

**Rörelsemönster och golvrenhet på två olika slags spaltgolv i
lösdrift för mjölkcor**

*Locomotion and floor cleanliness on two types of slatted floors in
loose housing for dairy cows*

Carina Rosbacke

Handledare
Jan Hultgren
Inst. för husdjurens miljö och hälsa

Bitr. handledare
Christer Bergsten
Evgenij Telezhenko
Inst. för husdjurens miljö och hälsa

Examensarbete 2003:49
Veterinärprogrammet
Veterinärmedicinska fakulteten
SLU
ISSN 1650-7045
Uppsala 2003

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Abstract	6
Inledning	7
Syfte	9
Material och metoder	10
Stallmiljö och djurskötsel	10
Insamling och bearbetning av data	12
Rörelsemönster	12
Renhet	14
Klövhälsa	14
Resultat	16
Rörelsemönster	16
Renhet	17
Klövhälsa	19
Diskussion och slutsatser	20
Rörelsemönster	20
Renhet	21
Klövhälsa	22
Tack	24
Referenser	25

Sammanfattning

I Sverige är ca 80 % av mjölkorna uppbundna, men trenden går alltmer mot olika former av lösdriftssystem eftersom det är mer ekonomiskt fördelaktigt. Golvets utformning spelar stor roll för kornas välfärd. Av tradition är den vanligaste typen av golv i gångarna i liggbåsstallar ett gödseldrainerande spaltgolv gjort av betong. Det typiska svenska utförandet är med 125 mm breda stavelement och maximalt 40 mm breda spaltöppningar. Med alltför vida spaltöppningar ökar risken för klövskador vid hastiga rörelser. Dessutom får klövarna ett alltför litet understöd och skador kan uppstå till följd av felbelastningen. Ett alltför smutsigt golv gör att de hygienrelaterade klövsjukdomarna, främst eksem och klövröta, ökar och i grava fall till och med kan göra kon halt. Tidigare försök har visat att man genom att minska spaltvidden från 40 till 30 mm kan bibehålla gott dränage. Detta ökar dessutom klövarnas understöd och minskar således risken för traumatiska skador.

Syftet med föreliggande studie var att i ett fullskaleexperiment testa ett modifierat spaltgolv av betong (100 mm stavbredd och 30 mm spaltvidd) genom att jämföra det med ett konventionellt spaltgolv (125/40 mm) med avseende på kornas rörelsemönster och golvets renhet. Försöket utfördes i en bruksbesättning i ett liggbåsstall med två avdelningar av samma storlek och utförande. I början av betesperioden, ca 4 månader före installation och gruppering, lades det nya spaltgolvet in i gången i den ena avdelningens liggbåsdel. Med undantag av golvtypen var de två avdelningarna likvärdiga vad gäller stallutförande och skötsel. Alla kor var av SLB-ras och fördelades slumpmässigt mellan de två avdelningarna vid installation.

En testbana iordningställdes i gången i var och en av avdelningarna. Golvet täcktes med en blandning av kalk och gödsel, varefter en ko åt gången fick passera och tiden noterades. Från fotavtrycken uppmättes steglängd, dubbelsteglängd, stegvinkel, övertramp och abduktion. Asymmetri (absolut differens mellan vänster och höger steglängd) och medelhastighet beräknades. Var och en av de sju utkomsterna analyserades med hjälp av en sk 'mixed random-intercept'-modell, med golvtyp som enda 'fixed effect' och koidentitet som 'random effect'. Golvets renhet studerades genom att samla in och väga gödseln ovanpå stavarna i sex 60 x 80 cm provrutor i varje avdelning, dels före rengöring och dels 1, 2, 4 och 8 dygn efter rengöring (ny rengöring för varje mätning). Tre provtytor placerades mitt i gången och tre intill kanten, bakom liggbåsen. Gödselmängden analyserades med hjälp av multipel regression, med golvtyp, placering i gången, interaktionen mellan golv och placering samt tidpunkt (1, 2, ≥ 4 dagar) som kategoriska variabler i modellen.

Korna hade längre steg (+2,7 cm, $P=0,006$) och dubbelsteg (+4,5 cm, $P=0,002$) och i kanten av gången var mängden gödsel mindre (-464 g, $P=0,001$) på det modifierade golvet än på det konventionella. Gödselmängden ökade med tiden. Jag konkluderar att korna får ett något förändrat rörelsemönster på ett 100/30 mm spaltgolv jämfört med ett konventionellt (125/40 mm) spaltgolv, vilket antyder en något bekvämare gång, samt att renheten bibehålls på det modifierade golvet, som till och med är renare än det konventionella golvet i kanten av gången.

Abstract

About 80 % of all Swedish dairy cows are kept in tie-stalls, but loose housing is increasing, probably because it is more profitable for the farmer. The design of the floors is of crucial importance to the cows well-being. Traditionally, the most common type of floor in the alleys of a cubicle system still is a slatted manure-draining floor made of concrete. The typical Swedish design has 125-mm slats and 40-mm slots, maximally. With too wide slots, there is an increased risk of injuries to the claws when the cow makes a hasty move. On top of that, there will be too little support for the claws, leading to injuries. A dirty floor can also increase the risk of hygiene-related diseases, mainly dermatitis and heel horn erosion, which in severe cases even may cause lameness. It has been shown earlier that by reducing the slots from 40 to 30 mm one can still achieve a good drainage. This increases the support of the claws and thus decreases the risk of traumatic injuries.

The aim of the present study was to test a modified slatted concrete floor (100-mm slats and 30-mm slots) in a full-scale experiment, by comparing the cows locomotion and the floor's cleanliness to a conventional (125/40-mm) slatted floor. The trial was conducted at a commercial dairy farm with cubicle housing and two compartments of equal size and design. In the beginning of the grazing period, approx. 4 months before grouping and housing of cows, the modified floor was put in the alley of one of the compartments. Apart from the type of floor, the two compartments were comparable with respect to housing design and management routines. All cows were Swedish Holsteins and were assigned randomly to the two compartments at housing.

A test track was prepared in the alley in each of the compartments. The floor was covered with a mixture of lime and manure and then one cow at the time passed and had her passing time recorded. From the footprints, step length, stride length, step angle, overlap and step abduction were measured. The asymmetry (absolute difference between left and right step length) and average speed were calculated. Each one of the seven traits was analysed using a mixed random-intercept model, specifying floor type as the only fixed effect and cow identity as random. Floor cleanliness was studied by collecting and weighing the manure on top of the slats in six 60 x 80-cm test squares in each compartment before cleaning and 1, 2, 4 and 8 days after cleaning (new cleaning for each observation). Three squares were placed in the centre of the alley and three at the edges, behind the cubicles. The amount of manure was analysed using multiple regression, including floor type, location in alley, interaction between floor type and location, and time (1, 2, ≥ 4 days) as categorical variables in the model.

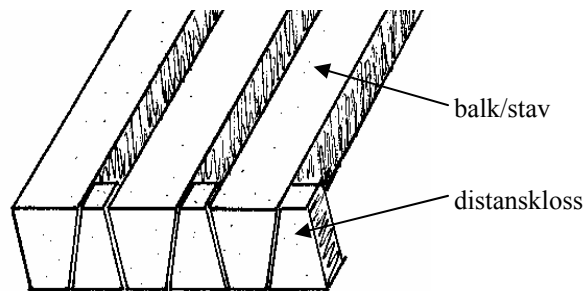
The cows had longer steps (+2.7 cm, $P=0.006$) and strides (+4.5 cm, $P=0.002$) and the amount of manure was smaller at the edges of the alley (-464 g, $P=0.001$) on the modified floor than on the conventional floor. The amount of manure increased with time. I conclude that the cows get a slightly altered locomotion on a 100/30-mm slatted floor, compared to a conventional 125/40-mm floor, suggesting a slightly more comfortable gait, and that the modified floor is as clean as the conventional one, and even cleaner at the edges of the alley.

Inledning

För att korna ska klara de enorma krav vi ställer på dem i dagens intensiva mjölkproduktion krävs, förutom god omvårdnad och skötsel, en komfortabel stallmiljö. Här spelar golvet en stor roll både för uppbundna kor och kor i lösdrift. Idag är ca 80 % av Sveriges mjölkkor uppbundna och resterande är i någon form av lösdriftssystem. De allra flesta lantbrukare som bygger om/nytt väljer dock lösdriftsalternativet (Hultgren, 2001). Kanske valet främst handlar om att det är billigare att bygga en lösdriftsladugård än en för uppbundna djur; att man får plats med fler kor på mindre yta och att mindre tid behöver läggas på varje enskild ko vid den dagliga skötseln.

Av tradition är betong det vanligaste golvmaterialet, men det har kunnat visas att det är alltför hårt för korna att stå på under en längre tid. I en uppbunden besättning kan man genom att lägga en gumمیمatta på båsfallen ge kon en mjukare stå-/ätplats och därigenom minska risken för bl a klövsador (Bergsten, 1994).

I en lösdriftsbesättning med liggbås och traditionella drivgångar av betong, hela golv med skrapor eller spaltgolv, blir det svårare att göra golvet komfortabelt för djuren. För ätplatserna finns olika lösningar, t ex ätbås med gumمیمatta, och i liggbåsen bör madrass eller motsvarande användas tillsammans med någon form av strö. Gödseldrainerande spaltgolv av betong förekommer i ungefär hälften av sveriges lösdrifter. Ett traditionellt spaltgolv för vuxna nötkreatur ska ha 125 mm stavbredd och max 40 mm spaltvidd (SJVFS 2000:107) och består i Sverige oftast av enkelbalkar med distansklossar av betong eller plast (Figur 1). Detta ger en öppningsarea (spaltvidd/[spaltvidd+stavbredd]) på 24 %.



Figur 1. Principen för uppbyggnaden av ett spaltgolv av betong bestående av enkelbalkar och distansklossar.

Ett spaltgolv är alltid en kompromiss mellan god dränering och god gångkomfort för djuren. En ko som är ute i det fria har en vändradie på ca 6 m (Bergsten, SLU Skara, 2001, pers medd), om hon inte ska behöva vrida kroppen runt ett stillastående bakben. Hon får alltså ganska svårt att röra sig på ett bra och naturligt sätt i en lösdrift där gångarna oftast är bara 2-2,5 m breda och ibland även har trängre passager. Om hon behöver göra en snabb undanmanöver, t ex för en mer ranghög

individ, vrids det belastade benet och därigenom ökar risken för brytskador i klövkapseln. Risken ökar ytterligare om vridningen sker på ett spaltgolv där klöven lätt "hakar fast". Man har kunnat se en klar ökning av antalet skador i klövarna (t ex blödning i vita linjen) hos kor i lösdriftssystem jämfört med uppbundna kor (Thysen, 1987; Alban *et al.*, 1995; Bergsten & Herlin, 1996).

En smutsig och fuktig golvmiljö, som ju är ofrånkomlig i en lösdrift där korna själva ska trampa ner gödseln, eller en skrapa passerar med någon eller några timmars mellanrum, ger också ofta problem med eksem och klövröta vilket i allvarigare fall kan göra kon halt. Golvet blir halt och korna drar med sig gödsel upp i liggbåsen. Eftersom vi vet att en smutsig liggplats bidrar till uppkomsten av juverinflammation (Ekman, SLU Uppsala, 2001, pers medd) är det ytterligare ett starkt argument för att hålla gångarna så rena som möjligt.

Modellförsök har visat att spaltgolvets dräneringsförmåga kan bibehållas om spaltvidden (Svennerstedt & Praks, 1997) eller både spaltvidden och stavbredden (Magnusson & Ventorp, 2001) minskas. Genom att minska såväl stavbredd som spaltvidd skulle man kunna ge ett bättre understöd för klövarna (Johansson, 2002) och därmed få en större gångkomfort och detta skulle i sin tur kunna leda till att färre kor skadar sina ben och klövar. Fullskaleförsök av dräneringsförmåga och gångkomfort har tidigare inte genomförts.

Syfte

Syftet med arbetet är att besvara följande frågor:

- Erhåller man ett förändrat rörelsemönster hos mjölkkor i lösdrift med betongspaltgångar om stavbredden och spaltvidden minskas från 125 respektive 40 mm till 100 respektive 30 mm?
- Förändras spaltgolvet renhet med de nya måtten?

Material och metoder

Stallmiljö och djurskötsel

Försöket genomfördes på en gård i Västra Götaland med lösdrift för ca 90 mjölkkor av SLB-ras. Ungdjur, dräktiga kvigor och sinkor hölls på en annan gård och de introducerades i lösdriftsladugården 2-4 veckor före beräknad kalvning. 1998 byggdes en hall med liggbås och mjölkgrup i anslutning till den gamla ladugården (Figur 2). Det fanns spaltgolv i alla gångar och liggbåsen hade gummitattor som ströddes två gånger dagligen med hackad halm. Det förekom ingen manuell rengöring av spaltgångarna. Stallet var uppdelat i två likadana avdelningar (A och B, spegelbilder av varandra).

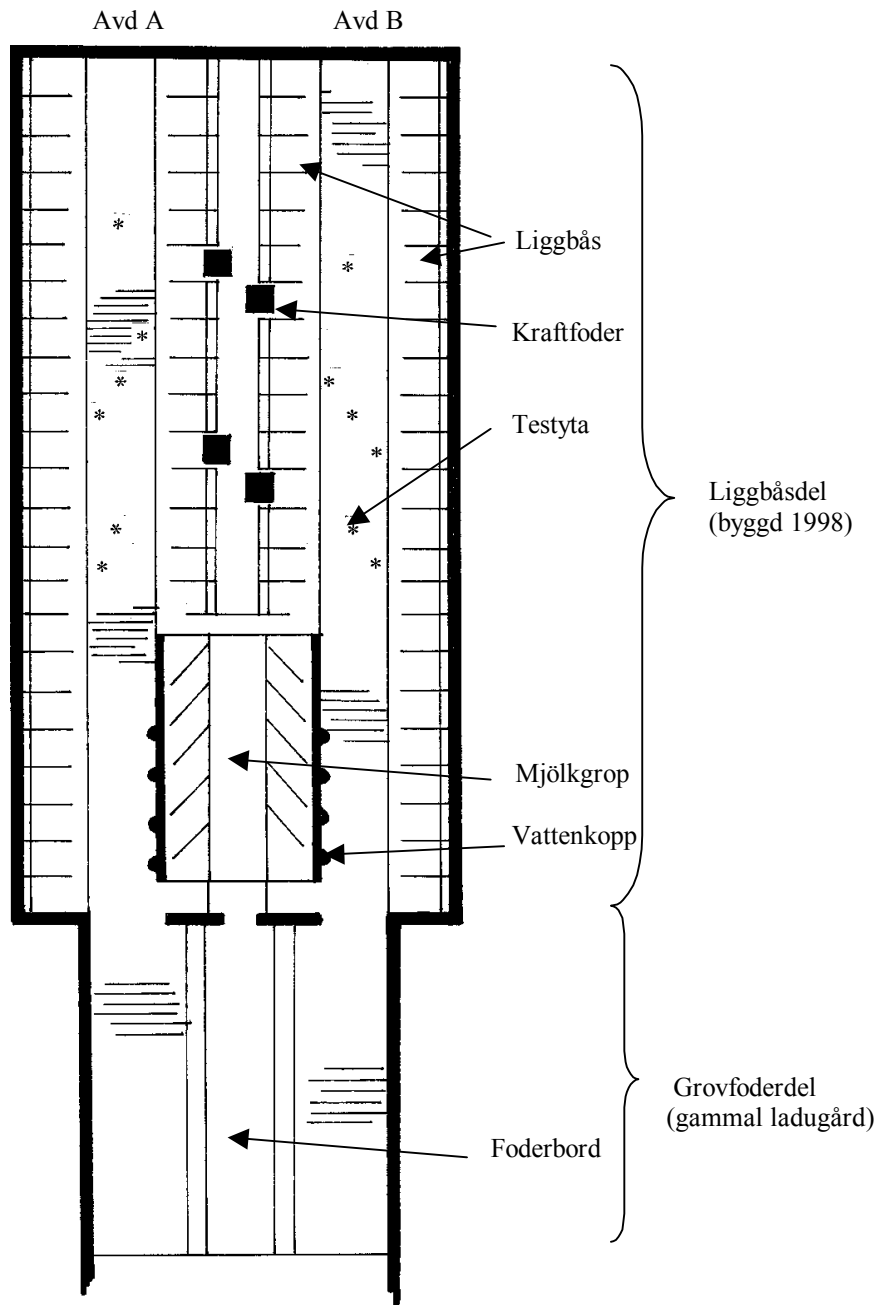
Byggnaden var isolerad. Liggbåsdelen hadenockventilation med klimatautomatik. Luftintag skedde vid takfoten genom manuellt reglerade luckor som även fungerade som ljusinsläpp. Ytterligare ljusinsläpp fanns i nockens ventilationsluckor och genom ett flertal fönster längs byggnadens långsidor. I grovfoderdelen (gamla ladugården) fanns ett flertal fönster längs långsidorna. Här fanns dock ingen särskild ventilation utan fönstren öppnades vid behov. Belysningen bestod av lysrörsarmaturer i både grovfoder- och liggbåsdelen och nattetid fanns svagare belysning genom att endast vissa ljuskällor hölls tända.

Hackat gräsenilage utfodrades med automatisk grovfodervagn 14 ggr/dag på foderbordet i den gamla ladugården. Mängden anpassades för att ge fri tillgång till grovfoder dygnet runt. Mineralfoder fanns på foderbordet i en behållare per avdelning. Kraftfodret, egenodlad spannmål och koncentrat, gavs i automater med transponderstyrning (två per avdelning) placerade i de centrala liggbåsraderna. Inga vattenkoppar fanns i direkt anslutning till foderbordet utan dessa (fyra/sida) satt på väggen som avgränsade mjölkgruppen från spaltgången (Figur 2).

Mjölknings utfördes två ggr/dag i en mjölkgrup med 2 x 6 fiskbensbåsar vilka avgränsades mot spaltgången av en hel vägg. Golvet i mjölkningsbåsen spolades med vatten efter att mjölkningen avslutats och avrinning skedde genom en öppning i nederkant av väggen mot spaltgången. Två gånger per dag, i samband med mjölkning, rengjordes liggbåsen efter behov manuellt med en gödselskrapa, varvid nedsmutsat strö skrapades ut på gången bakom båsen. Dock gjordes ingen rengöring av spaltgolvet vid liggbåsens bakkant. Klövverkning hade före försöket endast utförts vid behov.

I mitten av juni 2002 byttes spaltgolvet i den ena avdelningens (A) liggbåsdelen ut mot ett med 100 mm stavbredd och 30 mm spaltöppning (23 % öppningsarea). I den andra avdelningen behölls det befintliga spaltgolvet med 125 mm stavbredd och 40 mm spaltöppning. Båda golven var av betong. Distansklossarna (Figur 1) täckte lika stor del av spaltöppningarna på de båda spaltgolven. För att inte det nya spaltgolvet skulle vara för aggressivt mot kornas klövar den första tiden beströks det med kallasfalt och sågspån ströddes på. Efter några veckor var asfaltbeläggningen bortnött, betongen inte lika vass längre och fullt jämförbar i yt-

struktur med det gamla spaltgolvet i den andra avdelningen. I grovfoderdelen behövs det gamla spaltgolvet i båda avdelningarna.



Figur 2. Skiss över planlösningen i lösdriften. Avd A=nytt spaltgolv (100/30 mm) i liggbåsdelen, Avd B=befintligt spaltgolv/kontroll (125/40 mm) i liggbåsdelen och *= testyta för renhetsbedömning.

Under sommaren 2002 kunde alla kor röra sig fritt mellan avdelningarna under den tid på dygnet de kunde gå ut (ca kl 9.00-16.00) och fick således en successiv tillvänjning till båda golven. Vid installningen i mitten av oktober 2002 fördelades korna slumpmässigt så att det blev lika många kor i de båda avdelningarna. Det uppnåddes genom att korna blandades och föstes in samtidigt i de två avdelningarna utan hänsyn till ålder, temperament, storlek etc. Inga djur bytte avdelning under försöket och de kor som sinlades sattes tillbaka i den avdelning de kom ifrån vid nästkommande laktation. Kornas ålder, mjölkavkastning och laktationsstadium i de båda avdelningarna i samband med provmjölkning i slutet av oktober 2002 beskrivs i Tabell 1.

Tabell 1. Försöksbesättningens sammansättning avseende laktationsnr, avkastning och laktationsstadium vid provmjölkningen den 29 oktober 2002.

Kategori	Avdelning A		Avdelning B		
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	
Laktationsnummer	0	3	6	1	2
	1	17	33	22	43
	2	13	25	12	24
	≥ 3	18	36	16	31
Avkastning ¹ (kg ECM)	5-20	5	11	5	13
	21-40	33	75	30	77
	≥ 40	6	14	4	10
Laktationsstadium (dagar e kalvning)	≤ 0	5	10	9	17
	1-60	6	11	8	16
	61-120	7	14	3	6
	> 120	33	65	31	61

¹ Kor i råmjölkperioden deltog inte i provmjölkningen.

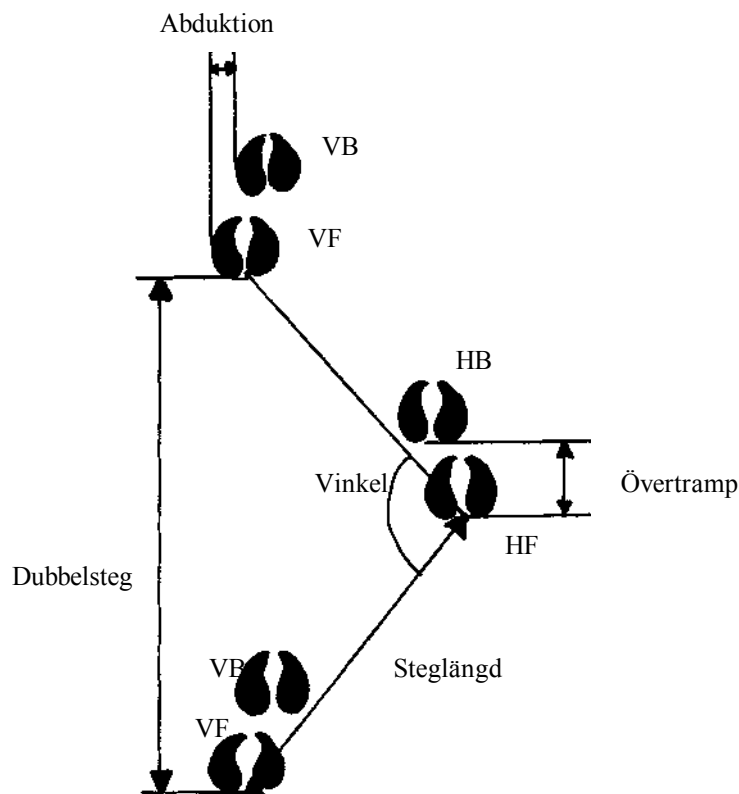
Insamling och bearbetning av data

Rörelsemönster

I slutet av augusti 2002 testades rörelsemönstret på 20 lakterande kor representativa för besättningen (8 förstakalvare, 2 andrakalvare och 10 äldre kor) En 7 m lång och 1 m bred testbana avgränsades i gången mellan liggbåsräderna m h a stängselstolpar och stängselband. Golvet preparerades för att ge tydliga avtryck efter klövarna genom att kalk blandat med vatten och gödsel spreds ut på golvet i ett tunt lager. Golvet preparerades på nytt mellan varje ko som testades.

En ko i taget fick gå frivilligt i ett jämnt tempo längs testbanan och tidsåtgången noterades. För att få korna att hålla ett jämnt tempo gick en person några meter bakom, dock utan att störa djuren. Ett flertal parametrar registrerades (steglängd, dubbelsteg, stegvinkel, övertramp och abduktion) enligt en metod som utvecklats på SLU i Skara (Telezhenko *et al.*, 2002), se Figur 3.

Varje ko gick på testbanan en gång och varje parameter mättes fyra gånger för varje ko. Alla registreringar utfördes av författaren. Asymmetri beräknades sedan som absolutvärdet av differensen mellan höger och vänster sidas steglängd. Gånghastigheten beräknades genom att testbanans längd (7 m) delades med den tid det tog för kon att gå sträckan. Varje ko observerades en gång på båda golvtierna för att minimera inverkan av individvariationer i rörelsemönstret. Totalt erhöles således 160 observationer av de 20 kornas rörelser.



Figur 3. Parametrar för registrering av gångkvalitet.

För analysen av rörelsemönster specificerades regressionsmodeller (s k 'mixed random-intercept models') i MIXED-proceduren i SAS statistikprogrampaket (SAS Institute Inc., 2001). För var och en av de sju utkomstvariablerna användes en modell, med endast golvtyp (*gamla* eller *nya*) som s k 'fixed effect' och en kategorisk variabel för koidentitet (öronnummer) som s k 'random effect'. Med denna slags modell betraktades de studerade korna som ett slumpmässigt urval ur målpopulationen och hänsyn togs till att upprepade mätningar av samma ko inte var helt oberoende av varandra, samtidigt som eventuell störande inverkan av skillnader mellan kor på den uppskattade golveffekten kontrollerades. Antalet observationer som användes i analyserna var 160 för de beroende variablerna för

steg, övertramp och abduktion (4 per ko och golv), 159 för dubbelsteg och vinkel (4 per ko och golv, 1 saknad observation), 80 för asymmetri (2 per ko och golv) och 40 för hastighet (1 per ko och golv).

Modellernas förmåga att förklara data bedömdes genom att med hjälp av diagram studera residualernas fördelning (spridning och överensstämmelse med normalfördelning) i olika delar av materialet. Dessutom beräknades den andel av den oförklarade variationen hos varje utkomst som modellen förutsade fanns mellan kor, som $\text{kovarians}_{\text{ko}} / (\text{kovarians}_{\text{ko}} + \text{kovarians}_{\text{residual}})$.

Renhet

Sex provytor (60 x 80 cm) i respektive avdelning valdes så att tre av dem var placerade direkt bakom liggbåsens kant och tre mitt i spaltgången (Figur 2). Provytornas långsidor var orienterade längs med gångarna. Gödsel och urin som ansamlats ovanpå spalten i respektive provyta samlades ihop och vägdes. Vid insamlingen användes diskborste och sopskyffel som först blöttes i vatten och sedan vägdes på en digital våg tillsammans med gödseln (1 g noggrannhet), och därefter rengjordes i vatten. Golvet rengjordes sedan så noggrant som möjligt i h vatten och diskborste. Efter 1 dygn upprepades proceduren, liksom 2, 4 och 8 dygn efter rengöring. För varje mätning rengjordes provytan på nytt. Gödselmängden före den första rengöringen ansågs representera en "mättnadsnivå", d v s den mängd som uppnått efter mycket lång tids användning. Fem mätningar på varje provyta gav totalt 60 observationer. Samtliga registreringar utfördes av författaren.

Golvtyp uttrycktes med den kategoriska variabeln GOLV (*gamla* eller *nya*). Den kategoriska oberoende variabeln PLATS uttryckte positionen i gången; värdet *mitt* erhöles när provytan låg i mitten av gången och värdet *kant* när provytan låg i kanten mot liggbåsraden (Figur 2). Eftersom gödselmängderna vid tidpunkterna 0 (före första rengöring), 4 och 8 dygn var mycket likartade betraktades dessa tidpunkter som en enda. Den kategoriska variabeln TID, vilken uttryckte mät-tidpunkt, erhöles därmed värdet 1, 2 eller ≥ 4 .

Golvets renhet analyserades med hjälp av en regressionsmodell i GLM-proceduren i SAS (SAS Institute Inc., 2001). Initialt innehöll modellen de tre huvudeffekterna GOLV, PLATS och TID, varigenom effekten av golvtyp kunde utvärderas oberoende av positionen i gången och tidpunkten. Dessutom prövades modeller med envägs interaktionstermer mellan huvudeffekterna. Endast inter-aktionen mellan GOLV och PLATS var signifikant ($P=0,033$) och inkluderades i den slutliga modellen. Samtliga 60 observationer användes i analysen.

Modellernas duglighet bedömdes genom att med hjälp av diagram studera residualernas fördelning (spridning och överensstämmelse med normalfördelning) i olika delar av materialet. Dessutom noterades förklaringsgraden R^2 .

Klövhälsa

Vid rutinmässig verkning (av en professionell klövvårdare) i december 2001, maj och oktober 2002 registrerades klövsjukdomar och skador på klövarna. För vissa

sjukdomar - röta, sulblödning, blödning i vita linjen, sulsår och eksem - användes en tregradig skala som senare förenklades till två grader (förekomst eller ej) och för vissa sjukdomar - dubbelsula, vårta och hålvägg – användes redan vid registreringen en tvågradig skala. Alla registreringar utfördes av författaren. Prevalensen av olika sjukdomar i besättningen vid de olika verkningstillfällena beräknades, men eftersom korna grupperades och stallades in i oktober 2002, i samband med höstverkningen, kunde inga effekter av golvet på klövhälsan studeras inom tidsramen för detta arbete.

Resultat

Rörelsemönster

Tabell 2 beskriver gångkvalitetsdata och i Tabell 3 sammanfattas resultatet av regressionsanalysen. På det gamla spaltgolvet gick korna med signifikant kortare steg än på det nya (2,7 och 4,5 cm kortare steg resp dubbelsteg). För övriga utkomster sågs ingen signifikant effekt av golvtyp.

Tabell 2. Antal observationer, medelvärde och standardavvikelse för olika utkomster vid undersökning av gångkvalitet på spaltgolv hos 20 mjölkkor i försöksbesättningen.

Utkomst ¹	Antal obs	Medelvärde	SD
Steg (cm)	160	79,8	7,39
Dubbelsteg (cm)	159	149	12,3
Vinkel (°)	159	140	11,4
Övertramp (cm)	160	0,72	6,67
Abduktion (cm)	160	3,85	7,27
Asymmetri (cm)	80	7	6,15
Hastighet (m/s)	40	1,19	0,23

¹ Se texten för en fullständig beskrivning av variablerna.

Tabell 3. Resultat av regressionsanalys av effekt av golvtyp på gångkvalitet hos 20 mjölkkor i försöksbesättningen.

Utkomst ¹	Parameter	Estimat	Medelfel	t	P
Steg	Intercept	81,1	1,15	70,5	<0,0001
	koefficient	-2,67	0,953	-2,81	0,006
Dubbelsteg	Intercept	151	2,13	70,9	<0,0001
	koefficient	-4,50	1,40	-3,22	0,0016
Vinkel	Intercept	140	2,18	64,2	<0,0001
	koefficient	0,080	1,14	0,07	0,944
Övertramp	Intercept	0,80	1,21	0,66	0,518
	koefficient	-0,16	0,735	-0,22	0,825
Abduktion	Intercept	3,91	0,888	4,41	0,0003
	koefficient	-0,12	1,12	-0,11	0,911
Asymmetri	Intercept	7,08	1,16	6,10	<0,0001
	koefficient	-0,15	1,09	-0,14	0,891
Hastighet	Intercept	1,22	0,0519	23,5	<0,0001
	koefficient	-0,066	0,058	-1,14	0,269

¹ Se texten för en fullständig beskrivning av variablerna.

Mellan 32 och 61 % av den oförklarade variationen låg på individnivå (dvs mellan kor) för alla utkomster utom ”abduktion” där estimatet var 6 %. Att döma av residualerna var modellernas förmåga att beskriva materialet stor.

Renhet

Gödselmängden på provytan var i medeltal 1279 g (median 1035 g, standardavvikelse 741 g). Tabell 4 visar resultat från regressionsanalysen av hygiendata. Både golvtyp, plats och tidpunkt hade en signifikant effekt på gödselmängden.

Tabell 4. Resultat av regressionsanalys av effekt av golv, plats och tid på gödselmängd hos 20 mjölkkor i försöksbesättningen.

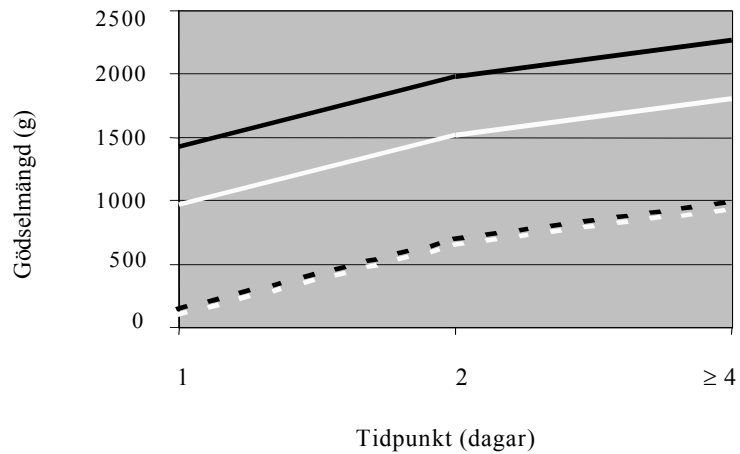
Ober. variabel	Nivå	Estimat	Medelfel	t	P
Intercept	-	1810	102	17,8	<0,0001
GOLV	<i>gamla</i>	464	133	3,49	0,001
	<i>nya</i>	0	-	-	-
PLATS	<i>mitt</i>	-863	133	-6,49	<0,0001
	<i>kant</i>	0	-	-	-
GOLV x PLATS ¹	<i>gamla mitt</i>	-412	188	-2,19	0,033
	<i>gamla kant</i>	0	-	-	-
	<i>nya mitt</i>	0	-	-	-
	<i>nya kant</i>	0	-	-	-
TID	<i>1</i>	-844	121	-6,95	<0,0001
	<i>2</i>	-294	121	-2,42	0,019
	<i>≥4</i>	0	-	-	-

¹ Interaktionsterm mellan golvtyp och plats.

På grund av interaktionen mellan GOLV och PLATS tolkas resultatet så att gödselmängden var signifikant större på det gamla golvet än på det nya i kanten av gångarna (464 g mer, P=0,001), men att någon signifikant skillnad mellan golvtyperna inte kunde påvisas i mitten av gångarna (52 g mer, P=0,39). Estimatet för interceptet (1810, Tabell 4) tolkas som den gödselmängd som modellen förutsäger på det nya golvet i kanten av gången vid 4 dygn eller längre tid efter rengöring av golvet.

Av den totala variationen hos utkomsten kunde 78 % förklaras av modellen ($R^2=0,78$), vilket talar för att den fungerade bra. Residualerna var relativt normalfördelade och variansen var likartad för de två golvtyperna. En logaritmering av utkomstvariabeln gav inte någon förbättring av modellen. Dess förmåga att beskriva materialet bedömdes som måttlig. En residual var exceptionellt hög (1091 g), men det bedömdes inte vara försvarbart att utesluta den aktuella observationen ur data.

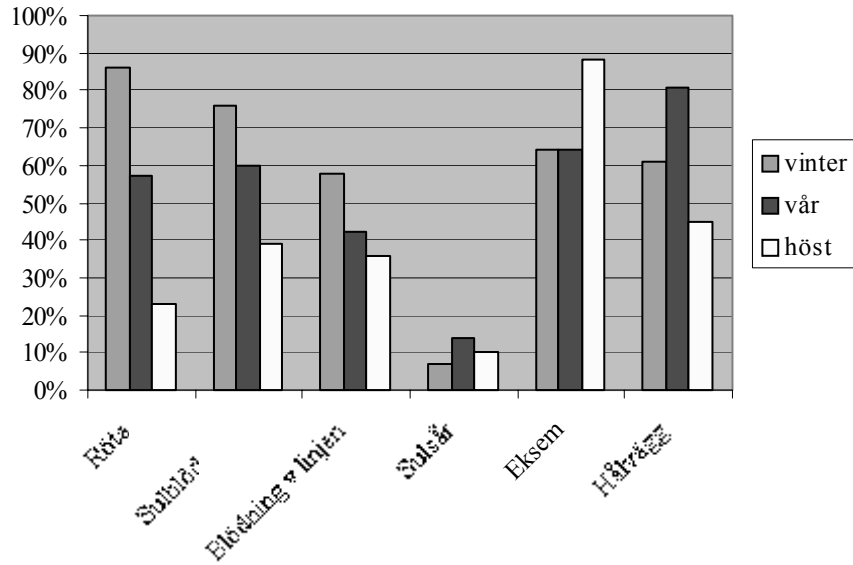
Figur 4 åskådliggör hur gödselmängden (på golvet i provrutan) förutsägs variera med golvtyp, plats i gången och tidpunkt efter rengöring.



Figur 4. Beräknade samband mellan typ av spaltgolv, plats i spaltgången, tidpunkt efter rengöring av golvet på provytan (60 x 80 cm) och gödselmängd på provytan i försöksbesättningen (svart = gamla golvet, vitt = nya golvet, heldraget = kantplats, streckat = mittplats).

Klövhälsa

Figur 5 visar prevalensen i försöksbesättningen av olika klövskador vid de tre verkningstillfällena.



Figur 5. Prevalens av klövskador vid tre verkningstillfällena i en mjölkbesättning (vinter=december 2001, 92 kor; vår=maj 2002, 86 kor; höst=oktober 2002, 88 kor).

Diskussion och slutsatser

Rörelsemönster

Ett betonggolv som är täckt av gödsel och urin blir halt, ter sig osäkert för djuren att röra sig på och begränsar deras möjligheter att bete sig naturligt. Utformningen av ett spaltgolv ger ett visst halkskydd, men betongen blir med tiden allt mer sliten och halkig. Kanterna på stavarna blir avrundade och den konvexa ytan ger ett mindre understöd för klövarna vilket ytterligare ökar risken att halka. Benz *et al.* (2002) fann att kor på ett halkigt spaltgolv, jämfört med ett mjukt underlag (gummimatta), slutade slicka området mellan juvret och bakbenet. Detta område kommer kon endast åt om hon står med ena bakbenet lyft och samtidigt har det diagonala frambenet långt framskjutet med en klar halkrisk som följd.

Herlin & Drevemo (1997) filmade med hjälp av höghastighetskamera vissa leders vinklar under rörelse på ett jämnt, hårt underlag. Mann fann att kor som hållits på spaltgolv dygnet runt rörde sig med rakare armbågs- och hasleder jämfört med kor som fått gå ute på bete under dagtid. Man ansåg att korna som rört sig mer på betet hade ökat rörligheten i lederna jämfört med korna på spaltgolvet, vilka hela tiden gått med ganska raka ben för att inte halka på spalten. Den större vinkel i kotlederna (mer upprätade kotor) man såg hos beteskorna jämfört med spaltkorna förklarades med att kor som rör sig mycket på ett bra underlag får starkare muskler, senor och ligament och därför klarar att hålla emot bättre i understödsfasen av steget.

Phillips & Morris (2000, 2001) använde videokamera och testade kors rörelser på underlag med olika hygien. Ledvinklarna mättes direkt på en TV-skärm och friktionen beräknades på de olika underlagen. Betonggolv som var täckt av ett tunt lager gödsel och urin visade sig vara halare än torr eller våt, ren, betong. Vid rörelseanalysen visade det sig att korna gick med kortare steg på det gödseltäckta golvet och att benen hölls rakare än när de gick på ett torrt eller vått men rent golv.

En annan metod använde sig Telezhenko *et al.* (2002) av för att få ett mått på hur korna rör sig på ett helt betonggolv och ett spaltgolv. Genom att mäta bl a steglängd, övertramp och abduktion konstaterades att det fanns klara skillnader i rörelsemönstret mellan golvtyperna. Korna gick med kortare steg och mindre övertramp, mindre stegvinkel och större abduktion på spaltgolvet än på det hela golvet och slutsatsen drogs att korna kände sig mer osäkra på spaltgolvet.

Till skillnad mot dessa tidigare studier av kors rörelser, där spaltgolv och helt golv (Telezhenko *et al.*, 2002) eller olika typer av hela golv jämförts (Phillips & Morris, 2000, 2001), har i detta försök två olika spaltgolv undersökts. Den metod som användes utvecklades ursprungligen för att förstå hur dinosaurier rörde sig genom att studera de fotavtryck som finns bevarade i marken än idag efter dessa märkliga varelser (Kuban, 1994). Det kunde konstateras att korna gick med signifikant kortare steg på det gamla spaltgolvet, men eftersom differensen i steglängd mellan golven var endast 2,7 cm infinner sig frågan om skillnaden är biologiskt intressant, dvs har någon praktisk betydelse. Om korna upplevde den

gamla spalten som mer osäker borde det eventuellt ha visat sig genom en större abduktion och mindre stegvinkel jämfört med den nya spalten. En förklaring kan vara att det är två ganska likvärdiga golvtyper som jämförts och man kanske inte kan förvänta sig så stora skillnader som när man jämför spalt med helt golv.

En annan förklaring till bristen på tydlig skillnad mellan golven kan vara att det gamla golvet inte var så nött och halt ännu att korna behövde förändra sitt rörelsemönster för att inte halka. Detta resonemang stöds även av de friktionsmätningar som vid ett tidigare tillfälle utförts på det aktuella golvet, då friktionskoefficienten (μ) var 0,6. Vid mätningen användes en anordning som normalt utnyttjas av Vägverket för att mäta friktion på vägar. I princip bestod denna utrustning av två gummiklädda hjul varav det ena löpte fritt mot golvet och det andra snurrade långsammare. Kraften som krävdes för att det mindre hjulet skulle börja glida mot underlaget vid en viss belastning noterades och friktionskoefficienten kunde beräknas. Ännu finns ingen standardiserad metod för att mäta friktionen mellan kons klöv och golvet, men en modell är under utveckling på SLU i Alnarp (Bergsten, SLU Skara, 2003, pers medd).

Den uppmätta friktionskoefficienten 0,6 kan ställas i relation till Phillips & Morris (2001) studie, som visade att ett golv som har $\mu < 0,4$ är för halt för nötkreatur och att de vid ett μ -värde på 0,5 eller mer tar längre steg. I studien använde de sig av en plattform med fyra kofötter fastsatta inunder. Plattformen tyngdes av tunnor med vatten och drogs sedan över golvet. Kraften som krävdes för att sätta plattformen i rörelse noterades liksom den minsta kraft som krävdes för att fortsätta hålla plattformen i rörelse. Ingen friktionsmätning utfördes på det nya spaltgolvet, men ytstrukturen på golvet såg likartad ut i de båda avdelningarna varför rörelsemönstret inte torde ha påverkats av skillnader i friktionen.

I den statistiska analysen undersöktes hur mycket av den oförklarade variationen (när hänsyn tagits till golvtyp) som berodde på variationer mellan kor. Alla värden var sinsemellan likartade utom vad gäller abduktionen där variansandelen mellan kor var endast 6 %. Detta antyder att tillfälligheter påverkat abduktionen förhållandevis mycket, alternativt att alla kor abducerar ungefär lika mycket.

Eftersom ingen rengöring av spaltgolven utförts under detta försök skulle det vara intressant att i en ny studie undersöka hur man t ex genom att lägga skrapor ovanpå spaltgolven kunde minska gödselmängden och därigenom påverka kornas rörelsemönster.

Renhet

Dräneringsförmågan för spaltgolvet bestäms av spaltöppningarnas vidd och öppningsarean. De dimensioner som används rutinmässigt idag och anges i de svenska föreskrifterna (SJVFS 2000:107) är 125 mm stavbredd och max 40 mm spaltvidd till vuxna nötkreatur. 40 mm spaltvidd ger en öppningsarea på 24 %. På en del gårdar används 35 mm spaltvidd vilket minskar öppningsarean till 22 %. För att dräneringen av ett spaltgolv ska fungera tillfredsställande krävs också att tillräckligt många djur rör sig tillräckligt mycket på golvet. Användning av grövre strö (typ halm) i liggbåsavdelningen försvårar dränering av spalten bakom liggbåsen och gör

det därför svårare att hålla god hygien, om inte denna gödsel skrapas ut på gångarna där kotrafiken är tätare.

Tidigare studier i full skala av gödselansamling på spaltgolv saknas helt. I ett modellförsök (Svennerstedt & Praks, 1997) använde man sig av en viss förutbestämd mängd gödsel respektive urin som släpptes från en viss nivå över spalten. Därefter ”stampades” gödseln ner genom spalten genom att en platta med tre klövmodeller inunder trycktes mot spalten för att därigenom simulera kornas rörelser. Resultaten är dock angivna som kvarvarande andel av släppt gödsel-/urinmängd och kan därför inte direkt jämföras med detta fullskaleförsök där jag uppmätte gödselmängd i absoluta tal. Ett annat modellförsök (Magnusson & Ventorp, 2001) visade att man genom att minska spaltvidden från 40 till 30 mm och samtidigt stavbredden från 125 till 90 mm kan bibehålla ett likvärdigt gödseldränage. Det är dock förknippat med tekniska svårigheter att konstruera lösa stavelement med 90 mm bredd, varför 100 mm stavbredd har använts i den här genomförda studien.

Regressionsanalysen visar att det fanns en signifikant skillnad i renhet mellan golvtyperna i kanten av gångarna, men inte i mitten av dem. Det finns ingen uppenbar förklaring till denna interaktion. Gödselmängden var betydligt större i kanten av gången än i mitten, vilket är logiskt eftersom korna inte går så mycket i kanten av gången. Skillnaden var störst på det gamla golvet, p g a den nämnda interaktionen. Av analysen framgår även att gödselmängden på golvet ökar med tiden från rengöring och att ökningshastigheten minskar med tiden, så att kurvan efter ca 4 dygn planat ut på ”mättnadsnivån”. Även detta förefaller logiskt.

Klövhälsa

Ett flertal studier har visat att en ren och torr golvmiljö ger färre problem med klövhälsan än en smutsig (Bergsten & Pettersson, 1992; Bergsten & Herlin, 1996; Rodríguez Lainz *et al.*, 1996; Hultgren & Bergsten, 2001; Manske, 2002). Klövhornet blir i en fuktig miljö uppmjukat och av sämre kvalitet vilket gör att det lättare skadas och kan utgöra en inkörsport för smittämnen. I besättningar där hygien inte är bra får man framför allt problem med eksem och klövröta. Hos bundna kor ses betydligt fler skador och sjukdomar på bakklövarna än på framklövarna (Bergsten & Pettersson, 1992). Eftersom ett spaltgolv förutsätter att djuren själva trampar ner gödseln i spalten och därigenom håller golvet rent kan man i en lösdrift med spaltgolv sannolikt aldrig få en helt ren golvmiljö. Till skillnad från uppbundna kor kommer alla fyra fötterna att drabbas av de hygienrelaterade sjukdomarna, men dessa är i regel av lindrigare grad än på uppbundna kors bakfötter. I de fall då bakfötterna hos kor i lösdrift med spaltgolv har mer allvarlig klövröta bak än fram beror det ofta på att korna står med bakklövarna utanför liggbåset där det ansamlas mer gödsel.

Genom de skjuvkrafter som uppstår när kon halkar får man förutom rena brytskador på klövkapseln också belastningsskador på undersidan av klöven (Johansson, 2002) som 2-3 mån senare kan ses som t ex sulblödningar eller klövsulesår. Studier har också visat att kor med sulsår (registrerade vid rutinmässig verkning) löper större risk att bli halta, få reproduktionsstörningar och slås ut för

tidigt (Manske, 2002; Melendez *et al.*, 2002). En ko som har ont i fötterna mår dåligt och kommer så småningom att börja äta sämre. Hon hamnar i en negativ energibalans och en rad andra sjukdomar kan uppstå (acidosis, fång m m) som också kan leda till en minskad mjölkproduktion (Bergsten, 2001).

För att öka den understödande ytan för klövarna och därigenom minska risken för vissa traumatiska skador måste spaltvidden minskas från nuvarande 35-40 mm. Johansson (2002) visade att ett spaltgolv med 90 mm stavbredd och 30 mm spaltöppning ökar klövens understöd och minskar det maximala trycket på vissa kritiska punkter på sulan (den så kallade "sulsårszonen").

I en stor svensk studie som nyligen genomförts i projektet "Kofot 2000", (Manske *et al.*, 2002) undersöktes prevalensen klövskador hos 4899 kor i 101 besättningar (både uppbundna och lösgående kor) för få en bild av hur klövhälsan var i landet. Författarna konstaterade att prevalensen klövskador varierade kraftigt mellan besättningarna, men totalt sett hade 41 % av korna klövröta, 27 % eksem, 30 % sulblödning, 14 % blödning i vita linjen, 8,6 % sulsår och 8,8 % hålvägg.

I den aktuella studien hade korna en klart högre sjukdomsprevalens än vad som visades i "Kofot 2000". Hänsyn måste dock tas till att man före vinterverkningen 2001 inte hade haft regelbunden klövverkning av alla kor, utan endast hade verkat vid behov och detta kan delvis förklara den höga prevalensen klövröta vid vinterverkningen, som borde ha varit lägre än vid vårverkningen då de exponerats för golv miljön under längre tid. Vid verkningen tas underminerat horn bort vilket har en terapeutisk effekt. Prevalensen eksem påverkas av golv miljön och reflekteras också av prevalensen klövröta då röta oftast är sekundär till eksem. Ökningen av eksem vid höstverkningen kan eventuellt förklaras med de extrema väderleksförhållanden som rådde under sommaren 2002 med omväxlande varmt och torrt väder och skyfall. Minskningen av blödningar i sula och vita linjen samt hålvägg kan troligen härledas till den regelbundna verkningen då korrekt klövform och belastningsförhållanden kunnat erhållas.

För att kunna studera effekten av golvtyp på klövhälsan behöver korna vistas på golven en längre tid än vad som här varit möjligt - minst en stallperiod. Klövhälsoeffekter borde också kunna studeras i försöksbesättningen i samband med att skrapor används ovanpå spaltgolvet, eftersom prevalensen av vissa hygienrelaterade klövsjukdomar är ganska hög.

Jag konkluderar:

- Mjölkkor får ett något ändrat rörelsemönster på ett spaltgolv med stavbredden 100 mm och spaltvidden 30 mm jämfört med ett konventionellt spaltgolv (125/40 mm), med en större steglängd, vilket antyder en något bekvämare gång.
- Man kan bibehålla en god renhet på spaltgolvet om stavbredden och spaltvidden minskas från 125/40 till 100/30 mm. Längs kanten av gångarna erhålls till och med en förbättrad renhet.

Tack

Jag vill framföra mitt tack till:

A-betong i Växjö som finansierat det nya spaltgolvet och därigenom gjort denna studie möjlig.

Claes Johansson, med anhöriga, på Tyskagården i Skara för att jag fick möjlighet att genomföra försöken på gården, ovärderlig hjälp och furstliga fikapausar.

Erik Svensson, klövvårdare, för att du stått ut med att ha någon hängande över axeln medan du arbetat.

Alla på Avdelningen för produktionssjukdomar, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU i Skara; jag vill rikta ett jättestort och varmt tack till er för att ni är så positiva och trevliga och verkligen fått mig att känna mig välkommen. Ett speciellt tack till de som under dessa månader stått ut med alla frågor:

VMD Jan Hultgren, huvudhandledare, utan vars hjälp, förståelse, goda humör och stöd statistiken fortfarande skulle vara ett svart hål (mörkret har börjat skingras och blivit lite mer begripligt trots allt) för att inte tala om all ledig tid du lagt ner på detta skriftliga arbetes justeringar;

VMD Christer Bergsten, bitr handledare, för att du drog in mig i detta projekt, din härliga humor, aldrig sinande entusiasm och för alla praktiska färdigheter jag fått lära mig och som jag haft stor nytta av;

Forskningsassistent Evgenij Telezhenko, bitr handledare, för en bra modell att arbeta med och för alla timmar bland smetiga fotavtryck och envisa kor;

VMD Thomas Manske för att du alltid är lika glad och har underfundiga svar på och tips om det mesta som dyker upp.



Referenser

- Alban, L., Lawson, L.G., & Agger, J.F., 1995. Foul in the foot (interdigital necrobacillosis) in Danish dairy cows – frequency and possible risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 24, 73-82.
- Benz, B., Wandel, H. & Jungbluth, T., 2002. Yielding walking areas in loose house systems. *Proceedings of 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, FL, USA*, 280-283.
- Bergsten, C., 1994. Haemorrhages of the sole horn of dairy cows as a retrospective indicator of laminitis: An epidemiological study. *Acta vet scand* 35, 55-66.
- Bergsten, C., 2001. Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice* 17, 1-23.
- Bergsten, C. & Herlin, A. H., 1996. Sole haemorrhages and heel horn erosion in dairy cows: The influence of housing on their prevalence and severity. *Acta vet scand* 37, 395-408.
- Bergsten, C. & Pettersson, B., 1992. The cleanliness of cows tied in stalls and the health of their hooves as influenced by the use of electric trainers. *Preventive Veterinary Medicine* 13, 229-238.
- Herlin, A. H. & Drevemo, S., 1997. Investigating locomotion of dairy cows by use of high speed cinematography. *Equine Veterinary Journal, suppl* 23, 106-109.
- Hultgren, J., 2001. Observational and experimental studies of the influence of housing factors on the behaviour and health of dairy cows. SLU, Uppsala, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Veterinaria* 104. Akademisk avhandling.
- Hultgren, J. & Bergsten, C., 2001. Effects of a rubber-slatted flooring system on cleanliness and foot health in tied dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 52, 75-89.
- Johansson, K.-H., 2002. Tryckfördelning under nötkreaturs klövar på betongspaltgolv – inverkan av stavbredd och spaltvidd. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp. Examensarbete 7.
- Kuban, G. J., 1994. An overview of dinosaur tracking. *M. A. P. S. Digest, Mid-America Paleontology Society, Rock Island, IL, USA*.
- Magnusson, M. & Ventorp, M., 2001. Dräneringsförmåga hos betongspaltgolv för mjölkkor. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp. Rapport.
- Manske, T., 2002. Hoof lesions and lameness in Swedish dairy cattle. SLU, Uppsala, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Veterinaria* 135. Akademisk avhandling.
- Melendez, P., Bartolome, J. & Donovan, A., 2002. Relationship between lameness, ovarian cysts and fertility in Holstein cows. *Proceedings of 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, FL, USA*, 339-342.
- Phillips, C. J. C. & Morris, I. D., 2000. The locomotion of dairy cows on concrete floors that are dry, wet or covered with a slurry of excreta. *Journal of Dairy Science* 83, 1767-1772.
- Phillips, C. J. C. & Morris, I. D., 2001. The locomotion of dairy cows on floor surfaces with different frictional properties. *Journal of Dairy Science* 84, 623-628.

- Rodríguez Lainz, A., Hird, D.W., Carpenter, T.E., Read, D.H. & Lainz, A.R., 1996. Case-control study of papillomatous digital dermatitis in southern California dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine* 28, 117-131.
- SAS Institute Inc., 2001. The SAS System for Windows, Release 8.02. Cary, NC, USA.
- SJVFS 2000:107. Statens jordbruksverks föreskrifter om djurhållning inom lantbruket m m. Saknr L 100, Statens jordbruksverks författningssamling, Jönköping.
- Svennerstedt, B. & Praks, O., 1997. Dräneringsförmåga och ammoniakemission för dränerande golvsystem. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp. Rapport 112.
- Telezhenko, E., Bergsten, C. & Manske, T., 2002. Cow locomotion on slatted and solid floors assessed by trackway analysis. Proceedings of 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, FL, USA, 417-420.
- Thyssen, I., 1987. Foot and leg disorders in dairy cattle in different housing systems. I: Wierenga, H.K. & Peterse, D.J. (red.), Cattle housing systems, lameness and behaviour. CEC, Martinus Nijhoff Publ., Dordrecht, Västtyskland, 166-178.