



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Kotrafik i mjölkproduktion med automatiserad mjölkning



Foto: Josefin Dufmats

Josefin Dufmats

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **498**

Uppsala 2014

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **498**

Examensarbete, 15 hp

Kandidatarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 15 hp

Bachelor Thesis

Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Kotrafik i mjölkproduktion med automatiserad mjölkning

Cow traffic in automatic milking systems

Josefin Dufmats

Handledare: Kerstin Svennersten-Sjaunja, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Supervisor:

Ämnesansvarig: Eva Spörndly, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Subject responsibility:

Examinator: Jan Bertilsson, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Examiner:

Omfattning: 15 hp
Extent:

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0553
Course code:

Program: Agronomprogrammet - Husdjur
Programme:

Nivå: Grund G2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2014
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 498
Series name, part No:

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

Nyckelord: Kotrafik, bete, AMR, AMS, tidsbudget, mjölkningsfrekvens
Key words: Cow traffic, automatic milking rotary, automatic milking system, pasture, time budget, milking frequency

Populärvetenskaplig sammanfattning

Kors förflyttningar mellan foderavdelning, liggavdelning och mjölkningsenhet (ME) i stall med automatiserad mjölkning (AMS) kallas kotrafik. Det finns i huvudsak fri, styrd och selektiv kotrafik. Mjölkproducenter med AMS eller med automatiserad mjölkningsskarsell (AMR) är beroende av att kor frivilligt besöker ME tillräckligt ofta för att hålla upp mjölkningsfrekvensen och hålla ned antalet kor som, av stallpersonal, behöver hämtas till mjölkning. Detta kan åstadkommas genom att med olika metoder stimulera kotrafiken till ME. Då kotrafik planeras är det viktigt att ta hänsyn till att kor är flockdjur med rangordning, då det visat sig att kor av låg rang ofta spenderar längre tid med att vänta och köa framför ME än kor av hög rang. I försök med styrd kotrafik spenderar kor mer tid väntande än i fri kotrafik. Väntandet påverkar de ranglåga kornas tidsbehov av att äta och ligga ned negativt och kan dessutom leda till hälta. Fri kotrafik har visat sig ha en positiv påverkan på kors ätbeteende, grovfoderkonsumtion och att väntandet framför ME är lägre än vid styrd och selektiv kotrafik. Därför bör fri kotrafik väljas framför styrd och selektiv kotrafik. Det finns emellertid ett problem i att mjölkningsfrekvenser i fri kotrafik inte visats sig vara lika tillfredställande som i styrd kotrafik. Det finns eventuellt potential att med hjälp av olika typer av foder i ME erhålla tillfredställande mjölkningsfrekvenser och på samma gång hålla ned antalet kor som måste hämtas. AMR är ett nytt system och de flesta studier har gjorts på storskalig, betesbaserad mjölkproduktion. Att utfodra korna antingen med en kraftfodergiva eller med grovfoder i anslutning till AMR kan vara av vikt för att få korna att oftare besöka denna.

Abstract

The cows' movement in the barn between the feeding area, the resting area and the milking unit (MU) in an automatic milking system (AMS) is referred to as cow traffic. There are mainly three different types of cow traffic systems; Free, forced and selective cow traffic. Dairy farmers with AMS or automatic milking rotary (AMR) are dependent on cows that voluntarily visit the MU sufficiently to attain milking frequencies that are satisfactory but also to reduce the amount of cows that need to be fetched to milking. Different types of methods that can stimulate the cow traffic to the MU can achieve this. When the cow traffic is planned, it is important to consider that cows are herd animals with ranking order. It has been found that cows of low social rank often spend more time waiting in front of the MU than cows of high social rank. In experiments with forced cow traffic cows spend more time waiting than in free cow traffic. Waiting time affects the behavioral need of time for eating and laying down for cows of low social rank and it may also lead to lameness. Free cow traffic has been found to have a positive effect on feeding behavior and forage consumption. It has also been shown that waiting times in front of MU is lower in free cow traffic compared to forced and selective traffic. Therefore, Free cow traffic is the most preferable cow traffic system. However, milking frequencies in free cow traffic has not been shown to be as satisfactory as in controlled cow traffic. There is a possibility to attain satisfactory milking frequencies and at the same time reduce the amount of cows that need to be fetched by feeding the cows with different types of feed in the MU. AMR is a new system and most studies have been conducted on large-scale, pasture-based dairy production. Feeding cows with either concentrate or roughage in conjunction with AMR may be important to get the cows to frequently visit the AMR.

Inledning

Principen för automatiska mjölkningssystem bygger på att korna själva rör sig mellan foderavdelning, kraftfoderautomater, vatten, liggavdelning och mer eller mindre frivilligt uppsöker mjölkningseenheten (ME) (de Koning och van de Vorst., 2002; Svennersten-Sjaunja och Pettersson 2008). Det är kornas förflyttning mellan dessa enheter som begreppet kotrafik syftar till (Kolbach et al., 2013) men kan också syfta till hur envägs- eller kontrollgrindar dirigerar korna i ladugården (Jacobs och Siegford 2012). I litteraturen förekommer i huvudsak tre typer av kotrafik; styrd, fri (Ketelaar-de Lauwere 1998; de Koning och van de Vorst 2002) och selektiv kotrafik men det finns även varianter och kombinationer av dessa (Stefanowska et al., 1999b; Melin et al., 2006).

Under 1990-talet utvecklades det första automatiska mjölkningssystemet (AMS) i Nederländerna och 1998 togs den första mjölkningsroboten i bruk i Sverige (Gustafsson 2009). Sedan dess har antalet AMS-anläggningar i Sverige ökat och idag finns 932 stycken gårdar med AMS registrerade i Kokontrollen (rapporteringssystem för mjölkproducenter i Sverige) (Stormwall, 2014. Personligt meddelande).

Den tekniska utvecklingen av AMS har under tiden gått framåt och 2009 togs en prototyp av den första automatiska mjölkningsskarusellen (AMR) fram och testades vid Elizabeth Macarthur Agricultural Institute i Australien (Kolbach et al., 2013). År 2012 togs den första AMRTM i bruk på en kommersiell betesdrift i Tasmanien (DeLaval 2014). Idag, två år senare, meddelar företaget att vid 2014 års slut kommer 10 stycken AMR att vara i drift.

Planering och val av kotrafik är viktigt för att få korna att ofta uppsöka ME och därmed leda till tillfredställande antal mjölkningar per dygn men också för att få ned andelen kor som måste hämtas för mjölkning. Detta är av betydelse då ökad mjölkningsfrekvens kan leda till ökad mjölkavkastning (Erdman och Varner 1995; Hale et al., 2003; Løvendahl och Chagunda 2011). Beroende på hur kotrafiken planeras påverkar den också kornas naturliga beteenden och tidsbudget. Styrd kotrafik har exempelvis visat sig att negativt påverka kors ätbeteende (Melin et al., 2007) och påverkar kornas möjlighet att utöva synkroniserade beteenden (Hurnik, 1992).

Denna litteraturstudie syftar till att utreda hur man på olika sätt kan styra eller motivera korna att besöka ME. Hur kan de olika metoderna påverka mjölkningsfrekvens, hämtningar till ME och kornas beteende? Är någon typ av kotrafik att föredra ur dessa avseenden? Då AMR är relativt nytt är det också intressant att undersöka hur kotrafiken i stallar försedda med AMR ska utformas.

Kors tidsbudget och naturliga beteenden

I AMS kan kors tidsbudget påverkas av stallens utformning och kotrafik (Munksgaard et al., 2005). Kunskap om kors tidsbudget och naturliga beteenden är därför av vikt då kotrafik planeras i mjölkproduktion med AMS.

I AMS, liksom i andra inhysningssystem, ska korna, utöver att bli mjölkade, hinna med att vila, äta, dricka och utföra sociala aktiviteter (Gomez och Cook, 2010). Det är dessa aktiviteter som tillsammans utgör kors tidsbudget. Under en 24-timmarsperiod kan kor spendera 4-14 timmar på att äta, vilket de föredrar att göra dagtid (Broom och Frasier, 2007). Under samma period dricker de vanligtvis en till fyra gånger och tillbringar 9-12 timmar på att ligga ned. Det har visat sig att kor i lösdriftssystem föredrar att ligga ned 12-13 timmar av dygnet om de ges möjlighet (Munksgaard et al., 2005). Kor har dessutom låg motivation till

att bli mjölkade i jämförelse mot att äta eller ligga ned (Prescott et al., 1998). Tid som exempelvis spenderas på att vänta framför ME påverkar kors tidsbudget negativt och är beroende av rangordningen (Ketelaar-de Lauwere et al., 1996).

Kor är flockdjur och föredrar att utföra sociala aktiviteter såsom att äta, vila och förflytta sig synkroniserat (Hurnik 1992). Hos en flock kor finns alltid en rangordning vilken syftar till den hierarki som uppstår mellan kor i konkurrenssituationer (Phillips, 2008). I produktionssystem med lösdrift är tillgång till utrymme en av de främsta orsakerna till konkurrens. Det kan exempelvis gälla utrymmen som gåingar eller väntfålla innan ME. En dominant, ledande ko visar sin höga rang för andra kor genom att hävda utrymme runt sig själv.

Då en dominant ko hävdar sig kan hon göra det genom att stängas eller knuffas mot en ko av lägre rang (Phillips, 2008). Detta aggressiva beteende kan, i en lösdrift med AMS, verka negativt på den ko som är av lägre rang då hon kan tvingas flytta på sig eller bli stående under längre tid på en plats för att undkomma aggressiva beteenden från dominanta kor. Stående under längre tider kan orsaka hälta vilket inte bara kan ge smärta utan också kan verka negativt på kors motivation att besöka ME då det begränsar deras rörelser (Klaas et al., 2003).

Kotrafiksystem

I styrd kotrafik måste korna alltid passera ME för att komma till foder- eller liggavdelningar (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998). I fri kotrafik finns inga grindar som begränsar kornas tillgång till foder- eller liggavdelningar och korna kan på så sätt själva bestämma när de äter, vilar eller uppsöker ME. I selektiv kotrafik styrs korna delvis genom kontrollgrindar mellan de olika avdelningarna (Stefanowska et al., 1999b). Kontrollgrindarna läser av kons identitet från en transponder och kan från denna avgöra om kon har mjölkningstillstånd eller ej. När en ko som har mjölkningstillstånd passerar en kontrollgrind kommer denna att styra kon till mjölkning därefter släpps kon till foder- och liggavdelning. Då en ko inte har mjölkningstillstånd styr kontrollgrinden kon direkt till foder- /eller liggavdelning.

Styrd kotrafik har visat sig inverka negativt på kors synkroniserande beteenden (Hurnik 1992; Ketelaar- de Lauwere et al., 1998) och deras naturliga ätbeteende (Melin et al., 2007). Fri kotrafik är ett bättre alternativ sett till kors naturliga beteende (Ketelaar-de Lauwere 1998). Vid fri kotrafik har det dessutom visat sig att grovfoderintag ökar samt att idissling verkar ske under längre stunder (Melin et al., 2007) jämfört med styrd och selektiv kotrafik.

De, på den svenska marknaden, ledande tillverkarna av AMS; DeLaval och Lely (Stormwall, 2014. Personligt meddelande) har båda föreslagna koncept för kotrafik anpassade efter respektive fabrikat. Lely förespråkar fri kotrafik (Lely 2014) medan DeLaval har utvecklat Feed first som är en kombination av fri och selektiv kotrafik (DeLaval 2014). Feed first baseras på att korna alltid har tillgång till foderavdelning men då de ska förflytta sig till liggavdelningen måste de passera en kontrollgrind. Kontrollgrinden dirigerar korna till ME beroende på om de har mjölkningstillstånd.

Kotrafik i AMR

AMR utvecklades av De Laval AB för att tillgodose behovet av mjölkningssystem främst anpassade för storskalig, betesbaserad mjölkproduktion (Kolbach et al., 2013). Den typ av kotrafik för system med betesdrift och AMR redovisas i studier som fri kotrafik (Kolbach et al., 2013; Scott et al., 2014).

På Nationellt forskningscentrum för lantbrukets djur, Lövsta i Uppsala, Sveriges Lantbruksuniversitet, finns en AMR som används i en inomhusdrift (Dahlgren 2013). Mjölkkorna går i en lösdrift men hämtas två gånger dagligen till AMR för mjölkning. I dagsläget praktiseras inte att korna går fritt mellan mjölkningsenheten och de avdelningar de hålls i. Det råder alltså ingen kotrafik där korna på egen hand uppsöker AMR för mjölkning.

Mjölkningsfrekvens

I en studie av Løvendahl och Chagunda (2011) framgick det att de kor i AMS med högst mjölkavkastning också var de kor som hade högst mjölkningsfrekvens (dvs. de kor som oftast besökte ME). I tidigare studier av mjölkningsfrekvens i manuella mjölkningssystem visades att en ökad mjölkningsfrekvens från två till tre (Erdman och Varner 1995) eller två till fyra (Hale et al., 2003) mjölkningar om dagen gav en ökad mjölkavkastning av 3,5 kg respektive 3,3 kg energikorrigerad mjölk/dag. Mjölkning tre gånger om dagen har även visat sig öka fodereffektiviteten (megajoule omsättbar energi per kilo energikorrigerad mjölk) jämfört med mjölkning två gånger om dagen (Österman och Bertilsson, 2003) vilket är en del av förklaringen till att mjölkavkastningen stiger med ökad mjölkningsfrekvens. Ökat antal mjölkningstillfällen per dag kan dessutom ge positiv effekt på kornas välfärd såsom förbättrad smidighet i rörelser då korna ligger och står (Ipema et al., 1988) och att korna tenderar att ligga ned längre stunder efter mjölkning (Österman och Redbo, 2001). Det har dock observerats att ökad mjölkavkastning kan verka negativt på kors tid att ligga ned (Norrington et al., 2012).

Melin et al., (2005b) visade i ett försök med tidsinställda kontrollgrindar att kor som efter mjölkning åter gavs mjölkningstillstånd efter fyra timmar hade i genomsnitt högre mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning än kor som gavs mjölkningstillstånd efter åtta timmar. Stefanowska et al., (1999a) fann att såväl mjölkningsfrekvens som kornas naturliga beteenden och tidsbudget påverkas positivt av kontrollgrindar och att då dessa i ett annat försök avlägsnades upptäcktes att kotrafiken blev långsam vilket minskade mjölkningsfrekvensen (Stefanowska et al., 1999b).

Av studier framgår att ju mer styrd kotrafiken är desto högre är mjölkningsfrekvensen och fler mjölkningstillfällen erhålls än i fri kotrafik (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998; Forsberg et al., 2008). Det förklaras av att i styrd kotrafik är passering genom ME den enda vägen till foderavdelningen och korna drivs av motivationen till födan (Prescott et al., 1998; Ketelaar-de Lauwere et al., 1998).

Då fri kotrafik används i produktionssystem med AMR finns viss problematik avseende antalet mjölkningsbåsar i robotskarusellen då samtliga båsar, under vissa perioder av dygnet eller i produktionssystem med säsongsbunden kalvning, inte fylls upp (Kolbach et al., 2013). Detta påverkar systemets renlighet och effektivitet negativt och därför har försök genomförts för att på olika sätt inaktivera 50 % av de totalt 16 mjölkningsbåsar, i en prototyp för AMR; 8, 4, 2 eller 1 efter varandra följande inaktiverade båsar. I studien upptäcktes att sättet som båsen inaktiverades på hade försumbar påverkan på kotrafiken. Däremot upptäcktes att ju fler på varandra följande båsar som var aktiverade/inaktiverade desto mer mjölk kunde mjölkas per minut av robotens drifttid.

Hämtningar till mjölkning

I mjölkproduktioner med AMS måste kor som inte blivit mjölkade efter viss tid bli hämtade och fösta till ME av djurskötare (de Koning och van de Vorst). Tiden som går från ett mjölkningstillfälle till nästa refereras till som mjölkningsintervall och det kan variera

beroende på vilken typ av mjölkproduktion som drivs. I stallbaserad mjölkproduktion hämtas vanligen korna efter att mjölkningsintervallet överstigit 12 timmar. I Storskaliga betesproduktioner med AMS accepteras längre mjölkningsintervall, upp till 16 timmar (Lyons et al., 2013). Hämtningar av kor med överskridet mjölkningsintervall är ett av de arbetsmoment i AMS som fortfarande kräver mänsklig arbetskraft (Gustafsson, 2009). Graden av hämtningar kan påverkas av utfodring, skötsel, kotrafik och hur stallet och dess inredning är planerat (Jacobs och Siegfried 2012).

Mjölkningsintervall kan variera bland kor i en besättning och då variationerna är stora kan höga celltal ses som ett resultat i den sammanslagna tankmjölken (Svennersten – Sjaunja och Pettersson 2008). Variationerna kan exempelvis bero på driftstopp i ME men även på orsaker som kan stoppa upp trafiken av kor till ME. Detta kan leda till att vissa kor får längre mjölkningsintervall än andra. På sikt kan de höga celltalen, som variationerna i mjölkningsintervallen innebär, påverka kornas juverhälsa negativt.

Mjölkproduktion med AMS är beroende av en hög andel kor som frivilligt uppsöker ME för att erhålla en tillfredställande mjölkningsfrekvens (de Koning och van de Vorst., 2002; Svennersten – Sjaunja och Pettersson 2008) men också för att minimera andelen kor som måste hämtas (Jacobs och Siegfried 2012). Enligt Bach et al., (2012) är hämtningar av kor till ME en av de främsta faktorerna som gör att mjölkproducenter med AMS inte kan dra ned på arbetsbehovet. I Kokontrollen finns idag ingen specifik rapporteringsfunktion av tidsåtgång för hämtningar (Steen, 2014. Personligt meddelande).

Foder som motivation i kotrafiksystem

Grovfoder

Fri tillgång på foder kan vara ett effektivt sätt att få tillfredställande mjölkningsfrekvenser. För att erhålla optimal kotrafik är det en förutsättning att det finns grovfoder tillgängligt för korna dygnet runt (de Koning och van de Vorst, 2002). Om fodret tar slut eller foderbord står tomma under upprepade tillfällen av dygnet kan det resultera i en minskning av antalet mjölkningstillfällen (Harms et al., 2005). Emellertid kan fri tillgång på grovfoder i system med fri kotrafik också leda till långa mjölkningsintervall (tid från ett mjölkningstillfälle till ett annat) och ökad andel kor som behöver hämtas av personal för mjölkning (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998).

Mjölkningsfrekvensen kan påverkas av vilken typ av grovfoder som serveras korna i foderavdelningen (Rodenburg et al., 2002). Då fullfoder (TMR) eller blandfoder (PMR) finns tillgängligt tenderar kraftfodergivan i ME inte att motivera korna tillräckligt. Dessa typer av grovfoder kan eventuellt bidra till lägre frekvens av frivilliga besök i ME och kan öka andelen hämtningar av kor.

Lyons et al., (2013) jämförde utfodring av PMR i foderavdelningen antingen före eller efter mjölkning i en AMR (fri kotrafik) för att undersöka hur kotrafiken påverkades. Det visade sig att de kor som erbjöds foder före mjölkning återbesökte foderavdelningen (området innan AMR) fortare och att de behövde hämtas mindre ofta än de kor som erbjöds foder efter mjölkning. Däremot hade de kor som fodrats före mjölkning något längre mjölkningsintervall vilket ansågs vara ett resultat av att tiden som det tog för korna att äta spenderades innan de mjölkades.

Kraftfoder

I ME i AMS ges korna i regel en kraftfodergiva under tiden de mjölkas. Givan fyller en motiverande funktion för korna att gå in i ME (Prescott et al., 1998) men har också visat sig ge andra positiva effekter som exempelvis ökat mjölkflöde, minskad mjölkningstid (Johansson et al., 1999) och ökad mjölkavkastning (Svennersten et al., 1995). Däremot har det visat sig att större kraftfodergivor inte minskar andelen hämtningar av kor i AMS vilket tyder på att större mängder kraftfoder inte ökar motivationen för korna att uppsöka ME (Bach et al., 2012). Däremot sågs en tendens till minskat grovfoderintag hos korna.

I dag finns ännu ingen kraftutfodring i AMR. Men i ett försök som gjordes av Kolbach et al., (2013) visades att en liten kraftfodergiva i anslutning till kornas påstigning av AMR positivt påverkade kotrafiken till robotkarusellen. En fodergiva i AMR:ens bås tros vara nödvändig för att motivera kornas påstigning av denna (Kolbach et al., 2013). Scott et al., (2014) visade att kötider utanför en AMR i betesdrift mer än halverades då en kraftfodergiva gavs i robotkarusellen.

Kotrafik i samband med bete

Enligt djurskyddsförordningen (1988:539 10§) ska mjölkkor i Sverige äldre än 6 månader hållas på bete sommartid. Beroende på var i landet korna hålls regleras utevistelsen olika men minsta sammanhängande tid är två månader (SJVFS 2010:15 26§). Kotrafik måste därför inte bara fungera då korna hålls inomhus utan också på bete.

I Sverige hålls mjölkkor i huvudsak hålls ute endast under några få månader på sommaren men i länder med ett gynnsamt klimat för grästillväxt, som exempelvis Australien och Nya Zeeland, kan mjölkkorna kan hållas utomhus på bete året runt och där kan nära 100 % av födointaget utgöras av bete eller konserverat grovfoder (Jago et al., 2007). Betestillgångarna i dessa länder möjliggör storskalig produktion och korna hålls ofta på stora områden där de vanligen vägleds genom en selektionsgrind, placerad centralt mellan ME och olika betesfällor (Clark et al., 2014; Jago et al., 2007). Då kor erbjuds kraftfoder i anslutning till ME, i betesbaserade produktionssystem, är det inte säkert att kraftfodret motiverar korna att besöka ME så ofta att mjölkningsfrekvensen ökar (Jago et al., 2007). Det som däremot tenderar att motivera korna att besöka ME har visat sig vara då de erbjuds nya betesplatser (Jago et al., 2004; Lyons et al., 2013). Hur ofta, när på dygnet och var korna erbjuds nya betesplatser har visat sig vara faktorer som kan påverka kotrafiken till ME (Lyons et al., 2013).

I Sverige kom Spörndly och Wredle (2004) fram till att kor som hade ett kortare avstånd (50 meter till ME) hade en högre mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning än kor som hade längre än 260 meter. I försöket gavs 3 kg torrsubstans (TS) ensilage inne i ladugården både till en grupp kor med kort avstånd och en grupp med långt avstånd mellan ME och bete. En tredje grupp, med lång väg till bete, fick fri tillgång på ensilage inne i ladugården. Den tredje gruppen hade inte högre mjölkningsfrekvens eller högre avkastning till följd av den fria tillgången till grovfoder. Däremot sågs en tendens till sänkning av mjölkningsfrekvens under den senare delen av betessäsongen samt att andelen hämtningar var flest i denna grupp. Spörndly och Wredle (2004) drog slutsatsen att det är fördelaktigt med korta avstånd från bete till ME, att lantbrukaren noga måste observera sin kor så att de äter tillräckligt och att grovfoder bara behöver ges som komplement när betets kvalitet och kvantitet inte kan tillgodose kornas näringsmässiga behov.

Stallet utformning och kotrafik

Stallbyggnadens konstruktion kan påverka kotrafiken och kornas beteende (Jacobs et al., 2012). Utformningen av gångar och utrymmen runt om AMS påverkar tillgängligheten för

korna till ME och kan således även påverka kornas välfärd och benägenhet att uppsöka ME. Att utforma gångar som är tillfälligt breda för att underlätta för kor att passera varandra utan problem kan bidra till att effektivisera kotrafiken och därmed öka mjölkningseffektiviteten (Stefanowska et al., 1999a). Gångar i stallet bör vara konstruerade så att kor kan se tillräckligt långt framför sig för att följa varandra och det bör inte uppstå skarpa svängar som av kor kan uppfattas som återvändsgränder (Grandin, 1997). Detta beror på att kor har synfält och vidvinkelsyn som är konstruerade så att de har ett begränsat djupseende (Phillips, 2010).

I vissa mjölkningssystem föregås ME av en väntfälla för att säkerställa att korna passerar ME (Uetake et al., 1997). Väntfällan kan vara helt öppen utan begränsande grindar (Melin et al., 2007) eller stängd med en envägsgrind som leder korna in i väntfällan och där passage genom ME är den enda vägen ut från väntfällan (Hermans et al., 2003). Det finns även system där väntfälla utesluts helt och där korna, baserat på mjölkningstillstånd, blir mjölkade i ME eller via ME blir dirigerade till foder- eller liggavdelning (Stefanowska et al., 1999a). På liknande sätt fungerar även system med selektionsgrind före ME där kon endast passerar ME då selektionsgrinden har verifierat mjölkningstillstånd för kon (Stefanowska et al., 1999b).

Väntfällan påverkar kotrafiken och kornas förflyttning i ladugården då korna kommer att spendera viss tid i väntfällan med att vänta och köa för att bli mjölkade. Forsberg et al., (2008) såg i ett försök, där fri, styrd och selektiv kotrafik jämfördes, att styrd och selektiv kotrafik påverkade lågrankade kor genom att dessa kor fick tillbringa mer tid med att köa och vänta utanför ME i dessa system jämfört med fri kotrafik. Det har även visat sig i andra försök att kor av lägre rang spenderar mer tid i kö, innan ME, än kor av hög rang (Keteelaar-de Lauwere et al., 1998; Melin et al., 2006). Kor som spenderar lång tid med att vänta riskerar att tillbringa mindre tid med att äta (Uetake et al., 1997) och vila (Gomez and Cook 2010). De sistnämnda forskarna har dessutom visat att kor som spenderar lång tid med att stå dessutom riskerar att drabbas av hälta.

I ett examensarbete av Dahlgren (2013) undersöktes hur väntfällans utformning framför AMR påverkade kors beteende. Det visade sig att när väntfällan var konstruerad likt en envägsfil, där korna stod en och en på kö snarare än i en klunga, erhöles kortare väntetid för korna och mindre tidsåtgång för personal att driva djuren framåt. Resultatet kan förklaras av att korna bara har en väg att gå och enkelt kan följa varandra (Grandin, 1997). En annan förklaring kan vara kors dåliga djupseende vilket gör dem osäkra och mer benägna till att tveka framför ME (Phillips, 2010).

Diskussion

Hur korna motiveras och vägleds genom ett automatiskt mjölkningssystem har i studier visat sig viktigt med hänsyn till kornas beteenden och tidsbudget (Uetake et al., 1997; Ketelaar-de Lauwere 1999; Stefanowska et al., 1999b; Melin et al., 2007). Flera studier har också poängterat att det är viktigt att kotrafiken bidrar till en effektiv produktion med höga mjölkningsfrekvenser (de Koning och van de Vors 2002; Lovendahl och Chagunda 2011) och få hämtningar av kor till ME (Bach et al., 2012; Munksgaard et al., 2011) såväl inomhus som på bete.

Kors naturliga beteenden och tidsbudget

Försök har visat att mjölkningsfrekvensen är högre med styrd jämfört med fri kotrafik (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998). Hurnik (1992) antydde att styrd kotrafik kan inverka negativt på kors behov av att äta, vila och förflytta sig synkroniserat. Detta observerade även Ketelaar-de Lauwere et al., (1998) i försök med styrd kotrafik. Trots högre

mjölkkningsfrekvens jämfört med fri kotrafik kom Ketelaar-de Lauwere et al., (1998) fram till att styrd kotrafik inte borde användas då det har negativ påverkan på kors naturliga beteenden och att kor av låg rang verkade spendera längre tid med att vänta framför ME jämfört med kor av hög rang.

Försök har också genomförts där jämförelser mellan fri, styrd, och (även) selektiv kotrafik gjorts (Melin et al., 2007; Forsberg et al., 2008). Från dessa försök fann man mer specifikt att fri kotrafik resulterar i högre grovfoderintag och att kor idisslar längre (Melin et al., 2007). Fri kotrafik resulterade också i fler antal ättillfällen men också i att lågrankade kor verkade spendera kortare tid med att vänta framför ME vid fri kotrafik jämfört med styrd och selektiv kotrafik (Forsberg et al., 2008).

Ketelaar-de Lauwere et al., (1998) ansåg att, istället för att utveckla den styrda kotrafiken, borde optimering av den fria kotrafiken ses över för att öka mjölkkningsfrekvens utan att inverka negativt på kors naturliga beteenden. Melin et al., (2007) och Forsberg et al., (2008) kom fram till, i linje med de tidigare författarna, att fri kotrafik är att föredra. Det är ställningstaganden som är motiverade utifrån kornas perspektiv då det är viktigt att de får utrymme för sin tidsbudget dvs. tillräckligt med tid till att äta, dricka, vila och utföra sociala aktiviteter (Gomez och Cook, 2010). Samtidigt måste hänsyn tas till att mjölkkningsfrekvensen i fri kotrafik har visat sig vara lägre vilket kan påverka mjölkproducentens ekonomi. Melin et al (2005b) och Stefanowska et al., (1999a) fann att tidsinställda kontrollgrindar kan vara positivt både för mjölkkningsfrekvens och för kornas tidsbudget och naturliga beteenden jämfört mot styrd kotrafik. Då andra försök (Melin et al., 2007; Forsberg et al., 2008) visat att selektiv kotrafik i jämförelse mot fri kotrafik inte påverkar kornas tidsbudget och ätbeteenden lika positivt kan det vara intressant att undersöka hur grindarna ska tidsinställas för att inte inkräkta på kornas tidsbudget och naturliga beteenden men samtidigt öka mjölkkningsfrekvensen. Kanske kan tidsinställda kontrollgrindar vara en lösning för att få upp mjölkkningsfrekvenser och samtidigt inte påverka kornas tidsbudget och naturliga beteenden i lika stor utsträckning som styrd kotrafik. Det kan dock vara relevant att ställa dessa fördelar mot frågan om hur stora investeringskostnader och kostnader för underhåll av kontrollgrindar är för mjölkproducenten?

Utformningen av utrymmen och gångar i anslutning till ME har visat sig viktig för kors naturliga beteenden och får inte vara konstruerade på sådant sätt att de orsakar att kor (främst kor av låg rang) får långa väntetider, vilket kan inkräkta på deras tidsbudget och kan resultera i hälta. Som tidigare nämnt påverkar långa väntetider speciellt ranglåga kor negativt.

Mjölkkningsfrekvens

Melin et al., (2005b) visade att kor som, i selektiv kotrafik, oftare gavs mjölkkningsstillstånd hade högre mjölkkningsfrekvens och mjölkavkastning. I flera försök har selektiv kotrafik visats bidra till ökad mjölkkningsfrekvens då den jämförts mot fri kotrafik (Stefanowska et al., 1999a; Stefanowska et al., 1999b). Oavsett om ökad mjölkkningsfrekvens har visats som resultat av kotrafik med olika styrningsgrad, selektivt med kontrollgrindar (Stefanowska et al., 1999a; Melin et al., 2005b) eller styrd (Ketelaar- de Lauwere et al., 1998), är det viktigt att komma ihåg att även i dessa system är motivationen till föda det som får korna att initialt uppsöka en kontrollgrind eller ME.

Fri tillgång på grovfoder har i försök där fri kotrafik och styrd kotrafik jämförts resulterat i långa mjölkkningsintervall (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998) och, som diskussionsavsnittet ovan behandlat, ökad andel kor som behöver hämtas. Det har även antytts att ju mer styrd

kotrafiken är desto högre är mjölkningsfrekvensen (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998). Samtidigt har andra studier pekat på vikten av att det finns grovfoder tillgängligt dygnet runt (de Koning och van de Vorst 2002) för att inte mjölkningsfrekvensen ska påverkas negativt (Harms et al., 2005). Rodenburg et al., (2002) gav kanske ett svar, på de något motsägelsefulla påståendena, då de antyder att mjölkningsfrekvensen tros bero på vilken typ av grovfoder som utnyttjas. Grovfoder med inblandning av kraftfoder uppges få kor mindre benägna att uppsöka ME. Det verkar därför relevant att antyda att framtida studier borde fokusera på foderkomposition.

Försök med större kraftfodergivor i ME verkar inte påverka mjölkningsfrekvensen (Bach et al., 2012). Då en tendens till minskat grovfoderintag noterades i samma försök kan det eventuellt antas att grovfodrets smaklighet inte var mer tillfredställande än kraftfodrets. Det verkar snarare vara kraftfodergivans grad av smaklighet som påverkar besöksfrekvensen, och därmed mjölkningsfrekvensen, än mängden kraftfoder.

På sommarbete har kortare gångsträckor mellan bete och ME visats positiva för mjölkningsfrekvensen (Spörndly och Wredle, 2004). Men i det försöket antydde också att kor som gavs tre kg TS ensilage förmådde besöka ME mer frekvent än kor med lika långt gångavstånd men som gavs fri tillgång på ensilage. Det kan tänkas att tre kg TS är tillräckligt för att motivera korna från betet in till mjölkning och att korna äter upp givan och sedan återgår till betet. Om korna däremot har fri grovfodertillgång verkar det leda till att korna stannar kvar inne för att äta och motiveras inte att cirkulera mellan bete och mjölkning tillräckligt ofta vilket skulle kunna leda till fler hämtningar och lägre mjölkningsfrekvens. Författarna antyder att grovfoder endast bör ges som komplement till bete om betes kvalitet och kvantitet inte uppfyller näringsmässiga krav. Så länge betet är tillräckligt måste därför korna utnyttja betet men samtidigt gå till mjölkning ofta för att produktionen ska kunna fungera även under betesmånaderna. Om korta avstånd kan hållas verkar det vara fördelaktigt för att korna ska besöka ME oftare.

Antagligen är ingen mjölkgård den andra lik vad gäller avstånd mellan bete och ME. Och det är antagligen i detta påstående en del av problematiken ligger. Många producenter med AMS har inte själva kunnat välja exakt hur deras stall ska vara placerat. Om det är ett gammalt stall har det placerats där på gamla premisser och om det är ett nybyggt stall har det oftast stått ett gammalt där innan som utgjort en förvald plats åt det nya. Jämfört med storskalig betesproduktion där produktionen är anpassad efter rådande betestillgång i landet är mjölkproduktionen i Sverige inte anpassad efter sommarbetet utan efter den stallbaserade produktion som råder under större delen av året. Det gör det därför svårt att erhålla de mjölkningsfrekvenser, som uppnås under stallperioden, när korna sedan släpps ut på sommarbete. Producenten måste noga kontrollera kvantitet och kvalitet av sitt bete men måste också observera hur korna beter sig under betesperioden för att ta reda på hur mjölkningsfrekvensen kan ökas i just sin produktion.

Hämtningar

Fri tillgång på grovfoder har i system med fri kotrafik visat sig leda till fler hämtningar (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998; Forsberg et al., 2008). Liknande resultat har även erhållits då kor på sommarbete erbjudits fri tillgång på ensilage inne i ladugården (Spörndly och Wredle 2004). Korna i försöken av Ketelaar- de Lauwere et al. (1998) och Spörndly och Wredle (2004) hade tillgång till gräsensilage medan korna i försöket av Forsberg et al., (2008) hade tillgång till PMR.

Rodenburg et al., (2002) påpekade att då kor erbjuds TMR eller PMR finns en eventuell risk att andelen hämtningar ökar. Både PMR och TMR innehåller kraftfoder i olika grad vilket kan vara en förklaring till att korna då de ges denna typ foder inte upplever kraftfodergivan i ME lika attraktiv.

I situationer med fri tillgång på grovfoder ((Ketelaar-de Lauwere et al., 1998; Spörndly och Wredle 2004) och eller utfodring av PMR (Rodenburg et al., 2002) kan en trolig förklaring vara att korna känner sig mer motiverade att stanna kvar vid foderbordet och äta än att besöka ME med anledning av kors högre motivation till att äta framför att mjölkas (Prescott et al., 1998). Det är av intresse att i framtiden utreda betydelsen av kraftfoderandelen i TMR och PMR för att minimera hämtningar.

Bach et al. (2012) visade att ökade mängder kraftfoder i ME inte resulterade i minskad andel hämtningar. Som diskuterats, i avsnittet om mjölkningsfrekvenser ovan, kanske kornas motivation att besöka ME snarare ökas då kraftfodret är extra smakligt och kan därmed generera i färre hämtningar och ökad mjölkningsfrekvens.

Hämtningar påverkar arbetsbehovet i en AMS och påstås vara en anledning till att mjölkproducenter inte kan dra ned på arbetsbehovet (Bach et al., 2012). I Kokontrollen finns idag inga uppgifter om tidsåtgång för hämtningar i mjölkproduktioner med AMS (Steen, Personligt meddelande 2014). Uppgifter om tidsåtgång vid hämtningar såväl i ladugården som ute på bete vore önskvärt för att sättas i relation till typ av kotrafik och utfodring men också för att befästa behovet av forskning på området.

AMR

Den litteratur som idag finns att tillgå om AMR är i huvudsak studier från en prototyp av AMR vid Elizabeth Macarthur Agricultural Institute i Australien (Kolbach et al., 2013; Lyons et al., 2013; Scott et al., 2014). Prototypen används i en betesbaserad mjölkproduktion med fri kotrafik. I sådana system har det visat sig att då korna erbjuds nytt färskt bete motiveras de att uppsöka ME (Jago et al., Lyons et al., 2013). Även i detta system drar man alltså nytta av kors motivation till att äta heller än att bli mjölkade (Prescott et al., 1998).

Kolbach et al., (2013) testade att ge korna en liten kraftfodergiva i anslutning till att korna skulle gå på robotkarusellen. Det visade att korna blev mer motiverade att stiga upp på AMR:en än då de inte erbjöds kraftfodergivor i karusellens bås. Det bekräftades även av Scott et al., (2014) som dessutom fann att köer mer än halverades då korna erbjöds kraftfoder i AMR. Det visar sig alltså fördelaktigt att utfodra korna med en kraftfodergiva i AMR. Jago et al., (2007) antydde att kraftfodergivor i samband med mjölkning, i betesbaserade mjölkproduktioner, inte säkert bidrog till ökade mjölkningsfrekvenser. I detta nya system kan det till en början främst handla om att få korna tillräckligt motiverade till att bara stiga upp på mjölkningsskarusellen.

Lyons et al., (2013) visade att utfodring av PMR framför AMR bidrog till att korna tidigare återbesökte AMR-området än om de utfodrades efteråt. Däremot erhöles längre mjölkningsintervall vilket antogs vara ett resultat av att korna spenderade tid att äta i foderavdelningen. Det är inte helt omöjligt att mjölkningsintervallet kan kortas ned genom att undersöka betydelsen av kraftfoderinblandningen i PMR då det, som tidigare antytts i denna diskussion, påverkar mjölkningsfrekvensen.

Ett försök av Dahlgren (2013) genomfördes på en AMR i en stallbaserad mjölkproduktion. Försöket syftade till att utreda hur kors beteenden påverkades av väntfällans utformning innan AMR. Dahlgren (2013) fann att då väntfällan var konstruerad så att djuren stod på kö snarare än i en klunga verkade den positivt på korna, som spenderade mindre tid med att vänta samt att arbetet med att fösa korna framåt underlättades för personalen. Det är positivt för kor att undgå långa väntetider, vilket kan inverka negativt på deras tidsbudget (Gomes och Cook 2010). Dessutom kan lång tid som kon spenderar stående på sikt resultera i hälta (Klaas et al., 2003).

AMR är ett nytt system och mer litteratur på området kan förmodas bli publicerat i den närmsta framtiden. Det är förståeligt att den mesta publicerade litteraturen på området kommer från försök vid Elizabeth Macarthur Agricultural Institute i Australien då det var här den första prototypen installerades (Kolbach et al., 2013). Men också för att AMR uppges ha tagits fram för att tillgodose behovet av ett mjölkningssystem främst anpassat för storskalig, betesbaserad produktion. Det är dock befogat att önska att studier görs på hur kotrafik fungerar med AMR i stallbaserade produktionssystem. Hur kommer AMR att användas i framtiden? Kommer korna hämtas för mjölkning av personal eller kommer korna gå fritt och vägledas till AMR via någon typ av kotrafik? Hur kommer kotrafiken i så fall att utformas? Detta är frågeställningar som kanske kommer behöva besvaras för att ta reda på hur AMR ska användas på bästa sätt både för kor och mjölkproducenter.

Slutsats

Det finns många olika metoder att styra eller motivera kor till att uppsöka ME men oavsett om kotrafiken är fri, styrd, selektiv eller om kotrafik undersöks i betesbaserad produktion, på sommarbete eller i stallbaserad produktion är motivationen till föda det som får korna att besöka ME. Fri kotrafik är att föredra framför styrd kotrafik med avseende på kors naturliga beteenden och tidsbudget. Då fri kotrafik visat sig resultera i låga mjölkningsfrekvenser och högre andel hämtningar skulle tidsinställda kontrollgrindar (selektiv kotrafik) kunna användas för att i mindre utsträckning negativt påverka kors beteenden och tidsbudget och samtidigt generera högre mjölkningsfrekvenser och lägre andel hämtningar. Som alternativ till/eller i kombination med kontrollgrindar kan det vara relevant att i mjölkproduktion med AMS fokusera på användandet av olika fodertyper och foderblandningar för att påverka mjölkningsfrekvensen och andelen hämtningar.

I betesdrift med AMR verkar det motiverat att utfodra antingen med en kraftfodergiva i anslutning till påstigning av AMR eller med tillskottsutfodring av PMR (eller annan grovfoderblandning) i en foderavdelning innan ME för att stimulera kotrafiken till AMR. För att kunna dra slutsatser om AMR i stallbaserad mjölkproduktion krävs att studier görs och publiceras om sådana system.

Litteraturförteckning

- Bach, A., Iglesias, C., Calsamiglia, S., Devant, M. 2007. Effect of Amount of Concentrate Offered in Automatic Milking Systems on Milking Frequency, Feeding Behavior, and Milk Production of Dairy Cattle Consuming High Amounts of Corn Silage. *Journal of Dairy Science* 90, 5049-5055.
- Broom, D. M., Fraser, A. F. 2007. *Domestic Animal Behaviour and Welfare*. 4. ed. Cambridge: CAB International.
- Clark, C. E. F., Kwinten N. B. P., van Gastel, D. A. J. M., Kerrisk, K. L., , N. A., Garcia, S. C. 2014. Differences in Voluntary Cow Traffic between Holstein and Illawarra Breeds of Dairy Cattle in a Pasture-based Automatic Milking System. *Asian Australasian Journal of Animal Science* 27, 587-591.
- Dahlgren, I. 2013. The effect of the shape of the waiting area on the behaviour of dairy cows in an automatic milking rotary system. Studentarbete/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, nr. 463, ISSN 1652-280X
- de Koning, K. & van de Vorst, Y. 2002. Automatic milking – changes and chances. Proceedings of the British mastitis Conference, Brochworth, Institute for Animal Health / Milk Development Council, 68-80.
- DeLaval. 2013. DeLaval AMR™ is a reality in Tasmania. <http://www.delaval.com/en/About-DeLaval/Innovation-at-DeLaval/AMR/> [2014-04-29].
- Djurskyddsförordningen. 1988. Stockholm. (SFS 1988:534).
- Erdman, R.A. & Varner, M. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *Journal of Dairy Science* 78, 1199-1203.
- Forsberg, A-M., Pettersson, G., Thune, R. Ö., Svennersten-Sjaunja, K., Wiktorsson, H. 2008. Influence of cow traffic and feeding systems on cows' behavior and performance when housed in a barn provided with an automatic milking system. Departement of Animal Nutrition and Management, Sveriges Lantbruksuniversitet. Science Kungsängen Research Centre S- 75323 Uppsala Sverige.
- Gomez, A. & Cook, N.B. 2010. Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. *Journal of Dairy Science* 93, 5772-5781.
- Grandin, T. (1997). The design and construction of facilities for handling cattle. *Livestock Production Science* 49, 103-119.
- Gustafsson, A. 2009. Automatiska mjölkningssystem – så påverkas arbetstid och arbetsmiljö JTI informerar 2009:10 Nelsson L. JTI Uppsala.
- Hale, S.A., Capuco, A.V. & Erdman, R. A. 2003. Milk Yield and Mammary Growth Effects Due to Increased Milking Frequency During Early Lactation. *Journal of Dairy Science* 86, 2061-2071.
- Harms, J., Pettersson, G., Wendl, G. 2005. Influence of social rank on animal behaviour of cows milked by an automatic milking system: implementation of automated procedures to estimate the rank and the length of stay in the feeding area. *Precision Livestock Farming '05*, 179–186.
- Hermans, G.G.N., Ipema, A.H., Stefanowska, J., Metz, J.H.M. 2003. The effect of two traffic situations on the behavior and performance of cows in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 86, 1997-2004.

- Hurnik, J. F. 1992. Ethology and technology: The role of ethology in automation of animal production processes. In: Prospects for Automatic Milking. EAAP Publ 65, 401.
- Ipema, A.H., Wierenga, H.K., Metz, J., Smits, A.C., Rosing, W. 1988. The effects of automated milking and feeding on the production and behaviour of dairy cows. In: Automation of feeding and milking; production, health, behaviour, breeding. Proceedings of the EAAP symposium, 11-44.
- Jacobs, J.A., Ananyeva, K., Siegford, J.M. 2012. Dairy cow behavior affects the availability of an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 95, 2186- 2194.
- Jacobs, J.A. & Siegford, J.M. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health and welfare. *Journal of Dairy Science* 95, 2227-2247.
- Jago, J.G., Davis, K.L., Copeman, P.J., Ohnstad, I., Woolford, M.W. 2007. Supplementary feeding at milking and minimum milking interval effects on cow traffic and milking performance in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Research* 74, 492-499.
- Johansson, B., Uvnäs-Moberg, K., Knight, C.H. & Svennersten-Sjaunja, K. 1999. Effect of feeding before, during and after milking on milk production and the hormones oxytocin, prolactin, gastrin and somatostatin. *Journal of Dairy Research* 66, 151-163.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Devir, S., Metz, J.H.M. 1996. The influence of social hierarchy in the time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 49, 199-211.
- Ketelaar-deLauwere, C.C., M.M.W.B. Hendriks, J.H.M., Metz, W.G.P. Schouten. 1998. Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *Applied Animal Behaviour Science* 56, 13-28.
- Klaas, I.C., Rousing, T., Fossing, C., Hindhede, J., Sørensen, J.T. 2003. Is lameness a welfare problem in dairy farms with automatic milking systems? *Animal Welfare* 12, 599-603.
- Kolbach, R., Kerrisk, K. L., Garcia, S. C., Dhand, N. K. 2013. Effects of bail activation sequence and feed availability on cow traffic and milk harvesting capacity in a robotic rotary dairy. *Journal of Dairy Science* 96, 2137–2146.
- Lely. (2014). Truly Animal Friendly. http://www.lely.com/en/milking/robotic-milkingssystem/astronaut-a4/why-lely_35/live-life-lely_2/truly-animal-friendly [2014-04-05].
- Lyons, N. A., Kerrisk, K. L., Garcia, S. C. 2013. Effect of pre-versus postmilking supplementation on traffic and performance of cows milked in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 96, 4397-4405.
- Løvendahl, P. & Chagunda, M.G.G. 2011. Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. *Journal of Dairy Science* 94, 5381-5392.
- Melin, M., Wiktorsson, H., Norell, L. 2005a. Analysis of feeding and drinking patterns of dairy cows in two cow traffic situations in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 88, 71-85.
- Melin, M., Svennersten-Sjaunja, K., Wiktorsson, H. 2005b. Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 88, 3913-3922.
- Melin, M., Hermans, G.G.N., Pettersson, G., Wiktorsson, H. 2006. Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area. *Applied Animal Behaviour Science* 96, 201-214.
- Melin, M., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K., Wiktorsson, H. 2007. The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems. *Applied Animal Behaviour Science* 107, 13-21.
- Munksgaard, L., Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Hansen, S.W., Matthews, L. 2005. Quantifying behavioural priorities- effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied*

Animal Behaviour Science 92, 3- 14.

Munksgaard, L., Rushen, J., de Passillé, A. M., Krohn, C. C. 2011. Forced versus free traffic in an automated milking system. *Livestock science*, 138, 244-250.

Norring, M., Valros, A., Munksgaard, L. 2012. Milk yield affects time budget of Dairy cows in tie-stalls. *Journal of Dairy Science* 95, 102-108

Phillips C. 2008. *Cattle Behaviour and Welfare*. 2. ed. Malden, MA, USA: Blackwell Science Ltd.

Phillips, C.J.C. 2010. *Principles of cattle production*. 2. ed. Cambridge: CAB International.

Prescott, N.B., Mottram, T.T., Webster, A.J.F. 1998. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 57, 23-33.

Rodenburg, J., Wheeler, B., McLean, J., Sinclair, M., West, B. 2002. Strategies for incorporating robotic milking into North American herd management. In *First North American Conference on robotic milking*, Toronto, Canada, 20-22 March, 2002. Wageningen Pers.

Scott, V. E., Thomson, P. C., Kerrisk, K. L., Garcia, S. C. 2014. Influence of provision of concentrate at milking on voluntary cow traffic in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 97, 1481–1490

Spörndly E. & Wredle, E. 2004. Automatic milking and grazing - Effects of distance to pasture and level of supplements on milk yield and cow behaviour. *Journal of Dairy Science* 87, 1702-1712.

Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. 2010. Jönköping. (SJVFS 2010:15).

Stefanowska, J., Ipema, A.H., Hendriks, M.M.W.B. 1999a. The behaviour of dairy cows in an automatic milking system where selection for milking takes place in the milking stalls. *Applied Animal Behaviour Science* 62, 99-114.

Stefanowska, J., Tiliopoulos, N.S., Ipema, A.H., Hendriks, M.M.W.B. 1999b. Dairy cow interactions with an automatic milking system starting with 'walk-through' selection. *Applied Animal Behaviour Science* 63, 177-193.

Svennersten, K., Gorewit, R., Sjaunja, L.O., Uvnäs-Moberg, K. 1995. Feeding during milking enhances milking-related oxytocin secretion and milk production in dairy cows whereas food deprivation decreases it. *Acta Physiology Scandinavia* 153, 309-310.

Svennersten-Sjaunja, K. & Pettersson, G. 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science* 86, 37-46.

Uetake, K., Hurnik, J.F., Johnson, L. 1997. Behavioral pattern of dairy cows milked in a two-stall automatic milking system with a holding area. *Journal of Animal Science* 75, 954-958.

Österman, S. & Redbo, I. 2001. Effects of milking frequency on lying down and getting up behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 70, 167-176.

Österman, S. & Bertilsson, J. 2003. Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: How does it effect feed intake and feed utilization? *Livestock Production Science* 82, 139-149.

Muntliga källor:

Steen, K. Produktionsrådgivare. Växa Sverige. Vetlanda.

Stormwall, E. Kunskaps- och utvecklingsansvarig Kokontrollen. Växa Sverige. Stockholm

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*