



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Kotrafik under betessäsongen i automatiska mjölkningssystem



Ulrica Robertsson

Examensarbete för kandidatexamen, 15 hp
Agronomprogrammet – Husdjur
Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **570**
Uppsala 2016

Kotrafik under betessäsongen i automatiska mjölkningssystem

Cow traffic during pasture season in automatic milking system

Ulrica Robertsson

Handledare: Eva Spörndly, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Bitr. Handledare: Martin Knicky, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Jan Olofsson, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0553

Program: Agronomprogrammet - Husdjur

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 570

Omslagsbild: Ulrica Robertsson

Nyckelord: Mjölkningsrobot, bete, mjölkningsfrekvens, mjölkningsintervall, mjölkkor, beteende, planering

Key words: Milking robot, grazing, milking frequency, milking interval, dairy cows, behavior, management

Sammanfattning

I ett automatiskt mjölkningssystem är en välplanerad kotrafik en förutsättning för att korna ska uppsöka mjölkningseenheten flera gånger per dygn. I Sverige är det lagkrav på att mjölkkor ska ha tillgång till utevistelse under betessäsongen. Detta gör det angeläget att kotrafiken fungerar väl för att automatisk mjölkning ska kunna kombineras med bete. Det kan vara en utmaning för lantbrukaren då korna under betessäsongen i större utsträckning synkroniserar sitt beteende vilket får följder som sänkt mjölkningsfrekvens, längre mjölkningsintervall och lägre utnyttjandegrad av mjölkningseenheten. För att upprätthålla samma höga produktionsnivå som under inomhussäsongen är det viktigt att ta hänsyn till de faktorer som motiverar korna att röra sig mellan ladugård och betesfålla. Det kan handla om vallgatans utformning, avståndet korna behöver gå mellan ladugård och bete, betets kvalitet, tillgång till vatten, grad av utfodring inomhus och vädret. Utöver dessa faktorer kan verktyg som kontrollerat utsläpp, justering av mjölkningstillstånd och betesstrategi användas för att dirigera kotrafiken i önskad riktning. Då ingen gård är den andra lik finns det många olika lösningar på hur kotrafiken organiseras. Som gemensam nämnare bör kotrafiken grunda sig på kornas beteende och rörelsemönster, övervakning av detta under hela betessäsongen kan ge information om vad korna föredrar. En flexibel plan kan då upprättas över hur kotrafiken ska organiseras på bästa sätt.

Abstract

In an automatic milking system a well-organized cow traffic is a prerequisite for the cows' voluntary visits to the milking robot several times a day. In Sweden there is a legal requirement that dairy cows must have access to pasture during the grazing season. In combining automatic milking and grazing it is important with a well-functioning cow traffic but this can be a challenge for the farmer. Compared with the indoor period, during the grazing season the cows synchronize their behaviour to a larger extent and that usually has a negative impact on the milking frequency, milking interval and utilization of the milking robot. To maintain a high production level even under the grazing season it is important to take into account the factors which motivate the cows to move between the barn and the pasture. The motivation can be affected by the design of the cow lane, distance, pasture quality, location of drinking water, forage supplementation in the barn and the weather. In addition, tools like controlled pasture let-out, adjustment of milking permission and grazing strategy can be used to direct cow traffic in the desired direction. Since every farm is unique there are many different solutions on how to organize cow traffic. However, it must always be based on the cows' natural behaviour and movements, and therefore, the farmer should monitor changes in behaviour during the grazing season to get information about what the cows prefer. A flexible plan can then be implemented to organize cow traffic in the best way as the season progresses and conditions vary.

Introduktion

Bland Sveriges 4117 mjölkgårdar (LRF Mjolk, 2016) använder cirka 24 procent sig av ett automatiskt mjölkningssystem med robot (Landin, 2015. Personligt meddelande). Det

automatiska systemet bygger på att korna själva besöker mjölkningsenheten, och en förutsättning för att de gör det är en fungerande kotrafik (Svennersten-Sjaunja & Pettersson, 2008). Med begreppet kotrafik menas det rörelsemönster korna har i lösdriften, då de går mellan liggbås, foderbord, vatten, eventuella kraftfoderautomater och mjölkningsenheten. Mjölkningsenheten i sig är inget som motiverar korna att självmant uppsöka mjölkningsenheten (Prescott *et al.*, 1998). Kor rör sig för att uppsöka foder eller vila, vilket man utnyttjar i planeringen av kotrafiken genom att till exempel erbjuda kraftfoder i mjölkningsenheten eller låta korna passera mjölkningsenheten på sin väg från foderbordet till liggbåsen.

Svenska lantbrukare är enligt Djurskyddsförordningens paragraf 10 skyldiga att släppa ut sina kor på bete under betessäsongen. I ett automatiskt mjölkningssystem måste korna då frivilligt lämna betet för att gå in i ladugården och där uppsöka mjölkningsenheten. Under betessäsongen är det vanligt att mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning sjunker i besättningar med automatiskt mjölkningssystem. Det kan till stor del bero på att kotrafiken till mjölkningsenheten inte fungerar lika bra när korna går ute på bete (Brocard *et al.*, 2014; Lyons *et al.*, 2014; Spörndly, 2015). Samtidigt har bete ett positivt inflytande på kornas hälsa, bland annat en förebyggande effekt på ben- och klövproblem (Hernandez-Mendo *et al.*, 2007; Thomsen, 2011) och i ett automatiskt mjölkningssystem är det en förutsättning att korna har god rörlighet och är villiga att gå omkring (Kriström, 2003).

Syftet med den här litteraturstudien är att ta reda på hur kornas beteende förändras under betessäsongen och vilken effekt det får på kotrafiken, samt vilka faktorer som är viktiga att ta hänsyn till vid planering av kotrafiken. Även några metoder som används för att upprätthålla tillfredställande nivåer på mjölkningsfrekvens och mjölkningsintervall under betessäsongen kommer att beröras.

Kotrafik i automatiska mjölkningssystem

En välplanerad kotrafik är en förutsättning för att korna i ett automatiskt mjölkningssystem ska besöka mjölkningsenheten (ME) frivilligt flera gånger varje dygn (Svennersten-Sjaunja & Pettersson, 2008). Antalet besök en ko gör per dygn i roboten benämns som mjölkningsfrekvens (MF). Lantbrukaren bestämmer hur ofta varje ko har tillstånd att bli mjölkad av roboten, tiden där i mellan kallas mjölkningsintervall (MI) (Foley *et al.*, 2015). I högvastande besättningar bör MF vara över två gånger per dag för att mjölkavkastningen ska hållas på en hög genomsnittlig nivå under hela laktationen och MI bör inte vara för långt då detta påverkar mjölkbildningen negativt (Svennersten-Sjaunja & Pettersson, 2008).

I ett försök av Prescott *et al.* (1998) undersöktes kornas motivation av att bli mjölkad. En grupp kor fick då välja mellan att gå in i en fälla där de blev mjölkade eller in i en annan fälla där de fick en portion kraftfoder. Alla kor i gruppen valde fällan med kraftfodret. Detta tyder på att kor har en svag motivation att bli mjölkade medan deras motivation att söka foder är desto starkare. Foder används för att ge korna motivation att självmant uppsöka ME och därmed skapas en trafik till ME (Prescott *et al.*, 1998; Wredle, 2005).

Alternativ av kotrafiksystem

Kotrafiken kan utformas på olika sätt. Ett av de system som används och som sägs vara ett fördelaktigt system ur välfärdssynpunkt är fri kotrafik (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1998). Kon har då alltid tillgång till foderavdelningen och bestämmer själv om och när hon vill gå till ME (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1998; Karlsson, 2015). Fri kotrafik leder ofta till en lägre MF och fler manuella hämtningar av kor till mjölkning (Bach *et al.*, 2009) i jämförelse med andra kotrafiksystem. Utöver fri kotrafik praktiseras olika alternativ av styrd trafik då korna lotsas genom olika grindar i lösdriften. Bland annat finns De Laval's koncept Feed first™ som går ut på att kon först äter grovfoder i foderavdelningen, för att sen på sin väg till liggavdelningen passera en selektionsgrind som läser av kons identitet. Om kon har mjölkningstillstånd kommer hon slussas till väntfällan vid ME, och om hon inte har mjölkningstillstånd slussas hon vidare till liggavdelningen (De Laval, 2011). I det styrda systemet milk first sker detta omvänt, selektionen till ME inträffar när kon är på väg till foderavdelningen, innan hon har ätit (Karlsson, 2015). Besättningar med styrd kotrafik uppnår generellt högre MF då korna är tvungna att passera selektionsgrinden, som då ser till att kor med mjölkningstillstånd kommer till mjölkning (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1998; Bach *et al.*, 2009). En anledning till att fri trafik föredras framför styrd är att kor i styrda system kan bli stående i väntfällan långa stunder i väntan på att ME ska bli ledig (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1998) vilket särskilt drabbar ranglåga kor och påverkar deras välfärd negativt (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1996; Melin *et al.*, 2006).

Utnyttjandet av mjölkningsevenheten

Hur effektiv ME är bestäms huvudsakligen av hur många kor som mjölkats per dag och vilken MF dessa kor har (Pettersson *et al.*, 2011). Utnyttjandegraden av ME är i de flesta fall signifikant lägre under betessäsongen jämfört med under innesäsongen (Karlsson, 2015). Korna kommer senare in till mjölkning och får då längre MI under betessäsongen, vilket ökar MEs tomtid och den gör färre mjölkningar per dag. Under betessäsongen finns det risk för köbildning till ME (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000; Karlsson, 2015), eftersom korna i högre grad synkroniserar sitt beteende och kommer samtidigt in till mjölkning (Krohn *et al.*, 1992; Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999). För att minska köbildningen på svenska gårdar är det vanligt förekommande att antalet kor per ME minskas under betessäsongen, vilket Karlsson (2015) beskrivit i sin undersökning av kotrafiken under betessäsongen på större gårdar med produktionsbete. Gårdarna i undersökningen hade i medeltal 153 kor och de hade minst två stycken ME. Antal kor per ME under betessäsongen var 57,5, att jämföra med 60,1 under inomhussäsongen.

Betessäsongen i Sverige

Betesregler

I Sverige finns en lag som säger att ”Nötkreatur som hålls för mjölkproduktion och som är äldre än sex månader skall sommartid hållas på bete” (Djurskyddsförordningen, 1988:539 10§). Detta innebär att mjölkkor under betessäsongen ska kunna gå ute minst sex timmar per dygn på ett bete som är till minst 80 % täckt av vegetation (SJVFS, 2010:15 25§).

Betessäsongens längd varierar mellan olika geografiska delar av landet, gemensamt för hela Sverige är att korna ska hållas på bete under 60 sammanhängande dygn (SJVFS, 2012:13 26§). För närvarande (april 2016) pågår diskussion om översyn av betesföreskrifterna och förslag på ändringar som är tänkta att underlätta betesplaneringen är ute på remiss. Det kan därför antas att beteslagstiftningen kan komma att förändras inom den närmsta tiden. I KRAV- certifierad ekologisk mjölkproduktion ska korna kunna tillgodogöra sig minst 6 kg ts betat gräs per dag och hållas utomhus mer än 12 timmar dagligen (KRAV, 2015). Betet har därför en stor betydelse i sådan produktion då det ingår som en komponent i foderstaten (Spörndly, 2015).

Betets roll och betydelse

Mjölkproduktionen i Sverige är av en intensiv karaktär där årsmedelavkastningen är 9445 kg mjölk/ko (Växa Sverige, 2015). För att kunna upprätthålla en hög mjölkproduktion behöver korna ha ett högt energiintag, vilket inte alltid kan uppnås på enbart bete (Bargo *et al.*, 2003). Därför baseras vanligen foderstaten även under betessäsongen på ensilage och kraftfoder som utfodras inomhus (Spörndly, 2015). Betets funktion (med undantag för ekologisk produktion) är i svensk mjölkproduktion därmed endast ett tillfälle för utevistelse och motion för korna, vilket kan ske på en begränsad yta utomhus och benämns som rastbete (Karlsson, 2015). Att kor vistas ute på bete medför positiva effekter på deras ben- och klövhälsa (Hernandez-Mendo, 2007; Thomsen, 2011), vilken är av största vikt i ett automatiskt mjölkningssystem som bygger på att korna rör sig runt i systemet (Spörndly, 2015) och som har en betydande inverkan på MF (Kriström, 2003). Betets mjuka underlag har visat sig förbättra rörligheten hos kor som vid utsläpp bedömdes vara lätt halta (Hernandez-Mendo *et al.*, 2007).

Kors beteende och motivation

Då kor hålls i lösdrift i ett automatiskt mjölkningssystem kan varje enskild ko välja vart hon vill gå och vilken aktivitet hon ska ägna sig åt. Valen hon gör baseras på externa stimuli som ger henne motivation att uppsöka en viss plats (Wredle, 2005). Kor är flockdjur vilket medför att korna i en grupp synkroniserar sitt beteende (Tucker, 2009). Detta synkroniserade beteende är hos kor i automatiska mjölkningssystem starkare under betessäsongen (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999; Spörndly & Karlsson, 2015). Korna i en grupp som går ute på bete ligger och vilar samtidigt i hög grad (Krohn *et al.*, 1992), de går tillsammans ut på bete och de återvänder i samlad grupp till ladugården (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999) vilket ger en ojämn kotrafik då många kor kommer till ME samtidigt (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000; Spörndly, 2015). I en beteendestudie där en grupp kor hade fri tillgång till bete samtidigt som de hade fri tillgång till en fullfoderblandning inomhus, valde korna att vara utomhus i genomsnitt 17,2 timmar per dag under perioden maj till september. Under dessa timmar ägnade de 4,0 timmar åt att beta gräs, medan de under tiden de var inomhus åt fullfoder i 1,3 timmar (Krohn *et al.*, 1992). Då kon erbjuds möjligheten att välja mellan att äta grovfoder inomhus eller beta gräs utomhus, väljer hon i vissa fall att spendera en stor del av sin ättid utomhus betandes (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000), men vad kon väljer beror på vilka valmöjligheter hon har. Vad kon väljer att äta påverkas av vilket foder som erbjuds samt vart det är placerat (Tucker, 2009). Över hälften av den tid en ko vistas utomhus ägnar hon åt att

ligga ned och vila (Krohn *et al.*, 1992). Kor föredrar vanligtvis att ligga ute på bete framför att ligga inne i liggbås (Krohn *et al.*, 1992; Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999). I en studie av Spörndly och Wredle (2004) konstaterades dock att kor som betade på långt avstånd från ladugården i högre grad valde att ligga inomhus.

Faktorer som påverkar kotrafiken

Avstånd mellan ladugård och bete

För att kunna kombinera automatisk mjölkning med betesgång är det viktigt att korna frivilligt återvänder in i ladugården regelbundet och i samband med det besöker ME. Om avståndet mellan ladugård och bete är långt kan det leda till att korna dröjer sig kvar utomhus istället för att gå tillbaka till ladugården tillräckligt ofta för att en tillfredställande MF ska kunna upprätthållas (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000; Wredle, 2005).

Ett svenskt försök som genomfördes av Spörndly och Wredle (2004) visade att ett kortare avstånd (50 meter) mellan ladugård och betesfälla gav en högre mjölkavkastning och en högre MF, jämfört med om avståndet var 260 meter. Korna i försöket var uppdelade i tre grupper; grupp 1 hade 50 meter till betet och utfodrades med 3kg ts ensilage inne i ladugården, grupp 2 hade 260 meter till betet och liksom grupp 1 utfodrades denna grupp med 3kg ts ensilage, medan grupp 3 hade fri tillgång till ensilage och 260 meter ut till betet. Alla grupper hade tillgång till ett bete av god näringsmässig kvalitet dygnet runt. Vatten fanns tillgängligt inomhus under försökets första halva, under andra halvan fanns vatten både i ladugården och på betet. I början av sommaren spenderade de tre grupperna i försöket ungefär lika lång tid på att beta, men ju längre sommaren gick desto mindre tid betade grupperna som hade 260 meter till betet medan gruppen med betet nära ladugården betade lika länge under hela säsongen. Den grupp som hade kortast avstånd mellan ladugård och bete besökte ladugården fler gånger per dag än vad de två grupper som hade 260 meters avstånd mellan ladugård och bete gjorde. Ett försök som genomfördes i Holland visar på ett annat resultat vad gäller avståndets inverkan på MF. Där kom författarna Ketelaar- de Lauwere *et al.* (2000) fram till att olika avstånd upp till 360 meter mellan ladugård och bete inte påverkade MF. De 20 korna i försöket hade tillgång till ett stripbete 15 timmar per dag, samtidigt som de utfodrades med 440 kg ts majsensilage per dag. Vatten fanns endast tillgängligt i ladugården. I försöket kunde de däremot se att kor som hade längre att gå till betet spenderade mindre tid liggandes på betet jämfört med de kor som hade kortare väg till betet, vilket även Spörndly och Wredle (2004) kom fram till. Detta tyder på att kornas beteende påverkades av avståndet.

Vallgatans utformning

Hur den vallgata som korna går på mellan ladugård och betesmark är utformad spelar en viktig roll för hur väl kotrafiken fungerar. Rätt material i vallgatans underlag är viktigt för klöv-och benhälsan samt för kotrafiken då underlaget påverkar hur benägna korna är att förflytta sig. Kor går helst efter varandra i en rad, de föredrar att gå på mjuka fasta underlag och går ogärna där det är blött, ojämnt och upptrampat (Lindgren & Benfalk, 2004). Hårda underlag får ömfotade och halta kor att gå långsammare (Telezhenko & Bergsten, 2005). Om

vallgatan inte är enkelriktad måste den vara tillräckligt bred för att kor ska kunna mötas. Lindgren och Benfalk (2004) rekommenderar en bredd på minst fyra meter. En bredare vallgata kan ge snabbare kotrafik, särskilt i stora besättningar (Lindgren & Benfalk, 2004). Det är också viktigt för flytet i kotrafiken att en ko som står still i vallgatan kan passeras av andra kor. Vallgatan bör vara så rak som möjligt, då svängar och hörn gör att kotrafiken saktar ned (Spörndly, 2015). Att korna visuellt kan se betet och andra kor som befinner sig där från vallgatans början tros ha stor betydelse för kotrafiken ut på bete (Spörndly & Wredle, 2004).

Betets tillväxt och kvalitet

I början av sommaren har gräset ett högt näringsvärde som sedan avtar över tid (Mc Donald *et al.*, 2011). I betesbaserad produktion med rotationsbete har försök visat att MF minskar när korna har tillgång till ett nytt bete, för att sedan öka i takt med att gräset betas ned (Dufasne *et al.*, 2012). Om korna erbjuds ett bete som har riklig grästillsväxt kan korna beta mer selektivt och därmed öka sitt energiintag från betet (Bargo *et al.*, 2003). Ketelaar *et al.* (2000) undersökte hur kotrafiken mellan bete och ladugård påverkades av hur stor mängd gräs som fanns tillgänglig för korna på ett rotationsbete. Korna i försöket släpptes på ett nytt bete där grästillsväxten var riklig, de fick sen tillgång till betet 15 timmar per dag i fyra dagar innan de flyttades till en ny betesfälla. Under dessa fyra dagar registrerades kornas antal besök till ME samt andra beteenden. Det kunde då ses ett samband där antalet mjölkningar ökade samtidigt som mängden bete minskade. Även tiden korna tillbringade inomhus ökade ju fler dagar som gått sedan betet var nytt. När grästillsväxten var riklig (dag 1) ägnade korna signifikant mer tid åt att beta än vad de gjorde den sista dagen då de haft tillgång till samma betesfälla i fyra dagar. Den slutsats som kan dras av detta är att korna inte är lika motiverade att besöka ladugården när de har tillgång till rikligt bete och att det därför föreligger en risk av sänkt MF och ökat antal hämtningar vid utsläpp på nytt bete (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000; Dufasne *et al.*, 2012).

Utfodring inomhus

Foder är den motiverande faktorn i ett automatiskt mjölkningssystem och har därmed stor effekt på kotrafiken (Prescott *et al.*, 1998; Wredle, 2005). När kor under betessäsongen tillskottsutfodras inomhus med ensilage och kraftfoder är det vanligt att deras ts-intag från bete sjunker (Bargo *et al.*, 2003). Anledningen till att kor vanligen utfodras med full giva ensilage under betessäsongen beror på viljan att hålla kornas näringsintag på en stabil nivå oavsett hur tillgången på bete är för tillfället (Phillips, 1988; Spörndly, 2015). Hur utfodring av ensilage påverkar kornas ätbeteende beror på hur betestillsväxten ser ut (Phillips, 1988). Vid låg betestillsväxt kan tillskottsutfodring med ensilage öka mjölkproduktionen jämfört med om kornas ts-intag endast består av bete (Stockdale, 1994). Om betestillsväxten är hög och korna intar en stor del av sitt ts-intag på betet har tillskottsutfodring av ensilage ingen stor betydelse för mjölkavkastningen (Bargo *et al.*, 2003). I en sådan situation har ensilageutfodring inte heller någon stor påverkan på kotrafiken då försök av Spörndly och Wredle (2004) visat att MF inte ökar vid utfodring av ensilage i fri tillgång under betessäsongen, jämfört med en utfodringsnivå på 3 kg ts ensilage. Däremot kan korna vänjas

vid att besöka ladugården om utfodring av en mindre giva ensilage sker vid samma tidpunkter flertalet gånger dagligen (Spörndly, 2015).

Vatten

I gårdsundersökningar har det framkommit att det på vissa gårdar med automatiskt mjölkningssystem är vanligt att under betessäsongen endast erbjuda korna att dricka vatten inomhus, för att motivera dem att gå in i ladugården när de vill dricka (van Dooren *et al.*, 2002). I ett försök undersöktes huruvida mjölkavkastning, MF och kornas beteende påverkades när korna hade tillgång till vatten både i betesfällan och i ladugården jämfört med att vatten bara fanns tillgängligt i ladugården (Spörndly & Wredle, 2005). Det kunde inte påvisas några signifikanta skillnader i mjölkavkastning och MF mellan kogrupperna som kunde dricka utomhus och den grupp kor som var tvungna att gå in i ladugården för att dricka vatten. Det var heller ingen signifikant skillnad i vattenkonsumtion hos korna i de båda grupperna. Däremot upptäcktes det att de kor som inte hade möjlighet att dricka ute på betet kompenenserade den tillfälliga vattenbristen genom att dricka en större mängd vatten (21,7 liter) under den första halvtimmen efter att de kommit in i ladugården, jämfört med den grupp som kunde dricka ute på betet (4,8 liter). Gruppen som hade tillgång till vatten på betet drack mer än hälften av sitt dagliga vattenintag på betet. Det anses därför vara av betydelse för korna att ha möjlighet att dricka vatten ute på betet. Slutsatsen som kan dras från studien är att om korna erbjuds vatten ute på betet innebär det inte heller sänkt mjölkavkastning eller har någon negativ påverkan på kotrafiken gällande MF.

Väder

Vid ihållande regn väljer kor i högre grad att stanna inomhus istället för att gå ut på bete, samt minskar sin liggtid ute på betet (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000; Spörndly & Wredle, 2004). Hur kornas beteende påverkas av varm väderlek ger Alfredius (2011) analys av produktionsdata från en svensk besättning med automatisk mjölkning en indikation på. För varje grad dygnsmedeltemperaturen steg minskade tiden korna valde att tillbringa utomhus med 6,71 minuter per dygn. Analysen visade också att korna under varma dagar i större utsträckning stannade inomhus mitt på dagen då temperaturen var som högst, för att istället gå ute en längre tid på nätterna när det blivit svalare. Denna beteendeförändring stämmer överens med resultatet Ketelaar-de Lauwere *et al.* (1999) kom fram till i sin studie då korna observerades ute på bete mer nattetid de dagar temperaturen varit hög.

Planering av kotrafik under betessäsongen

Betesstrategi

Valet av betesstrategi påverkar kornas beteende och därmed kotrafiken (van Dooren *et al.*, 2004). Antingen används bete som en komponent i foderstaten, vilket benämns produktionsbete, eller så utgörs betet av ett så kallat rastbete som endast är ett tillfälle för motion och utevistelse för korna, det är inte tänkt att betet ska utgöra någon betydande del av den totala foderstaten (Karlsson, 2015). Förutom betets syfte kan olika strategier tillämpas gällande tiden på dygnet korna vistas ute. Vid heltidsbete har korna tillgång till betet dygnet

runt, medan deltidsbete innebär att korna hålls inne någon del av dagen eller på natten (Spörndly, 2015; Karlsson, 2015). I ett försök av van Dooren *et al.* (2004) jämfördes heltidsbete med deltidsbete med avseende på kotrafik till ME. Korna delades då in i grupper där den ena hade tillgång till bete dygnet runt, medan den andra gruppen hölls inomhus mellan 17.30 och 06.00. Försöket visade att korna i gruppen som gick på heltidsbete hade närapå en timmes längre MI och därmed också lägre MF än den grupp som betade på deltid. Däremot kunde inga skillnader i mjölkavkastning per ko påvisas. Heltidsbete ledde till ojämnare kotrafik över dygnet men kö till ME uppstod i högre grad i deltidbetesgruppen. Även Ketelaar-de Lauwere *et al.* (1999) har visat att MF är lägre vid heltidsbete jämfört med deltidsbete.

Justering av mjölkningstillstånd

Det har förevisats att kor med lägre rang har längre MI än vad högrankade kor har, vilket är extra utpräglat under betessäsongen (Danielsson, 2012). Ett sätt att påverka kotrafiken är att justera mjölkningstillståndet. Lyons *et al.* (2013) belyser att kor tidigt i laktationsstadiet bör ha kortare MI för att generera en hög mjölkavkastning. Genom att sätta individuella mjölkningstillstånd kan det styras vilka kor som ska komma till ME, samtidigt som andra kor väljs bort. Mjölkningstillståndet kan med fördel justeras efter mjölmängd, laktationsstadium, laktationsnummer och antal mjölkande kor (Karlsson, 2015). I ett betesbaserat system där avkastningsnivån per ko och dag var relativt låg (18-19 kg mjölk, 67±20 dagar in i laktationen) gjordes ett försök med olika mjölkningstillstånd. Den ena gruppen hade två mjölkningstillstånd per dag, medan den andra gruppen hade tre mjölkningstillstånd per dag. Det resulterade i signifikant lägre MF och längre MI bland de kor som hade två mjölkningstillstånd per dag, men inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning påvisades mellan de båda grupperna. För kotrafiken hade ett minskat mjölkningstillstånd en positiv effekt såtillvida att dessa kor återvände snabbare till ME och tillbringade kortare tid på att vänta innan mjölkning (Foley *et al.*, 2015).

Kontrollerat utsläpp med hjälp av selektionsgrind

För att undvika att kor med mjölkningstillstånd går ut på bete är det relativt vanligt att svenska gårdar använder sig av kontrollerat utsläpp. En selektionsgrind placeras då i utgången till betet och släpper bara ut kor som nyligen mjölkats (Karlsson, 2015). Detta är ett effektivt sätt att minska arbetet med att hämta kor med långa MI från betet (van Dooren *et al.*, 2002). Genom att justera tidsgränsen för hur nära inpå nästa mjölkningstillstånd som kon tillåts gå ut kan en del kor hållas kvar inomhus, vilket gör att det finns kor att mjölka även under perioder då många kor vistas utomhus. Karlsson (2015) menar att kontrollerat utsläpp är en förutsättning för en välfungerande kotrafik under betessäsongen.

Sortering av kor på betet

För att få korna att frivilligt uppsöka ME, när de befinner sig utomhus i system som baseras på en stor andel bete i foderstaten, utnyttjas kornas motivation att söka nytt bete (O'Brien & Foley, 2015). Genom att erbjuda en ny betesfälla efter mjölkning lär sig korna att gå till ME

när de vill få tillgång till nytt gräs. På det sättet kan kotrafiken kontrolleras genom att mjölkade och omjölkade kor sorteras i två olika fållor (Karlsson, 2015).

I ett försök i betesbaserad produktion där ME stod placerad utomhus användes ett tvåbetessystem med olika fållor för dag- respektive nattbete. Korna kunde gå från betesfällan de befann sig i, genom en envägsgrind till en uppsamlingsfälla där en selektionsgrind sorterade de kor med mjölkningstillstånd till ME medan kor som nyligen mjölkats sorterades ut till den nya betesfällan. Nytt bete erbjöds två gånger per dygn, de kor som då dröjde sig kvar i den gamla betesfällan hämtades till uppsamlingsfällan. Genom att använda sortering på betet kommer bara kor med mjölkningstillstånd till ME, vilket ökar dess utnyttjandegrad (Jago *et al.*, 2004). Ett välfungerande svenskt exempel är att korna passerar en selektionsgrind som står placerad utanför ladugårdsdörren när de är på väg ut till betet. Selektionsgrinden sorterar då mjölkade kor till en ny betesfälla medan omjölkade kor sorteras till den gamla betesfällan (Karlsson, 2015).

Ett liknande försök som det ovan nämnda utfördes år 2013 av Lyons *et al.* då de jämförde tvåbetessystem med ett system där korna erbjöds en ny fälla tre gånger per dygn. Trebetessystemet visade då på en bättre kotrafik med en signifikant sänkning av MI liksom en signifikant ökning av MF i jämförelse med tvåbetessystemet. I båda systemen gick besöksfrekvensen upp vid de tidpunkter då korna fick tillträde till nytt bete (Jago *et al.*, 2004; Lyons *et al.*, 2013). Detta tyder på att korna lär sig att gå till uppsamlingsfällan när det nya betet blir tillgängligt, vilket ökar selektionsgrindens effektivitet (Jago *et al.*, 2004).

Diskussion

Då automatiska mjölkningssystem blir alltmer vanligt förekommande i Sverige, samtidigt som det finns lagkrav på att hålla mjölkkor ute på bete under sommaren (SJVFS, 2010:15 25§), finns det behov av en fungerande strategi för hur kotrafiken ska planeras under betessäsongen. För att kotrafiken ska flyta på måste den i grunden baseras på kornas beteende och deras motivation (Prescott *et al.*, 1998; Svennersten-Sjaunja & Pettersson, 2008). Målet i ett automatiskt mjölkningssystem är att upprätthålla tillfredställande och regelbundna MI och MF genom hela laktationen för att få varje enskild ko att producera optimalt (Lyons *et al.*, 2014). Flertalet forskare (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999; Lyons *et al.*, 2013) påpekar att ett längre MI och en lägre MF uppnås när automatisk mjölkning kombineras med bete, vilket gör det till en stor utmaning för lantbrukaren att organisera en kotrafik som leder till en lagom nivå på MI och MF i besättningen (van Dooren *et al.*, 2004; Brocard *et al.*, 2014). En orsak till detta tros vara att korna under betessäsongen synkroniserar sitt beteende i större utsträckning än vad de gör inomhus under vinterhalvåret (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999; Spörndly & Karlsson, 2015). Studier har visat att flertalet kor går tillsammans ut på betet och att det sällan förekommer att enstaka kor befinner sig där, eller i ladugården, ensamma (Krohn *et al.*, 1992; Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999; Spörndly & Karlsson, 2015). Detta synkroniserade beteende kan därmed ge upphov till en ojämn kotrafik och köbildning när korna kommer samtidigt i en stor grupp till ME (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000), som är en del av ett system som är utvecklat för individuella rörelser.

Att MF och längden på MI skiljer sig mellan inomhus- och betessäsong kan också bero på hur stark kornas vilja är att gå in till ME när de befinner sig ute på betet. När kor har tillgång till ett bete med rikligt gräs av god kvalitet ägnar de mer tid åt att beta, vilket får till följd att de inte är lika starkt motiverade att gå tillbaka till ladugården och därmed sänks MF (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 2000; Dufrasne *et al.*, 2012). Risken för att detta inträffar är störst under början av betessäsongen då gräset har ett högre näringsvärde (McDonald *et al.*, 2011). Spörndly och Wredle (2004) visade att kor som hade långt avstånd till betet ägnade signifikant mindre tid åt att beta mot slutet av sommaren, jämfört mot vad de gjorde i början av betessäsongen. De visade också att betestiden var konstant genom hela sommaren för den grupp kor som hade betet nära ladugården. Att den betande tiden sjönk för gruppen med långt avstånd kan bero på att betets lägre kvalitet mot slutet av sommaren inte gjorde korna lika motiverade att gå den långa sträckan för att besöka betet.

På samma sätt som kvalitativt bete motiverar korna att vara ute, kan fodret korna tilldelas inomhus vara en anledning till att korna anser det fördelaktigare att stanna inomhus. Detta påstående styrks av Bargo *et al.* sammanställning (2003) som visar att korna minskar sitt ts-intag från betet när de samtidigt utfodras med ensilage och kraftfoder inomhus. Det kan med andra ord även vara svårt att motivera korna att gå ut på betet. I Sverige hålls mjölkkor inomhus ungefär tre fjärdedelar av året vilket gör dem som mest hemmastadda i ladugården (Spörndly, 2015). I beteendestudien av Krohn *et al.* (1992) hade korna fri tillgång till bete året runt och de tillbringade då 17, 2 timmar per dag under sommaren på betet, dock praktiserades inte automatisk mjölkning i det försöket och korna hade inte heller någon kraftfoderautomat att besöka. Motiverande faktorer, som exempelvis kraftfoder, som används i automatiska mjölkningssystem och det faktum att korna i svensk produktion är vana att vistas inomhus kan ha en inverkan på kornas motivation och preferenser. Om ett liknande försök gjorts med dagens förutsättningar hade nog resultatet visat att korna spenderade mer tid inomhus än vad Krohn *et al.* (1992) kom fram till. Detta indikerar Spörndly och Wredles studie (2004) på, korna där befann sig utomhus mellan 10 och 15 timmar per dag. Dessa kor hade tillgång till kraftfoder i automat samt i roboten, vilket antagligen är en stark motivationsfaktor för korna att gå in i ladugården. Flertalet studier (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999;2000; Spörndly & Wredle, 2004; Alfredius, 2011) vittnar om att också vädret har inflytande på kors beteende och påverkar deras vilja att vara utomhus, vilket får betydelse för kotrafiken till ME.

Eftersom det inte går att styra vädret eller betestillväxten, måste andra medel tas till för att skapa en regelbunden kotrafik mellan bete och ladugård. En bra metod är att utfodra ensilage i små mängder flera gånger om dagen för att få en ökad trafik in i ladugården. Om det sker på fasta tidpunkter lär sig korna när det lönar sig att gå in (Spörndly, 2015). Det verkar inte finnas några dokumenterade försök på hur många gånger och när på dygnet utfodringen ska ske för att skapa den bästa kotrafiken. Ska ensilage ges de tidsperioder korna är som minst benägna att gå in i ladugården eller när de är som mest motiverade att söka efter foder? Det skulle vara intressant att undersöka närmare när ensilagegivan ger störst effekt på kotrafiken. En viktig komponent som påverkar hur villiga korna är att förflytta sig mellan ladugård och bete är vallgatans utformning. Då det är vallgatan som knyter ihop ladugården med

betesfällorna, ska korna gå på den fram och tillbaka flera gånger per dygn. Vallgatan är därför delvis avgörande för hur flytet i kotrafiken fungerar. Att kornas motivation att gå ut till betet tros öka om de från ladugårdsporten kan se andra kor i betesfällan (Spörndly & Wredle, 2004) kan kopplas till påståendet om kornas ökade synkroniserade beteende och flocktänkande under betessäsongen (Krohn *et al.*, 1992; Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999; Spörndly & Karlsson, 2015). Det verkar därmed rimligt att utsikt över betesfällan har en fördelaktig inverkan på kotrafiken. Att erbjuda korna att dricka vatten ute på betet kan ha ett positivt inflytande på kornas vistelse och utnyttjande av betet. Kotrafiken lär inte missgynnas av vattentillgång på betet då Spörndly och Wredle (2005) i sitt försök inte kunde se någon signifikant sänkning av MF när korna hade möjlighet att dricka på betet.

Ett kort avstånd mellan ladugård och betesfälla kan vara att föredra. Spörndly och Wredle (2004) visade att kor som betade nära ladugården hade en högre MF och en högre mjölkavkastning. Att MI och MF har ett samband påpekar Lyons *et al.* (2013), och det faktum att Spörndly & Wredle (2004) fann att MF minskade då korna betade i en fälla på längre avstånd från ladugården kan delvis förklaras av att det tog längre tid för korna att gå till ME därifrån, vilket ökade MI och minskade MF. Hur lång tid det tar för korna att gå sträckan beror antagligen på deras gånghastighet samt på eventuella distraktionsmoment i vallgatan som får korna att stanna upp. I det holländska försöket av Ketelaar-de Lauwere *et al.* (2000) kunde inga signifikanta skillnader i MF ses mellan kor som betade nära (146-168 meter) respektive långt (255-360 meter) från ladugården, de båda grupperna besökte ME lika ofta oavsett avstånd till ladugården. Att de två studierna kom fram till olika resultat gällande avståndets inverkan på MF kan bero på att andra faktorer i försöksuppläggen, som också påverkar kotrafiken, skiljer sig. Bland annat kan omfattningen av utfodringen inomhus påverkat, de holländska korna utfodrades ensilage ad libitum oavsett om avståndet till betet var kort eller långt. De svenska korna som betade nära ladugården fick 3 kg ts ensilage. Man kan fråga sig hur resultatet blivit om en grupp kor med kort avstånd i Spörndly och Wredles försök hade utfodrats med ensilage ad libitum? Kanske hade de båda studierna kommit fram till mer liknande resultat då. Sammanfattningsvis kan sägas att om korna ska gå en längre sträcka till betet måste de vara tillräckligt motiverade och miljön på betet vara mer fördelaktig än vad omgivningen är på närmare håll.

Det verkar vara en kombination av flertalet faktorer som inverkar på kons val att gå till ladugården eller att stanna kvar på betet. Till exempel om kon vet att i ladugården finns kraftfoder, men för att komma dit måste hon gå en längre sträcka på en lerig vallgata, medan det i betesfällan finns färskt gräs under en stekande sol utan någon skugga tillgänglig. Det är inte främmande att tro att kon väljer det alternativ som är lättast att uppnå och som ger störst belöning i förhållande till ansträngningen. Att planeringen av kotrafik i vissa fall upplevs som en utmaning kan bero på att faktorerna som påverkar kornas preferenser förändras vartefter betessäsongen pågår. Det kan därför vara betydelsefullt att övervaka hur korna betar sig, för att därigenom få information om vad som för tillfället motiverar dem, och planera kotrafiken utifrån detta. Att komplettera med kontrollerat utsläpp med selektionsgrind möjliggör en jämn kotrafik med korna fördelade både i ladugården och på betet, samt en ökad utnyttjandegrad av ME (Karlsson, 2015).

Oavsett om man tillämpar produktionsbete och vill att korna ska tillgodogöra sig en betydande mängd gräs på betet, eller om man bara låter korna gå ute på rastbete för att uppfylla beteslagstiftningen kommer valet av betesstrategi påverka kotrafiken (van Dooren *et al.*, 2004) och det är därför viktigt att förstå vilken effekt det får på kornas beteende då sökandet efter nytt foder är en stark motivationsfaktor (Prescott *et al.*, 1998). Att heltidsbete ger lägre MF och längre MI, i jämförelse med deltidbete (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999; van Dooren *et al.*, 2004) kan bero på att korna inte är motiverade att gå in i ladugården och då det oftast krävs en större areal för att kunna hålla korna utomhus dygnet runt befinner de sig på längre avstånd från ME, vilket orsakar längre MI. Produktionsbete, som är vanligast förekommande på ekologiska gårdar som måste ha en viss andel bete i foderstaten (KRAV, 2015), kombineras ändå med fördel med heltidsbete. Spörndly (2015) beskriver att heltidsbetet då blir som en förlängning av lösdriftens yta. En teori är att korna lättare vänjer sig vid att de kan gå ut när de har tillgång till betet dygnet runt, och därmed utnyttjar betet mer. För att få till en välfungerande kotrafik när produktionsbete tillämpas kan sortering av kor på betet i trebetessystem vara en bra lösning. Kornas motiveras att uppsöka ME för att de vet att de då kommer få tillgång till en ny betesfälla med riklig grästillsväxt (Jago *et al.*, 2004; Karlsson, 2015). På det sättet strävar korna och lantbrukaren åt samma håll, målet är att få korna att äta mycket gräs samtidigt som de besöker ME regelbundet.

Försök som genomförts har visat att en sortering av omjolkade och mjolkade kor i olika fällor på det här sättet ger högre MF och kortare MI (Jago *et al.*, 2004; Lyons *et al.*, 2013). Värt att notera är att dessa försök gjorts i betesbaserade produktionssystem på Nya Zeeland respektive Australien då ME varit belägen utomhus i en uppsamlingsfälla och inte inne i en ladugård. För att översätta deras resultat till den svenska betessäsongen får man tänka på att här ska korna lämna betesfällan och gå till ladugården, mjolkas, och därefter släppas ut i en ny betesfälla. För att få detta att fungera krävs antagligen en genomtänkt logistik och att vallgatan delas och leder korna till flera separata betesfällor så att mjolkade och omjolkade kor inte blandas. Att som i Karlssons exempel (2015) placera selektionsgrinden utanför ladugården kan underlätta sorteringen och möjliggör att alla kor går ut och in genom samma dörrhål.

Slutsats

För att undvika en nedgång i produktionen under betessäsongen är det viktigt med en välfungerande kotrafik mellan ladugård och betesfälla. Då mjölkkor under betessäsongen har ett mer utpräglat synkroniserat beteende än under ladugårdssäsongen kan en nyckel vara att med hjälp av kontrollerat utsläpp eller någon annan typ av selektion fördela kogruppen jämnt mellan ladugård och betesfälla för att på så sätt undvika perioder av kö och låg utnyttjandegrad av mjölkningseenheten. Eftersom de omkringliggande faktorer som inverkar på kotrafiken kan förändras under betessäsongens gång, är en övervakning av hur kornas rörelsemönster påverkas av dessa av stor vikt. Kotrafiken kan då anpassas till de rådande förhållandena så att korna förmås att besöka mjölkningseenheten regelbundet.

Litteraturförteckning

- Alfredius, H. (2011). *Svenska mjölkkor på bete – Värmens påverkan på beteende och produktion hos mjölkkor i en besättning med AMS*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård/Agronomprogrammet – husdjur (Examensarbete 2011:333).
- Bach, A., Devant, M., Igleasias, C., Ferrer, A. (2009). Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behaviour and does not improve milk yield of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 92, ss. 1272-1280.
- Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S., Delahoy, J.E. (2003). Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, vol. 86, ss. 1-42.
- Brocard V., Huneau T., Huchon J-C., Dehedin, M. (2014). Combining robotic milking and grazing. In: EGF at 50: The Future of European Grasslands. *Grassland Science in Europe*, vol. 19, ss. 559-562.
- Danielsson, T. (2012). The effect of social rank on milking and feeding behaviour in automatic milking system for dairy cows. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård/Agronomprogrammet – husdjur (Examensarbete 2012:370).
- De Laval. (2011). *Koncept för kotrafik*. Tillgänglig: <http://www.delaval.se/-/Produkt-Information/Mjolkning/Systems/Automatic/Cow-traffic-concepts/> [2016-03-18]
- Djurskyddsförordningen. (1988). Stockholm. (1988:539 10 §).
- van Dooren, H.J.C., Heutinck, L.F.M., Biewenga, G., Zonderland, J.L. (2004). The influence of three grazing systems on AMS performance. I: Meijering, A., Hogeveen, H., de Koning, C.J.A.M (red.), *Automatic milking – a better understanding*. Amstelveen, NL: Wageningen academic publishers, ss. 292-297.
- van Dooren, H.J.C., Spörndly, E., Wiktorsson, H. (2002). Automatic milking and grazing. Applied grazing strategies. Deliverable D25 within the EU project *Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms*. (QLK5 – 2000 – 31006).
- Dufresne, I., Robaye, V., Knapp, E., Istasse, L., Hornick, J.L. (2012). Effects of environmental factors on yield and milking number in dairy cows milked by an automatic system located in pasture. *Grasslands Science in Europe*, vol. 17, ss. 231-233.
- Foley C., Shortall J., O'Brien B. (2015). Milk production, cow traffic and milking duration at different milking frequencies in an automated milking system integrated with grazing. In: Guarino M. and Berckmans. *Precision Livestock Farming*, '15, ss. 40 – 47.
- Hernandez-Mendo, O., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M., Weary, D.M. (2007). Effects of pasture on lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 90, ss. 1209-1214.
- Karlsson, M. (2015). *Hur organiseras kotrafiken i samband med produktionsbete i större besättningar med automatisk mjölkning?* Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård/Agronomprogrammet – husdjur (Examensarbete 2015:512).
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Devir, S., Metz, J.H.M. (1996). The influence of social hierarchy on time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 49, ss. 199-211.

- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.H.M., Schouten, W.G.P. (1998). Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 56, ss. 13-28.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Ipema, A.H., van Ouwkerk, E.N.J., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.H.M., Noordhuizen, J.P.T.M., Schouten, W.G.P. (1999). Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows – Milking frequency and effects on behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 64, ss. 91-109.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Ipema, A.H., Lokhorst, C., Metz, J.H.M., Noordhuizen, J.P.T.M., Schouten, W.G.P., Smits, A.C. (2000). Effect of sward height and distance between pasture and barn on cow's visits to an automatic milking system and other behaviour. *Livestock Production Science*, vol. 65, ss. 131-142.
- KRAV. (2015). *Regler för KRAV-certifierad produktion utgåva 2015*. Växjö: KRAV. Lägre andel bete för mjölkkor och ungtjurar 5.4.1.1, sid. 106. Tillgänglig: <http://www.krav.se/sites/www.krav.se/files/kravs-regler2015-webb.pdf> [2016-04-08]
- Kriström, H. (2003). *Rörelseförmågens betydelse för besöksfrekvensen hos kor i automatiska mjölkningssystem*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård/Agronomprogrammet – husdjur (Examensarbete 2003:171).
- Krohn, C.C., Munksgaard, L., Jonasen, B. (1992). Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments: I. Experimental procedure, facilities, time budgets – diurnal and seasonal conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 34, ss. 37-47.
- Lindgren, K. & Benfalk, C. (2004). *Drivningsgator för kor – planering, material, kostnad*. Uppsala: Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI Rapport, 2004:104).
- LRF Mjök (december 2015). *Antal mjölkföretag – per månad och årsvis 2010-2014*. Tillgänglig: <http://www.lrf.se/globalassets/dokument/om-lrf/bransch/brf-mjolk/statistik/antal-mjolkforetag.pdf> [2016-03-09]
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. (2011). *Animal nutrition*. 7th edition. Harlow, England: Pearson.
- 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*, vol. 96, ss. 201-214.
- O'Brien, B. & Foley, C. (2015). Ireland – Background and guidelines. In: Bertrand, S., Brocard, V., Cloët, E., Danilo, S., Dufrasne, I., Foley, C., François, J., Huneau, T., Lessire, F., O'Brien, B., Oudshoorn, F., Spörndly, E. (2015). *Optimizing pasture proportion in cow diet in association with Automatic Milking – Guidelines for different countries and production systems*. Europeiska unionens projekt AUTOGRASSMILK (Deliverable 1.1 rapportnummer FP7-SME-2012-314879).
- Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K., Knight, C.H. (2011). Relationships between milking frequency, lactation persistency and milk yield in Swedish red heifers and cows milked in a voluntary attendance automatic milking system. *Journal of Dairy Research*, vol. 78, ss. 379-384.
- Phillips, C.J.C. (1988). The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. *Grass and Forage Science*, vol. 43 (3), ss. 215-230.

- 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*, vol. 57, ss. 23-33.
- Spörndly, E. (2015). Sweden – Background and guidelines. In: Bertrand, S., Brocard, V., Cloët, E., Danilo, S., Dufrasne, I., Foley, C., François, J., Huneau, T., Lessire, F., O'Brien, B., Oudshoorn, F., Spörndly, E. (2015). *Optimizing pasture proportion in cow diet in association with Automatic Milking – Guidelines for different countries and production systems*. Europeiska unionens projekt AUTOGRASSMILK (Deliverable 1.1 rapportnummer FP7-SME-2012-314879).
- Spörndly, E & Karlsson, M. (2015). Production and cow-traffic management during the pasture season in large herds with automatic milking. In: van den Pol-van dasselaar, A., Aarts, H.F.M., De Vliegheer, A., Elgersma, D., Reheul, J.A., Reijnefeld, J.A., Verloop, J., Hopkins, A. *18th Symp. Of the European Grassland Federation*. Wageningen, the Netherlands, 15-17 June 2015. Tillgänglig: <http://autograssmilk.dk/wp-content/uploads/2016/01/Deliverable-11.pdf> [2016-04-29]
- 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*, vol. 87, ss. 1702-1712.
- Spörndly, E & Wredle, E. (2005). Automatic milking and grazing – Effects of drinking water on water intake, milk yield, and cow behaviour. *Journal of Dairy Science*, vol. 88, ss. 1711-1722.
- Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. 2010. Jönköping. (SJVFS 2010:15, ä. 2012:13).
- Stockdale, C.R. (1994). Persian clover and maize silage. I. Silage as a supplement for lactating dairy cows offered herbage of different quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 45, ss. 1751-1765.
- Svennersten-Sjaunja, K.M. & Pettersson, G. (2008). Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science*, vol. 86, ss. 37-46.
- Telezhenko, E., Bergsten, C. (2005). Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 93, ss. 183-197.
- Thomsen, P.T., Østergaard, S., Houe, H., Tind Sørensen, J. (2007). Loser cows in Danish dairy herds: Risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 79, ss. 136-154.
- Tucker, C.B. (2009). Behaviour of cattle. I: Jensen, P. *The ethology of domestic animals 2nd edition an introductory text*. 2nd edition. Wallingford: CABI, 152-154.
- Wredle, E. (2005). *Automatic milking and grazing – Factors and stimuli affecting cow motivation to visit the milking unit*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Växa Sverige. (2015-02-11). *Husdjursstatistik 2015*. Tillgänglig: http://www.vxa.se/Documents/Husdjursstatistik2015_ver2015-02-11.pdf [2016-04-10].
- Muntliga källor:
- Landin, H. (2015). Växa Sverige.