivisera arbetet i stora besättningar är det önskvärt att all information om den enskilda kon som automatiskt registreras i en besättning kan användas. Projektet syftar till att från kontinuerligt registrerade data identifiera beteendeförändringar som separat eller tillsammans med registreringar i samband med mjölkning, kan användas för att hos mjölkkor i lösdriфтsystem detektera en ökad risk för sjukdom.

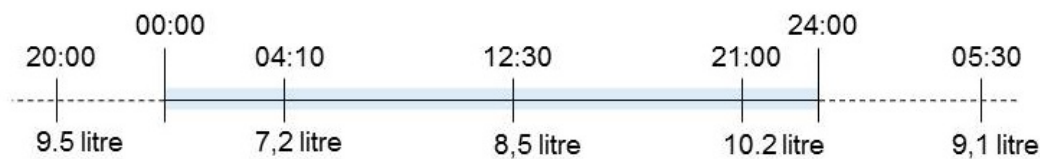
Målet är att i lösdriфтbesättningar hitta djur som löper ökad risk för att utveckla sjukdomar (s.k. Early warning) och för att direkt kunna urskilja dessa. Detta kan följaktligen resultera i att åtgärder, som minskar risken för att en sjukdom eller en eventuell skada förvärras eller sprids, kan sättas in i ett tidigare skede än som sker idag. Resultatet av ett sådant system kan bidra till att minska risken för att djuret utsätts för onödigt lidande eller slås ut i förtid, samt att de ekonomiska förlusterna minimeras.

Material och metoder

Under våren 2008 påbörjades analys av mjölkproduktionsdata, insamlat från kor i SLU:s forskningsanläggning på Kungsängen. Data samlades från den automatiska mjölkningsanläggningen (Delaval VMS™), med avseende på enskilda kors mjölmängd vid varje mjölkningstillfälle, mjölkningsintervall och mjölkningsfrekvens. Avsikten var att ta fram en modell som beskriver daglig variation i producerad mjölk i ett system med automatisk mjölkning där mjölkningen sker med varierande mjölkningsintervall. Data från 107 kor vid Kungsängens forskningscentrum under perioden maj 2005 – december 2007, total 160 laktationer (48 förstagångskalvara och 112 multigångskalvara) och 84 709 laktationsdagar användas i den matematiska modellen. Tre olika matematiska metoder för att estimerar den dagliga mjölkproduktionen utifrån mjölkningsdata användes för att statistiskt bestämma vilken beräkningsmodell som resulterade i den minsta dagliga variationen i förhållande till tidigare vetenskapliga validerade laktationsmodeller:

- I. (enkel) definierades som summan av mjölkningarna från midnatt till midnatt.
- II. (semi avancerad) definierades som medelvärdet producerad mjölk per timme under en dag multiplicerad med 24 h. Producerad mjölk per timme beräknades som ett medelvärde av varje mjölkning under dagen delat med tiden sedan föregående mjölkning.
- III. (avancerad) definierades som summan mjölk producerad från midnatt till första mjölkningen, från första till sista mjölkningen under en dag, och från sista mjölkningen till midnatt. Mjölk producerad från midnatt till första mjölkning och från sista mjölkning till påföljande midnatt beräknades med linjär interpolation i förhållande till den sista mjölkningen dagen innan resp. den första mjölkningen dagen efter.

I figur 1 visas en fiktiv beräkning av en estimerad daglig mjölkproduktion, i enlighet med de tre beräkningsmodellerna ovan, för en ko som mjölkas i ett automatiskt mjölkningssystem.



- I. $7.2 + 8.5 + 10.2 = \underline{25.9 \text{ litre}}$
- II. $7.2/\text{diff } 20:00 - 04:10 = 0.89 \text{ litre/timme}$
 $8.5/\text{diff } 04:10 - 12:30 = 0.99 \text{ litre/timme}$
 $10.2/\text{diff } 12:30 - 21:00 = 1.2 \text{ litre/timme}$
 $(0.89 + 0.99 + 1.2)/3 * 24 \text{ timmar} = \underline{24.6 \text{ litre}}$
- III. $7.2/\text{diff } 20:00 - 04:10 * 4.1 = 3.64 \text{ litre}$
 $8.5 + 10.2 = 18.7 \text{ litre}$
 $9.1/\text{diff } 21:00 - 05:30 * 3 = 3.15 \text{ litre}$
 $3.64 + 18.7 + 3.15 = \underline{25.5 \text{ litre}}$

Figur 1: Exempel på beräkningar av en fiktiv dags mjölkproduktion ut ifrån de 3 olika beräkningsmetoder som användes i denna studie.

Resultatet från denna studie bearbetades under våren 2009 och publicerades i Journal of Dairy Science 2010 (Nielsen et al., 2010). Slutsatsen från dessa beräkningar är att modell III är den mest användbara för att skatta daglig mjölkproduktion.

Den beskrivna beräkningsmetoden III enligt ovan, användes i det fortsatta arbetet, där vi har studerat hur individuella avvikelser i avkastning och beteende i förhållande till förväntad avkastning skulle kunna användas för att på ett tidigt stadium identifiera djur som löper risk att utveckla sjukdom. En statistisk modell för detektering av avvikelser från den enskilda kons förväntade dygnsavkastning har skapats. Det använda ko-data är det samma som användas vid den ovanför beskrivna uträkning av de olika beräkningsmetoderna. I den studerade gruppen har förts dagliga sjukdoms- och brunstregistreringar. Kor med synbara tecken på mastit eller rörelsestörning har omgående flyttats ut ur gruppen för behandling.

Modellen jobbar stegvis framåt i laktationen och med olika konfidensintervall (kvantil) beräknas avvikelsen i daglig mjölkavkastning från den förväntade avkastningen. Den förväntade avkastningen är skattad med utgångspunkt från resultaten i den publicerade artikeln (Nielsen et al., 2010) för alternativ III ovan, och den enskilda kons värden på de olika parametrarna i funktionen enligt Wilmink (1987) enligt följande:

$$Y_{kt} = a_k + b_k t + c_k e^{-0.05t} + d_k t^2 + e_{kt}$$

där Y_{kt} = förväntad mjölmängd enl. metod $k=III$, t =laktationsdag, a_k , b_k , c_k och d_k är enskilda kors parametrar för laktationskurvans form, och feltermen e_{kt} antas normalfördelad med medelvärdet 0 och variansen τ_k^2 , $k=III$. Effekten $d_k t^2$ utgår ur modellen från och med andra laktationen.

De hälsostörningar som studerats i detta projekt är klinisk mastit, rörelsestörningar och foderleda. I materialet fanns 131, 121, och 50 tillfällen då ett nytt fall av mastit, rörelsestörning resp. foderleda observerats i djurgruppen. För alla laktationsdagar då hälsostörning inte observerats har korna betraktats som friska med avseende på de studerade störningarna. Eftersom brunst ofta medför beteendeförändringar hos en ko, har även effekten av brunst studerats i projektet. Den ev. förändringen av dygnsavkastningen i samband med brunst har visat sig ligga inom den normala variationen för förväntad avkastning och därmed inte påverkat analysen.

Resultat

Modellens känslighet är testad mot hela materialet för att fastställa frekvensen falsklarm, dvs. antalet larm som modellen utlöser för friska djuren. Utifrån de kända fallen av hälsostörning har andelen sanna och falska larm beräknats. Hälsostörningen har noterats av stallpersonalen, och noteringen har skett dag 0. I de följande figurerna redovisas andelen sanna och falska larm för 1-7 dagar före dag 0.

I figurerna är antalet larm visade med heldragna linjer resp. risken för falsklarm för de olika kvantilerna (5, 10, 15, 20 och 25 %) visade med streckade linjer. Risken för falsklarm är beräknad som antalet falska larm delat med det totala antalet observationer (84709 laktationsdagar).

Tabell 1: Risken för falsklarm för resp. kvantil.

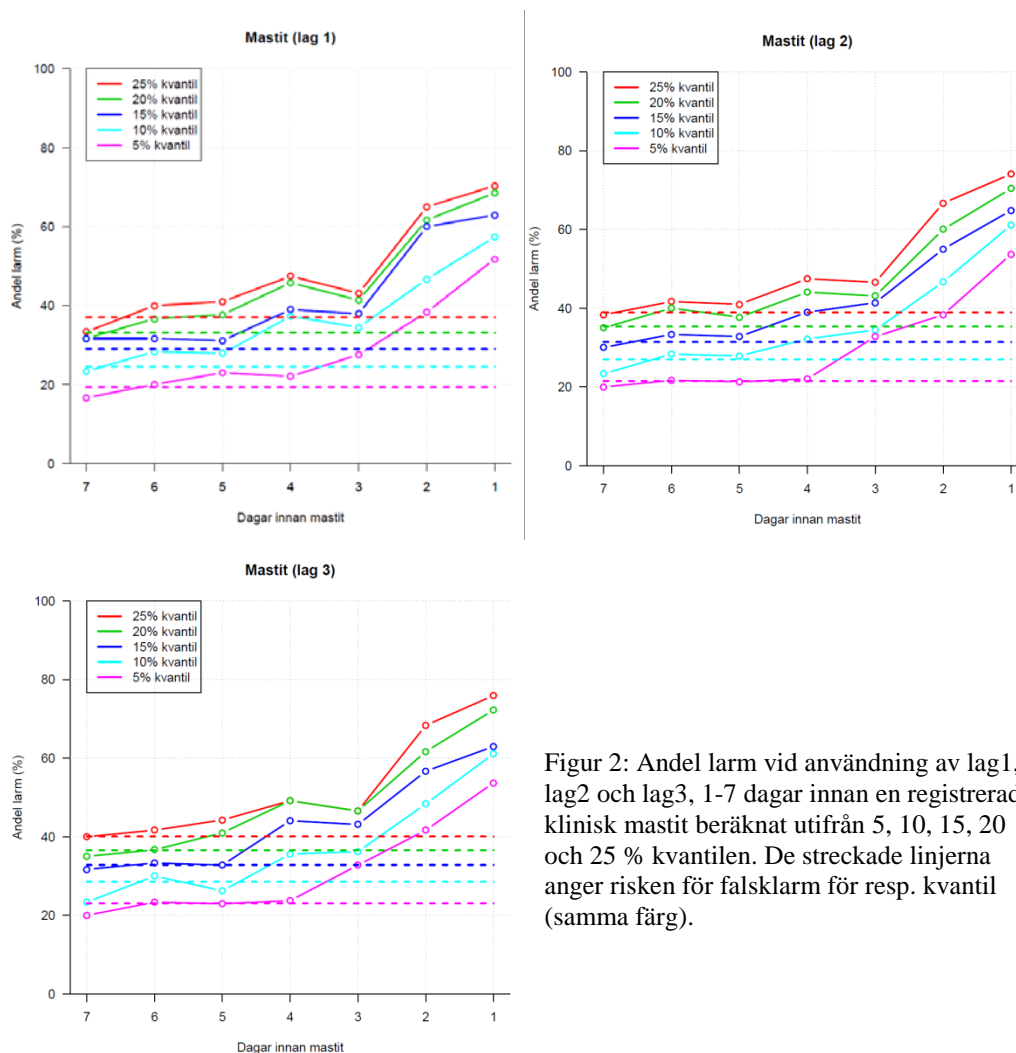
Totalt	25 %	20 %	15 %	10 %	5 %
84709	31358	28031	24555	20778	16374
Risk för falsklarm	37,0%	33,1%	29,0%	24,5%	19,3%

Klinisk mastit

Andelen sanna och falska larm för diagnosen mastit vid en viss laktationsdag och skillnaden mellan denna och föregående dags mjölkproduktion (lag1), mjölkproduktionen för två dagar sedan (lag2) eller mjölkproduktionen för tre dagar sedan (lag3) för prediktion är visat i figur 2. Utifrån dessa resultat, baserat på Kungsängenmaterialet, kan vi beräkna andelen sanna och falska larm. Om vi använder lag1-observationen för uträkning av prediktionen för 5 % kvantilen och antar att i en besättning med 100 kor och 10 nya tillfällen av mastit per dag (10 %) så får vi 100 kor x 0.19 (risk för falsklarm) dvs. 19 falska larm per dag. Därutöver får vi för 100 kor x 0.1 (nya tillfällen) x 0.5 (prediktionsgrad) dvs. 5 sanna larm per dag. Vi missar 5 sjuka kor och har samtidigt 24 larm som ska tas i beaktning av lantbrukaren. Om modellen

hade varit perfekt skulle den t.ex. ha gett 5 % falska larm för 5 % kvantilen men ger alltså 19 % falska larm.

Om vi räknar på samma sätt utifrån 25 % kvantilen, dvs. vi söker inom ett större variationsområde, så får vi i stället 37 falska larm per dag för en besättning med 100 kor och 7 sanna larm. På detta sätt upptäcker modellen fler sjuka djur men ”kostnaden” för detta är att de falska larmen nästan dubblas. Resultaten för 10, 15 och 20 % kvantilen ligger emellan 5 och 25 % kvantilen och resultaten ändras inte väsentligt om man använder lag2- eller lag3-observationerna för prediktionen.

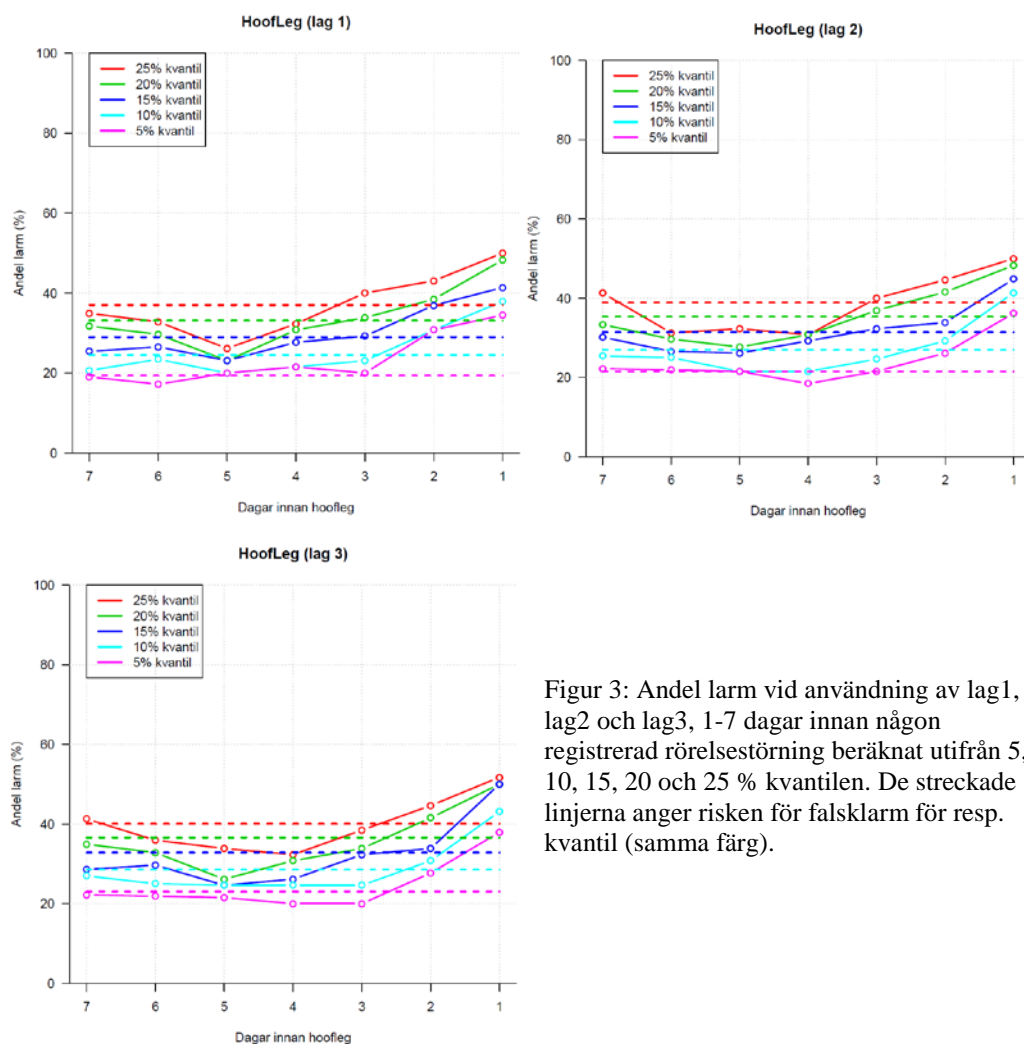


Figur 2: Andel larm vid användning av lag1, lag2 och lag3, 1-7 dagar innan en registrerad klinisk mastit beräknat utifrån 5, 10, 15, 20 och 25 % kvantilen. De streckade linjerna anger risken för falsklarm för resp. kvantil (samma färg).

Rörelsestörning

Andelen sanna och falska larm för diagnosen rörelsestörningar vid en viss laktationsdag och skillnaden mellan denna och föregående dags mjölkproduktion (lag1), mjölkproduktionen för två dagar sedan (lag2) eller mjölkproduktionen för tre dagar sedan (lag3) för prediktion är visat i figur 3. Om vi igen ser på 5 % kvantilen och lag1 så får vi också här en andel på 19 % av antalet kor som falska larm varje dag och vi får ett sant larm på 34 % av de sjuka, vilket betyder att vi missar 2/3 av de sjuka korna. Med 25 % kvantilen upptäcker modellen ca 50 %

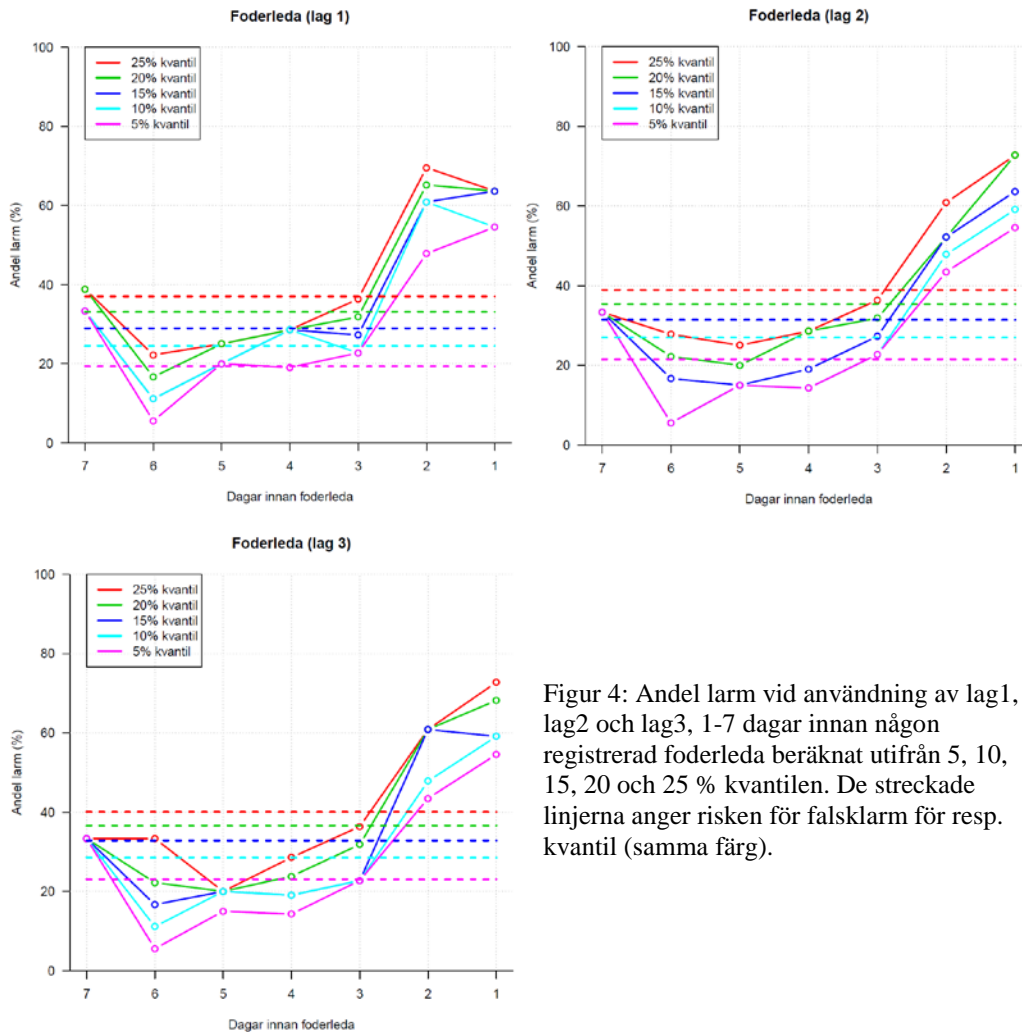
av de sjuka djur men den ger också 37 % falska larm. Resultaten för 10, 15 och 20 % kvantilen ligger emellan 5 och 25 % kvantilen och resultaten ändras här heller inte väsentligt om man använder lag2 eller lag3 observationerna för prediktionen.



Figur 3: Andel larm vid användning av lag1, lag2 och lag3, 1-7 dagar innan någon registrerad rörelsestörning beräknat utifrån 5, 10, 15, 20 och 25 % kvantilen. De streckade linjerna anger risken för falsklarm för resp. kvantil (samma färg).

Foderleda

Andelen sanna och falska larm för diagnosen foderleda vid en viss laktationsdag och skillnaden mellan denna och föregående dags mjölkproduktion (lag1), mjölkproduktionen för två dagar sedan (lag2) eller mjölkproduktionen för tre dagar sedan (lag3) för prediktion är visat i figur 4. Om vi åter igen ser på 5 % kvantilen och lag1 så får vi också här en andel på 19 % av antalet kor som falska larm varje dag men här får vi ett sant larm på 55 % av de sjuka, vilket betyder att vi detekterar hälften av de sjuka korna. Med 25 % kvantilen upptäcker modellen ca 64 % av de sjuka djur men den ger också 37 % falska larm. Resultaten för 10, 15 och 20 % kvantilen ligger emellan 5 och 25 % kvantilen och resultaten ändras här heller inte väsentligt om man använder lag2 eller lag3 observationerna för prediktionen förutom 20 och 25 % kvantilen för lag2 och lag3 som ger en detekteringsgrad mellan 68 – 73 %.



Figur 4: Andel larm vid användning av lag1, lag2 och lag3, 1-7 dagar innan någon registrerad foderleda beräknat utifrån 5, 10, 15, 20 och 25 % kvantilen. De streckade linjerna anger risken för falsklarm för resp. kvantil (samma färg).

Diskussion

I ett automatiskt mjölkningssystem är det viktigt att ha ett signalsystem avsett att informera brukaren om att det föreligger risk för att ett enskilt djur kommer att bli, eller är sjukt, som innehåller så korrekt information som möjligt. I detta projekt har vi studerat om det är möjligt att använda information om avvikelser i den enskilda kons normala mjölkproduktion som indikator för djurens hälsostatus. Systemet måste ha hög säkerhet. Av figurerna 2-4 framgår att den använda metoden ger hög frekvens falska larm vad avser klinisk mastit och rörelsestörningar, samtidigt som andelen larm för verkligt sjuka är låg. Vad avser foderleda är resultatet något bättre, mer än hälften av de verkligt sjuka avslöjas och andelen falska larm är under 20 % när man använder 5 % kvantilen.

Tyvärr måste alltså konstateras att metoden att beräkna förväntad mjölkproduktion med hjälp av funktionsskattning för enskilda kor inte verkar vara en framkomlig väg, åtminstone inte utifrån resultaten i detta projekt. I det använda materialet har dag till dag variationen i enskilda kors mjölkavkastning varit för stor och effekten av en hälsostörning har varit för liten för att medge att en statistisk modell kan användas med gott resultat. En orsak till detta kan vara de skötselrutiner som tillämpades för den aktuella djurgruppen. Så fort som

personalen observerade en begynnande mastit med hjälp av befintlig celltalsräknare, eller en rörelsestörning kontrollerades kon och flyttades i de flesta fall ut ur gruppen. Därmed försvann förändringen i mjölkavkastning ur tillgängligt datamaterial och vi kunde inte verifiera den. För foderleda, däremot erhöles lägre andel falsklarm och vi kunde återfinna en högre andel avslöjade sjukdomsfall. Foderleda är också svårare att upptäcka vid en okulär besiktning av enskilda kor i en djurgrupp. Detta tyder på att det skulle vara intressant att utvärdera metoden i en lösdriftsbesättning med mindre strikta skötselregler för hantering av hälsostörningar än de som varit fallet i Kungsängens försöksbesättning.

Slutsats

Projektet har visat att en statistisk modell baserad på funktionsskattning för enskilda kors mjölkavkastning inte är en framkomlig väg för att ge en brukare tidig information om att en ko riskerar att bli sjuk. Åtminstone fungerar det inte när datamaterialet är hämtat från en försöksbesättning med noggranna instruktioner om hantering av sjuka djur och snabb behandling. Vi kan därför inte utesluta att om datamaterialet istället hade hämtats från en kommersiell besättning med mindre möjlighet att flytta bort sjuka kor från gruppen, att en statistisk modell av det slag som testats i projektet faktiskt kunnat ge ett annat resultat.

Referenser

- Nielsen, P.P., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K.M., Norell, L., 2010. Technical note: Variation in daily milk yield calculations for dairy cows milked in an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 93, 1069-1073.
- Wilmink, J.B.M., 1987. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livest. Prod. Sci.* 16, 335-348.