

# EkoForsk Projekt

## Slutrapport

### Fullfoder – konkurrenskraftig utfodring på ekologiska gårdar med automatisk mjölkning? / Total mixed ration – an economic feeding strategy for organic farmers with automatic milking?

#### *Projektgrupp:*

*Eva Spörndly, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala (huvudsökande)*

*Mikaela Patel, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala*

*Torbjörn Lundborg, Växa Sverige, Falköping.*

Kontaktinformation: Mikaela.Patel@slu.se

#### Sammanfattning

Syftet med detta projekt som omfattade tre stationsförsök och en fältstudie var att undersöka hur utfodringens sammansättning och utfodringsystemet påverkar kornas frivilliga mjölkningsfrekvens och avkastning i ett stall med automatisk mjölkning (AM). Tre experimentella studier genomfördes med olika kotrafiksystem: "feed first", "free" och "milk first". I försöken jämfördes två behandlingar "MIX" och "SEPARAT" med 20 kor per behandling i varje försök. Korna på behandling MIX fick en blandning på foderbordet med 35 % kraftfoder och 65 % ensilage räknat i procent av torrsbstans (ts) medan korna i gruppen SEPARAT erbjöds enbart ensilage på foderbordet och erhöll motsvarande andel kraftfoder i kraftfoderautomater. Båda grupperna fick fri tillgång till fodret som erbjöds på foderbordet och för gruppen SEPARAT anpassades kraftfodergivan i foderautomaterna till den enskilda kons ensilageintag två gånger per vecka för att säkerställa att proportionerna mellan kraftfoder och ensilage var samma (35:65) i båda behandlingarna. Korna med MIX erbjöds således ett foder med en högre koncentration av omsättbar energi, råprotein och stärkelse på foderbordet jämfört med gruppen SEPARAT men proportionerna i foderstaten var lika. Båda grupperna fick en giva kraftfoder i mjölkningsroboten för att locka korna till mjölkningsenheten och för att uppnå 40 %, respektive 50 % kraftfoder som är den maximala proportionen kraftfoder som är tillåten i foderstaten enligt reglerna för ekologisk produktion för kor efter laktationsmånad 3, respektive kor i laktationsmånad 1-3. I samtliga försök fanns ytterligare 18-19 kor i stallet för att ge en realistisk användning av roboten och för att den totala mängden kor i stallet skulle efterlikna det

som förekommer på gårdar i Sverige. Varje försök pågick i 10 veckor, där de första 4 veckorna utgjorde anpassningsperiod och de sista 6 veckorna var registreringsperiod. Alla mjölkningar registrerades automatiskt och under mätperioden genomfördes provmjölkning för analys av fett, protein och laktos samt celltal varannan vecka. Resultaten visade inga signifikanta skillnader i mjölkproduktion mellan behandlingsgrupperna MIX och SEPARAT. Inga signifikanta skillnader i mjölkningsfrekvens erhöles i försöket med "Feed first". Däremot erhöles en signifikant ( $P < 0.05$ ) högre mjölkningsfrekvens i gruppen MIX jämfört med SEPARAT i försöket med fri kotrafik, 2,7 jämfört med 2,4 mjölkningar per dag. I kontrast till detta erhöles i försöket med "milk first" en tendens ( $P < 0,10$ ) till signifikans för högre mjölkningsfrekvens för korna på behandling SEPARAT jämfört med MIX, 2,7 jämfört med 2,6 mjölkningar per dag i respektive grupp. Eftersom inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning, levande vikt eller hullpoäng sågs mellan behandlingarna i något av försöken så tycks mjölkningsfrekvensen ej spela en avgörande roll för avkastningen. Baserat på dessa tre försök tycks valet mellan båda utfodringsstrategierna MIX och SEPARAT vara av underordnad betydelse för mjölkavkastningen. Det är dock angeläget att genomföra försök som pågår under längre tid än 10 veckor för att slutgiltigt bekräfta eller förkasta denna slutsats.

Fältstudien syfte var att undersöka hur sammansättningen av blandfodret påverkar den frivilliga kotrafiken (hur ofta korna frivilligt går till mjölkning) på gårdar med automatisk mjölkning (AM). Studien genomfördes på elva gårdar i Västra Götaland, Gävleborg och Väster Norrland där korna utfodrades med blandfoder på foderbordet. Den enskilda korns frivilliga mjölkningsfrekvens, mjölkavkastning samt laktationsstadium mm registrerades under två perioder på alla mjölkande kor, tillsammans med blandfodrets sammansättning och egenskaper samt antal kor per robot. Den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos totalt 939 kor under två perioder utgjorde dataunderlaget i analyserna. Under den första perioden gick korna på sin ordinarie foderstat och under den andra förändrades sammansättningen av mixen på foderbordet för att uppnå en höjning eller sänkning av den s.k. "robotkvoten", (definierat som stärkelse+restkolhydrater / NDF (fiber)). Robotkvoten har ibland använts som verktyg i rådgivningen där man har rekommenderat en robotkvot på max 0,6. Foderstaterna beräknades i Typfoder (NorFor) och informationen om alla individuella kor togs från datorerna kopplade till de automatiska mjölkningsenheterna på gårdarna.

Resultatet av fältstudien visade att fyllnadsvärdet (hur mycket fodret fyller våmmen) hade en positiv effekt på kotrafiken. Fyllnadsvärdets ökning från 0,39 till 0,46 gav i studien en signifikant ökning av +0,2 frivilliga mjölkningar per dag. Robotkvoten hade i denna studie endast en signifikant effekt på den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos kor i tidig laktation (<90 dagar i mjölk). Resultatet visade också att en högre energinivå i fullfodermixen hade en negativ effekt på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag. Antalet kor per robot hade en signifikant ( $P < 0,001$ ) negativ effekt på antalet frivilliga mjölkningar per dag, -0,1 mjölkningar per dag när antalet kor ökade med ca 5 kor (beräknat inom intervallet 41-74 kor). På samma sätt minskade mjölkningsfrekvensen över laktationen och en ko i tidig laktation hade i genomsnitt en högre

mjölkningsfrekvens jämfört med en ko senare i laktationen, en minskning på ca -0,2 frivilliga mjölkningar per 100 dagar längre fram i laktationen ( $P < 0,001$ ).

### Slutsats för de tre stationsförsöken och fältstudien

Baserat på de tre stationsförsöken tycks valet mellan båda utfodringsstrategierna MIX och SEPARAT vara av underordnad betydelse för mjölkavkastningen. Det är dock angeläget att genomföra ytterligare försök som pågår under längre tid än 10 veckor för att slutgiltigt bekräfta eller förkasta denna slutsats. Resultaten av fältstudien visade att av 24 olika foderfaktorer som studerades på de 11 gårdarna i denna studie så hade det s.k. fyllnadsvärdet i fodervärderingssystemet NorFor den största inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen, där en ökning av fyllnadsvärdet från 0,39 till 0,46 gav en ökning i frivillig mjölkningsfrekvens på +0,2 mjölkningar per dag. Utöver fodervariabler hade även antalet djur per robot en stor inverkan, där en ökning av 5 djur per robot gav -0,1 mjölkningar per dag.

### Summary

The purpose of this study that included three experiments and a field study, was to investigate how the feeding system in a barn with automatic milking (AM) affects the cows' motivation to go to the milking robot and their milk production. Three experiments were performed: each with a different cow traffic system: "feed first", "free" and "milk first". Two strategies for feeding were applied, of 40 cows in each experiment, half were fed a mix of silage (treatment "MIX") and concentrates and half had separate feeding of silage and concentrates (treatment "SEPARATE"). In all three experiments cows had a four week adjustment period to the change of feed and cow traffic system and the following six weeks were used as measurement period. The mix contained 35 % concentrate on dry matter (DM) basis and 65 % silage and therefore had higher concentration of metabolizable energy (ME), crude protein and starch compared to the pure silage. The cows had free access to either mix or pure silage and the cows in the SEPARATE group received concentrate in feeding stations. Total amount of concentrate was adjusted to the intake of roughage in order to keep the silage:concentratio ratio fixed and comparable between the two treatments. All cows received a portion of the concentrates in the milking robot to motivate them to enter the milking unit and thereby reach 40 % and 50% concentrate respectively, the maximum proportion of concentrate allowed under organic production standards after lactation month 3, and lactation month 1-3, respectively. In total, there were 58-59 cows in the AM barn, the additional 18-19 non-experimental cows were included to simulate the approximate number of cows found on a commercial Swedish farm with automatic milking and to get a realistic utilization of the milking unit. Each milking during the experimental period was recorded automatically and the milk was analyzed for fat, protein and lactose fortnightly during the measurement period. The results from the experiments show that there were no statistically significant differences between the groups in milk production

parameters. No significant differences in milking frequency were obtained in the experiment with "Feed first". On the other hand, a significantly ( $P < 0.05$ ) higher milking frequency was obtained in the MIX group compared to SEPARAT in the experiment with "Free" cow traffic, 2.7 compared with 2.4 milkings per day. In contrast, in the experiment with "Milk first", a tendency ( $P < 0.10$ ) was obtained for higher milking frequency in the cows on treatment SEPARAT compared to MIX, 2.7 compared to 2.6 milkings per day in each group, respectively. Since no significant differences in milk yield, live weight or body condition score was shown between treatments in any of the experiments, the milking frequency in these experiments does not appear to play a decisive role in milk yield response. Based on these three experiments, the choice between the two feeding strategies MIX and SEPARAT appears to be of secondary importance to milk production. However, it is important to carry out trials that last longer periods to finally confirm or reject this conclusion.

The field study with the title "How does composition of a mixed ration affect cow traffic in systems with automatic milking" was performed on a total of 939 cows on 11 farms with automatic milking that fed cows partial- or total mixed ration. The aim was to investigate how composition of a feed mix affects voluntary milking frequency when offered to cows in an AM-system, with special emphasis on the effect on milking frequency of the so-called "robotic quotient", often used in Sweden when giving advice to farmers. The quotient is defined as (starch+rest carbohydrates)/neutral detergent fiber and a quotient below 0.6 is often recommended to maintain high milking frequencies. In the first period, the standard feeding on each farm was recorded and thereafter, at the start of period 2 a change in the feeding regime on each farm was introduced, with the aim of changing the robotic quotient plus or minus 0.1 unit. In the data set used, voluntary milking frequency was defined as milking frequency minus the number of times a cow was fetched to the milking robot. Beside the robot quotient, the effect of a number of other feed-, herd- and cow- factors on milking frequency and yield were also studied.

The results of the field study showed that changing the robot quotient only had an effect ( $P < 0.05$ ) on cow traffic for cows in early lactation (0-90 days in milk). The feed factor that proved to give the best model for explaining voluntary milking frequency was the fill value, a variable calculated in the NorFor system to describe how much the feed physically fills the animal. The fill value proved to have a positive effect on cow traffic and an increase in fill value from 0.39 to 0.46 increased the number of voluntary milkings with +0.2 per day ( $P < 0.001$ ). An increase in net energy content of the ration had a negative effect on the number of voluntary milkings per cow and day ( $P < 0.01$ ). Among herd and animal factors, the number of cows per robot proved to have a strong effect on milking frequency, with a decrease of 0.1 milkings per day with each extra 5 cows per robot ( $P < 0.001$ ). This value was valid only in the interval studied which was 41-74 cows per robot. Stage of lactation had a strong effect on voluntary milking frequency with a decrease of 0.2 milkings per day at an increase of +100 days in milk ( $P < 0.001$ ).

# Del 1. Experimentella studier vid SLUs forskningscentrum Funbo-Lövsta

## Bakgrund

Ekologiska gårdar har höga kostnader för proteinfodermedel och det finns därför starka skäl att satsa på stor andel gårdsproducerat foder såsom spannmål och vallfoder. Detta innebär att andelen stärkelse i foderstaten kan bli hög och vid dessa förhållanden finns det stora fysiologiska och ekonomiska fördelar med att blanda kornas kraftfoder med grovfoder till en fullfodermix som ges i fri tillgång till korna.

En stor andel av de ekologiska mjölkproducenterna har automatisk mjölkning (AM). I en studie om kotrafik under betesperioden i besättningar med AM (Karlsson, 2015) presenterades data från kokontrollen från 2013-2014 för mjölkproducenter med minst 60 kor i besättningen, totalt 1565 besättningar. Av dessa var ca 15 % (237 besättningar) ekologiska och utav de ekologiska besättningarna i detta material hade så mycket som 61 % automatisk mjölkning (144 besättningar) medan andelen besättningar med AM bland producenter som ej var ekologiska endast var 42 % (557 utav totalt 1328 besättningar). Även om dessa siffror troligen har ändrats något sedan dess, visar ovanstående data för denna besättningsstorlek ändå, att jämfört med konventionella besättningar har en betydligt högre andel av mjölkproducenterna i ekologiska besättningar AM. Det kan därför slås fast att AM är ett system som är vanligt förekommande och därmed betydelsefullt för ekologiska mjölkproducenter.

Det är väl känt att näringsinnehållet grovfodret är avgörande för avkastningsnivån i ekologisk produktion. Ett vallfoder med ett mycket högt näringsinnehåll krävs för att hålla en hög avkastningsnivå när möjligheten att ge kraftfodertillskott är begränsad. En vanligt förekommande uppfattning är dock att vallfodret inte bör ha ett alltför högt energiinnehåll då korna blir mindre aktiva och går mer sällan till mjölkning. Att kombinera AM med ett blandfoder där man blandat in kraftfoder i ensilaget anses vara problematiskt av samma anledning, då många menar att inblandning av kraftfoder i ensilaget som erbjuds på foderbordet kan göra korna mindre motiverade att gå till mjölkning, med lägre mjölkavkastning som följd. Man har till och med lanserat begreppet ”lata kor” (lazy cow syndrom) för att beskriva det man tycker sig se i praktiska besättningar, att när fodret på foderbordet har en för hög energitäthet blir korna mätta och ligger och vilar länge vilket leder till färre mjölkningar per dygn. Det vetenskapliga underlaget för detta påstående är dock bristfälligt. Man har inte tydliga försöksresultat som visar att mjölkningsfrekvensen påverkas av energitätheten i mixen på foderbordet och inte heller om mjölkavkastningen påverkas negativt. De få studier som gjorts har dessutom inte studerat fullfoder i AM med olika kotrafiksystem (styrd, dvs. ”feed-first” eller ”milk first”, samt fri kotrafik), vilket kan vara en avgörande faktor vid en jämförelse mellan separat utfodring och fullfoder. Kotrafik är benämningen för det sätt korna styrs genom anläggningen mellan mjölkningsrobot, foder och liggavdelning. Många anser att det är troligt att olika typer av kotrafiksystem kan ha en inverkan på kornas foderintag, avkastning och mjölkningsfrekvens men en nyligen genomförd studie pekar

mot att det i första hand inte är kotrafiksystemet i sig som är avgörande, utan snarare det som ofta benämns som ”management”, och som innefattar utfodring och skötsselfaktorer i samspel med systemet för mjölkproduktion på den enskilda gården (Gustafsson, 2017). Det kan dock finnas betydelsefulla faktorer knutna till systemet för kotrafik som gör att det finns tungt vägande skäl att studera frågan om blandfoder jämfört med separat utfodring i de tre vanligaste system för kotrafik som förekommer i praktiken.

Vår frågeställning i detta projekt har varit om foder som utgör en blandning mellan ensilage och kraftfoder och som ges på foderbordet är bättre än att ge ensilaget separat från kraftfodret på ekologiska gårdar med AM och vilken typ av kotrafiksystem som passar bäst i kombination med blandat foder. Studien omfattade tre försök med tre olika kotrafiksystem men i övrigt likartad försöksuppläggning där man i varje försök jämförde blandfoder och separat utfodring i en grupp med 40 kor under 10 veckor. I försöken erhöll korna i de två försöksleden (MIX och SEPARAT) samma proportioner mellan grovfoder och kraftfoder och fri tillgång till grovfoder men genom att blanda kraftfoder med ensilage i försöksledet MIX så hade blandfodret på foderbordet avsevärt högre koncentrationsgrad i försöksledet MIX jämfört med SEPARAT. För att uppnå samma proportioner i totalfoderstaten i båda försöksled fick gruppen SEPARAT sitt kraftfoder i kraftfoderautomater. Alla kor i båda försöksleden erhöll även en giva kraftfoder i mjölkningsstationen för att säkerställa att korna skulle söka sig till mjölkning frivilligt.

Vår hypotes var att fullfoder kan ge en högre mjölkavkastning jämfört med separat utfodring, men endast i system med någon typ av styrd kotrafik.

Utöver dessa tre försök med blandfoder jämfört med separat utfodring i tre olika system för kotrafik så omfattade projektet även en fältstudie. Fältstudien genomfördes på gårdar med blandfoder och automatisk mjölkning och omfattade 11 gårdar. Gårdarna hade varierande sammansättning på blandfodret och data från varje ko i dessa besättningar samlades in för att kunna analysera hur sammansättning på blandfodret som erbjöds på foderbordet påverkade mjölkornas frivilliga mjölkningsfrekvens.

## Material och Metoder

Under våren 2015, hösten 2015 och våren 2016 genomfördes tre studier stallet med AM (DeLaval voluntary milking system, VMS™) vid SLUs forskningscentrum för lantbrukets husdjur, Funbo-Lövsta i Uppsala. I alla tre försöken tillämpades två strategier för utfodring: hälften av korna fick ensilage och kraftfoder mixat och hälften av korna fick separat utfodring av ensilage och kraftfoder. Skillnaden mellan de tre försöken var kotrafiken: ”feed first”, ”fri” och ”milk first”, d.v.s. hur korna kunde röra sig i anläggningen mellan mjölkningsrobot, foderavdelning och liggavdelning (se beskrivning av respektive försök nedan).

I samtliga tre försök gällde att:

- Två strategier (behandlings) för utfodring tillämpades, hälften av korna fick ensilage och kraftfoder mixat (kallad MIX) och hälften av korna fick separat utfodring av ensilage och kraftfoder (kallad SEPARAT).
- I varje behandling ingick från start 20 kor av raserna svensk röd boskap (SRB) och svensk holstein (SH). Både förstakalvare och äldre kor ingick i grupperna. Grupperna var balanserade med avseende på ras (SRB/SH), laktation (förstakalvare/äldre kor) och antal dagar efter kalvning för att vara så jämförbara som möjligt.
- Korna hade tre till fyra veckors anpassningsperiod till foderbyte och kotrafiksystem och sex veckor därefter var mätperiod.
- Korna hade fri tillgång till ensilage respektive fodermix och totala kraftfodermängden justerades mot intaget av grovfoder för att inte överstiga maximinivån enligt regelverket för ekologisk produktion. Foderintaget registrerades automatiskt i grovfodertrågen (Biocontrol, Rakkestad Norge) och kraftfoderstationerna (DeLaval, Tumba Sverige).
- Fodermixen innehöll 35% kraftfoder på torrsubstans (ts) basis och hade därför högre halter av omsättbar energi (OE), råprotein och stärkelse och lägre halt av fiber (neutral detergent fibre; NDF) jämfört med ensilaget.
- De kor som fick separat utfodring av ensilage och kraftfoder hade samma proportioner mellan grovfoder och kraftfoder som de kor som fick ensilage och kraftfoder mixat.
- Till ensilage och fodermix tillsattes 50 g salt (NaCl) per ko och dag. Mineralfoder ingick i kraftfodret.
- Alla kor hade en del kraftfoder i mjölkningsroboten för att motivera dem att gå dit, samt för att nå upp till den totala mängd kraftfoder som var avsedd för varje ko.
- Korna utfodrades med kraftfoderandelar enligt regelverket för ekologisk produktion (KRAV, 2015) d.v.s. för kor > 90 dagar i laktation var kraftfodergivan max 40% av totalt intag av ts och för kor ≤ 90 dagar, max 50%.
- Samma kraftfoder användes i de två behandlingarna, det var pelleterat och innehöll bara råvaror som för närvarande är tillåtna i ekologisk produktion. Det pelleterade kraftfodret som användes i fodermixen var krossat för att säkerställa att samma proportioner mellan grovfoder och kraftfoder bibehölls för alla kor under hela försöket och minska risken att korna skulle sortera ut kraftfoderpellets ur blandningen.
- Totalt fanns 58-59 kor i stallet för att få en reell utnyttjandegrad av mjölkningsroboten och för att efterlikna det ungefärliga antalet kor som återfinns i kommersiella besättningar i Sverige.
- Intervallen mellan mjölkningarna var satta till minst fem och högst 13 timmar. Om mjölkningsintervallet överskridit 13 timmar hämtades kon till mjölkning av personalen.
- Alla mjölkningar registrerades automatiskt dagligen och under mätperioden analyserades mjölkens innehåll av fett, protein, laktos och celltal under mätperioden varannan vecka.

- Kornas vikt och hull (femgradig skala där 1 är mycket mager och 5 är mycket fet; Geno Avl og Semin, Norge) registrerades vid försökets början och slut. Korna vägdes två dagar i rad och medeltalet för de två vikterna användes i de statistiska analyserna.

### Försök 1 "feed first"

Försök 1 genomfördes under mars-maj 2015. Kotrafiken var styrd så att korna skulle mjölkas efter utfodring i kotrafiksystemet kallat "feed first". Från liggavdelningen kan då korna röra sig fritt till foderavdelningen, men för att komma tillbaka till liggavdelningen måste de passera en selektionsgrind. Om intervallet från senaste mjölkning överskridit det förutbestämda minimiintervallet sorteras kon in väntfällan framför mjölkningsroboten för att mjölkas. Efter mjölkning kan kon åter röra sig fritt mellan foderavdelning och liggavdelning. De 38 kor som fullföljde försöket var vid försökets början i genomsnitt  $45 \pm 24$  dagar (medeltal  $\pm$  standardavvikelse) efter kalvning och bestod av 8 förstakalvare och 30 äldre kor. Av dessa var 23 av rasen SRB och 15 var av rasen SH.

### Försök 2 "fri kotrafik"

Försök 2 genomfördes under september-november 2015. Kotrafiken var "fri" vilket innebar att korna kunde röra sig fritt mellan foderavdelning, liggavdelning och mjölkningsrobot. Om kon valde att gå in i mjölkningsroboten utan att intervallet till senaste mjölkning överskridit fem timmar släpptes kon ut igen utan att mjölkas. De 38 kor som fullföljde försöket var vid försökets början i genomsnitt  $70 \pm 30$  dagar efter kalvning och bestod av 10 förstakalvare och 28 äldre kor. Av dessa var 27 av rasen SRB och 11 var av rasen SH.

### Försök 3 "milk first"

Försök 3 genomfördes under mars-maj 2016. Kotrafiken var styrd så att korna skulle mjölkas före utfodring i kotrafiksystemet kallat "milk first". Från foderavdelningen kan då korna röra sig fritt till liggavdelningen, men för att komma tillbaka till foderavdelningen måste de passera en selektionsgrind. Om intervallet till senaste mjölkning överskridit det förutbestämda minimiintervallet sorteras kon in väntfällan framför mjölkningsroboten för att mjölkas. Efter mjölkning kan kon åter röra sig fritt mellan liggavdelning och foderavdelning. De 38 kor som fullföljde försöket var vid försökets början i genomsnitt  $78 \pm 26$  dagar efter kalvning och bestod av 11 förstakalvare och 27 äldre kor. Av dessa var 24 av rasen SRB och 14 var av rasen SH.



## Provtagningar, dataregistrering och analyser

### *Foder och foderintag*

I samtliga tre försök togs prover från ensilaget varje vardag från fodertrågen och förvarades i -20°C innan de slogs samman i tvåveckorsperioder för vidare analys av ts, råprotein, NDF, aska och beräkning av omsättbar energi enligt standardmetoder (Spörndly, 2003) vid laboratoriet på Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU. Två dagar i veckan (måndag och torsdag) togs separata prover av ensilage och fodermix som torkades i 60°C under 18-24 timmar för att beräkna ts-halten. Utifrån ts-värdet och kornas individuella intag av ensilage och fodermix justerades kraftfodergivorna på ts-basis (ändring max 0,5 kg per ko och dag). Utifrån resultatet i ensilagets ts-halt justerades receptet för fodermixen två dagar i veckan så att kraftfoderandelen i blandningen hölls konstant. Kraftfoderprover togs från kraftfoderstationerna en dag per vecka och slogs ihop i tvåveckorsperioder för vidare analys av ts, råprotein, stärkelse, NDF och aska enligt standardmetoder (Spörndly, 2003).

All foderkonsumtion i samtliga försök registrerades automatiskt. Alla besök vid fodertråg och kraftfoderstationer samt mjölkningsrobot summerades per ko och dygn.

### *Mjölk*

Alla mjölkningar och mjölmängder registrerades automatiskt i datasystemet DelPro (DeLaval, Tumba) och mängderna summerades per ko och dygn. Korna provmjölkades varannan vecka under försöksperioden i samtliga försök. Prover för analys av fett, protein, laktos och celltal (SCC) togs då ut vid varje mjölkning under ett dygn, mjölken förvarades vid +4° C med tillsats av Bronopol konserveringsmedel fram till analys. Mjölakens innehåll av fett, protein och laktos analyserades med FT-MIR teknik och celltalet med en Cyto Meter (instrument Combiscope 300 Delta instruments, Nederländerna) vid laboratoriet på Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU. Resultaten i mjölksammansättning från varje prov under provtagningsdygnet viktades mot mjölmängd samt justerades för mjölkningsintervallet mellan mjölkningarna för att få jämförbara dygnsprov för alla kor.

### *Tid i väntfålla och mjölkningsintervall*

I försöken med kotrafik ”feed first” och ”milk first” definierades tiden korna väntat för att bli mjölkade som tiden från att de passerade grinden in i väntfållan tills de gick in i mjölkningsroboten. Mjölkningen räknades som frivillig om kon gått till mjölkning inom 13 timmar från senaste mjölkning och inte registrerats som hämtad av personalen.

## Statistisk analys

All data för foderintag, tid i väntfålla, mjölkningsintervall och mjölkavkastning bearbetades som medeltal per ko och dag per mätvecka innan analys. Mjölksammansättningen från provmjölkningarna analyserades som tre upprepade mätningar och resultaten för dessa representerar därför endast provmjölkningsdagarna. Celltalen logaritmerades före statistisk analys för att erhålla normalfördelade data. Behandlingarnas påverkan på kornas vikt och hull skattades genom att analysera skillnaden mellan start- och slutvikt/hull. Den statistiska analysen gjordes med programmet SAS version 9.4. (SAS Institute Inc., Cary NC, USA).

Alla variabler utom vikt och hull analyserades med samma modell i PROC MIXED i SAS. Ingående variabler var djurnummer, ras, laktationsnummer (förstakalvare eller äldre ko), behandling, försöksvecka samt laktationsdag. Djurnummer betraktades som slumpvariabel och försöksvecka som upprepad mätning. Medelvärde för mjölkavkastning veckan innan och mjölksammansättning vid senaste provmjölkning före försökets början användes som kovariat i modellen. Samtliga samspel testades och icke-signifikanta samspel uteslöts ur modellen. Vikt och hull analyserades med PROC GLM i SAS med de ingående variablerna djurnummer, ras, laktationsnummer och behandling. Alla medeltal anges som minstakvadratmedelvärden, d.v.s. de är korrigerade för den statistiska modellen. I resultaten anges också medelfel och  $P$ -värde, d.v.s. signifikansnivå där  $P < 0,05$  är gränsen för statistisk säkerställd skillnad mellan försöksbehandlingarna.

## Resultat och diskussion

### Försök 1 "feed first"

Fodrets kemiska sammansättning i försök 1 kan ses i Tabell 1. Resultaten från det första försöket visade inga signifikanta skillnader i parametrar för foderintag (Tabell 2) eller mjölkproduktion (Tabell 3) mellan de två grupperna utom för tiden korna åt i fodertrågen. Gruppen MIX hade 24 minuter längre ättid per dag än SEPARAT vilket troligen berodde på att de hade allt sitt foder i trågen medan gruppen SEPARAT även behövde spendera tid i kraftfoderstationerna. Tiden för detta beräknades till 19 minuter per ko och dag. Mjölkavkastningen skilde sig inte mellan de två grupperna, men var ca fem kg högre när alla mjölkningar var inkluderade i de statistiska analyserna jämfört med då endast mjölmängden vid provmjölkningarna var inkluderade. Förklaringen är att när alla mjölkningar under hela mätperioden inkluderades var korna relativt tidigt i laktationen vid försökets början och eftersom provmjölkningarna ägde rum då korna var något senare i laktation hade de då lägre mjölkproduktion. Mjölkavkastningen är i regel som högst fyra till sex veckor efter kalvning och avtar därefter gradvis (Øystein & Sjaastad, 2010). Korna i SEPARAT vägde vid försökets början  $682 \pm 66$  kg och vid försökets slut  $682 \pm 76$  kg. Motsvarande vikter för korna i MIX var  $680 \pm 82$  kg respektive  $673 \pm 75$  kg. Kornas hull var i gruppen SEPARAT vid försökets början  $3,3 \pm 0,46$  och var vid försökets slut  $3,3 \pm 0,48$ . Motsvarande hull för korna i MIX var  $3,2 \pm 0,62$  och  $3,2 \pm 0,77$ . Det var inga signifikanta

skillnader mellan grupperna i vikt- eller hullförändring. Resultaten visar att i ett "Feed first" kotrafiksystem har utfodringssystemet underordnad betydelse för foderintag, mjölkproduktion och kornas vikt och hull.

Tabell 1 Medelvärden ± standardavvikelse för fodrets kemiska sammansättning per kg ts i "feed first" kotrafiksystem (försök 1).

	Ensilage	Kraftfoder	Fodermix*
TS, %	32 ± 2	88 ± 0,1	41
Omsättbar energi, MJ	11,6 ± 0,2	13,4**	12,3
Råprotein, g	153 ± 6	183 ± 3	165
Aska, g	84 ± 1	56 ± 1	75
NDF, g	388 ± 90	176 ± 11	313
Stärkelse, g	i.a.	389 ± 14	136

\*beräknade värden baserade på de ingående komponenterna i mixen

\*\*uppgift från leverantör

i.a., icke-analyserat

Tabell 2. Minstakvadratmedelvärden för foderintagsparametrar per ko och dag för kor i "feed first" kotrafiksystem (försök 1) med två strategier för utfodring, fodermix (MIX) eller separat utfodring (SEPARAT) av ensilage och kraftfoder.

Parametrar per ko och dag (kg ts)	SEPARAT	MIX	SEM	P-värde
Grovfoderintag	14,1	14,5 <sup>1</sup>	0,44	0,44
Totalt kraftfoderintag	10,6	10,9 <sup>1</sup>	0,33	0,52
<i>varav i mjölkkningsroboten</i>	3,0	3,2	0,13	0,33
Andel grovfoder, %	57	57	0,3	0,57
NDF	7,5	7,7	0,23	0,68
Stärkelse	4,2	4,4	0,14	0,38
Råprotein	4,1	4,3	0,12	0,32
OE MJ	307	315	9,1	0,45
Besöksfrekvens fodertråg, antal	24	25	1,9	0,64
Åttid fodertråg, minuter	152	176	8,2	0,04
Åttid kraftfoderstation, minuter <sup>2</sup>	19	-	-	-

SEM, standardfel; <sup>1</sup>Andelen av mixen som utgörs av grovfoder respektive kraftfoder; <sup>2</sup>Beräknat värde: mängd foder/utmatningshastighet 0,4 kg/min

Tabell 3. Minstakvadratmedelvärden för mjölkproduktionsparametrar per ko och dag för kor i "feed first" kotrafiksystem (försök 1) med två strategier för utfodring, fodermix (MIX) eller separat utfodring (SEPARAT) av ensilage och kraftfoder.

Parametrar per ko och dag	SEPARAT	MIX	SEM	P-värde
Mjölmängd, kg <sup>1</sup>	39,9	39,2	1,10	0,66
<i>Provmjölkkningsresultat<sup>2</sup></i>				
Mjölmängd, kg	34,7	33,0	1,27	0,29
Mjölmängd, kg energikorrigerad (ECM)	36,0	34,1	1,03	0,23
Mjölkfett, %	4,0	3,8	0,10	0,35
Mjolkprotein, %	3,3	3,12	0,07	0,13
Laktos, %	4,9	4,9	0,04	0,65
Celltal (×10 <sup>3</sup> /ml)	150	128	1,3	0,69
Antal frivilliga mjölkningar	2,6	2,5	0,08	0,47
Mjolkkningsintervall, timmar	9,7	9,9	0,27	0,48
Tid i väntfälla, minuter	144	141	13,5	0,86

<sup>1</sup>Minstakvadratmedelvärde under mätperioden

<sup>2</sup>Minstakvadratmedelvärde för provmjölkkningsdagarna

## Försök 2 ”fri kotrafik”

Fodrets kemiska sammansättning i försök 2 kan ses i Tabell 4. Resultaten från det andra försöket visade signifikant högre foderintag och 40 minuter lägre ättid per dag i fodertrågen i MIX jämfört med SEPARAT gruppen (Tabell 5) som istället åt i kraftfoderstationerna under 19 minuter per dag (beräknad tid). Det var inga skillnader i mjölkproduktion mellan grupperna förutom i antal mjölkningar, MIX gruppen gick oftare till mjölkning och hade därmed också signifikant kortare mjölkningsintervall jämfört med SEPARAT (Tabell 6). Det var det resultat som utmärkte sig mest i den här studien vilket är omvänt från resonemanget att korna blir mindre benägna att gå till mjölkning om koncentrationsgraden på foderbordet är hög. Anledningen till att korna gick oftare till mjölkning tros vara att kraftfodergivan i roboten var mer lockande för korna i MIX gruppen eftersom det var det enda ställe de kunde få kraftfoderpellets i ren form, medan SEPARAT gruppen även fick pellets i kraftfoderautomaterna. Korna i MIX gruppen hade också ett högre foderintag än SEPARAT gruppen, men det avspeglade sig varken i ökad mjölmängd eller ökat ansättning av kroppsvävnad. Orsaken till detta är oklar, men en teori kan vara att tillräckligt lång tid av försöksperioden inte låg under den fas då korna i regel ansätter kroppsvävnad d.v.s. efter laktationsvecka 13 för att visa några signifikanta skillnader i hull mellan grupperna (Nielsen och Volden, 2011). Korna i SEPARAT vägde vid försökets början  $687 \pm 80$  kg och vid försökets slut  $720 \pm 75$  kg. Motsvarande vikter för korna i MIX var  $649 \pm 91$  kg respektive  $666 \pm 76$  kg. Kornas hull var i gruppen SEPARAT vid försökets början  $3,2 \pm 0,52$  och var vid försökets slut  $3,3 \pm 0,64$ . Motsvarande hull för korna i MIX var  $3,1 \pm 0,48$  och  $3,1 \pm 0,58$ . Det var inga signifikanta skillnader mellan grupperna i vikt- eller hullförändring. Resultaten visar att i ett ”free” kotrafiksystem gav MIX signifikant högre foderintag och högre mjölkningsfrekvens jämfört med SEPARAT men under försöksperioden gav det dock ingen respons i ökad mjölmängd.

En mer detaljerad beskrivning av försöket med fri kotrafik (”free”) redovisas i ett examensarbete från Institutionen för husdjurens utfodring och vård vid SLU (Driscoll, 2017).

Tabell 4 Medelvärden  $\pm$  standardavvikelse för fodrets kemiska sammansättning per kg ts i ”fri” kotrafiksystem (försök 2).

	Ensilage	Kraftfoder	Fodermix*
TS, %	$32 \pm 2$	$88 \pm 0,8$	41
Omsättbar energi, MJ	$11,4 \pm 0,1$	13,4**	12,1
Råprotein, g	$138 \pm 6$	$192 \pm 7$	157
Aska, g	$84 \pm 4$	$58 \pm 2$	75
NDF, g	$444 \pm 26$	$169 \pm 9$	348
Stärkelse, g	i.a.	$398 \pm 17$	140

\*beräknade värden baserade på de ingående komponenterna i mixen

\*\*uppgift från leverantör

i.a., icke-analyserat

Tabell 5. Minstakvadratmedelvärden för foderintagsparametrar per ko och dag för kor i ”fri” kotrafiksystem (försök 2) med två strategier för utfodring, fodermix (MIX) eller separat utfodring (SEPARAT) av ensilage och kraftfoder.

Parametrar per ko och dag (kg ts)	SEPARAT	MIX	SEM	P-värde
Grovfoderintag	13,9	15,5 <sup>1</sup>	0,44	0,01
Totalt kraftfoderintag	9,6	10,7 <sup>1</sup>	0,34	0,02
varav i mjölkningsroboten	2,1	2,4	0,26	0,34
Andel grovfoder, %	59	59	0,4	0,63
NDF	7,7	8,6	0,24	0,007
Stärkelse	3,8	4,3	0,14	0,007
Råprotein	3,8	4,3	0,12	0,003
OE MJ	284	317	8,8	0,008
Besöksfrekvens fodertråg, antal	27	33	2,2	0,47
Ättid fodertråg, minuter	169	209	7,5	0,0005
Ättid kraftfoderstation, minuter <sup>2</sup>	19	-	-	-

SEM, standardfel; <sup>1</sup>Andelen av mixen som utgörs av grovfoder respektive kraftfoder; <sup>2</sup>Beräknat värde: mängd foder/utmatningshastighet 0,4 kg/min

Tabell 6. Minstakvadratmedelvärden för mjölkproduktionsparametrar per ko och dag för kor i ”fri” kotrafiksystem (försök 2) med två strategier för utfodring, fodermix (MIX) eller separat utfodring (SEPARAT) av ensilage och kraftfoder.

Parametrar per ko och dag	SEPARAT	MIX	SEM	P-värde
Mjölmängd, kg <sup>1</sup>	35,7	34,6	1,37	0,55
<i>Provmjölkningresultat<sup>2</sup></i>				
Mjölmängd, kg	35,4	34,5	1,32	0,66
Mjölmängd, kg energikorrigerad (ECM)	35,4	35,0	1,24	0,81
Mjölkfett, %	4,1	4,1	0,10	0,64
Mjolkprotein, %	3,5	3,4	0,05	0,58
Laktos, %	4,8	4,8	0,02	0,25
Celltal ( $\times 10^3$ /ml)	31	50	1,2	0,13
Antal frivilliga mjölkningar	2,4	2,7	0,08	0,012
Mjölkningintervall, timmar	9,3	8,8	0,18	0,034

<sup>1</sup>Minstakvadratmedelvärde under mätperioden

<sup>2</sup>Minstakvadratmedelvärde för provmjölkningsdagarna

### Försök 3 “milk first”

Fodrets kemiska sammansättning i försök 3 kan ses i Tabell 7. Foderanalysen visade på något lägre energihalt i ensilaget och lägre råproteinhalt i kraftfodret jämfört med försök 1 och 2. Resultaten från det tredje försöket visade signifikant högre grovfoderintag och intag av NDF i MIX jämfört med SEPARAT gruppen (Tabell 8). Det var inga skillnader i mjölkproduktion mellan grupperna, men en tendens för högre mjölkproteinhalt, fler mjölkningar per dag och kortare mjölkningintervall sågs i SEPARAT gruppen (Tabell 9). Korna i SEPARAT vägde vid försökets början  $653 \pm 63$  kg och vid försökets slut  $678 \pm 71$  kg. Motsvarande vikter för korna i MIX var  $651 \pm 74$  kg respektive  $669 \pm 81$  kg. Kornas hull var i gruppen SEPARAT vid försökets början  $3,2 \pm 0,74$  och var vid försökets slut  $3,5 \pm 0,72$ . Motsvarande hull för korna i MIX var  $2,9 \pm 0,49$  och  $3,0 \pm 0,60$ . Det var inga signifikanta skillnader mellan grupperna i vikt- eller hullförändring. Resultaten visar att i likhet med försöket med fri kotrafik hade korna i MIX

gruppen ett högre foderintag jämfört med SEPARAT, men det gav ingen respons i ökad mjölkavkastning. En tendens för högre mjölkkningsfrekvens och därmed kortare mjölkkningsintervall sågs i SEPARAT gruppen.

Tabell 7 Medelvärden  $\pm$  standardavvikelse för fodrets kemiska sammansättning per kg ts i ”milk first” kotrafiksystem (försök 3).

	Ensilage	Kraftfoder	Fodermix*
TS, %	32 $\pm$ 2	88 $\pm$ 0,3	41
Omsättbar energi, MJ	10,9 $\pm$ 0,17	13,4**	11,8
Råprotein, g	157 $\pm$ 4	161 $\pm$ 20	158
Aska, g	107 $\pm$ 2	4,9 $\pm$ 0,4	71
NDF, g	428 $\pm$ 24	191 $\pm$ 8	345
Stärkelse, g	i.a.	435 $\pm$ 45	152

\*beräknade värden baserade på de ingående komponenterna i mixen

\*\*uppgift från leverantör

i.a., icke-analyserat

Tabell 8. Minstakvadratmedelvärden för foderintagsparametrar per ko och dag för kor i ”milk first” kotrafiksystem (försök 3) med två strategier för utfodring, fodermix (MIX) eller separat utfodring (SEPARAT) av ensilage och kraftfoder.

Parametrar per ko och dag (kg ts)	SEPARAT	MIX	SEM	P-värde
Grovfoderintag	15,1	16,1 <sup>1</sup>	0,34	0,03
Totalt kraftfoderintag	9,5	9,9 <sup>1</sup>	0,26	0,24
varav i mjölkkningsroboten	2,1	2,1	0,18	0,87
Andel grovfoder, %	61	62	5,3	0,39
NDF	8,3	8,9	0,19	0,02
Stärkelse	4,1	4,0	0,11	0,51
Råprotein	3,9	4,0	0,08	0,50
OE MJ	292	309	6,5	0,61
Besöksfrekvens fodertråg, antal	33	35	2,8	0,62
Ättid fodertråg, minuter	185	192	8,4	0,58
Ättid kraftfoderstation, minuter <sup>2</sup>	19	-	-	-

SEM, standardfel; <sup>1</sup>Andelen av mixen som utgörs av grovfoder respektive kraftfoder; <sup>2</sup>Beräknat värde: mängd foder/utmatningshastighet 0,4 kg/min

Tabell 9. Minstakvadratmedelvärden för mjölkproduktionsparametrar per ko och dag för kor i ”milk first” kotrafiksystem (försök 3) med två strategier för utfodring, fodermix (MIX) eller separat utfodring (SEPARAT) av ensilage och kraftfoder.

Parametrar per ko och dag	SEPARAT	MIX	SEM	P-värde
Mjölmängd, kg <sup>1</sup>	35,2	34,4	1,09	0,62
Provmjölkkningsresultat <sup>2</sup>				
Mjölmängd, kg	36,8	34,2	1,49	0,24
Mjölmängd, kg energikorrigerad (ECM)	36,8	33,4	1,40	0,10
Mjölkfett, %	4,1	3,9	0,11	0,21
Mjolkprotein, %	3,3	3,2	0,04	0,08
Laktos, %	4,8	4,8	0,02	0,94
Celltal ( $\times 10^3$ /ml)	44	59	1,2	0,28
Antal frivilliga mjölkningar	2,7	2,6	0,05	0,09
Mjölkkningsintervall, timmar	9,1	9,5	0,17	0,08
Tid i väntfålla, minuter	112	112	9,0	0,99

<sup>1</sup>Minstakvadratmedelvärde under mätperioden

<sup>2</sup>Minstakvadratmedelvärde för provmjölkkningsdagarna

## Inverkan av kotrafiksystem på resultaten

Generellt kan sägas att man bör vara mycket försiktig med att göra direkta jämförelser mellan försök som har genomförts efter varandra i tid. Att diskutera och jämföra olika försök med varandra görs dock i diskussionen i så gott som varje vetenskaplig artikel för att resonera och dra slutsatser av de resultat som har redovisats. De tre stationsförsöken i detta projekt genomfördes med exakt samma försöksuppläggning för att så långt möjligt efterlikna varandra i alla aspekter utom vad gäller kotrafiksystem och tidpunkten för försöket för att man skulle kunna diskutera och jämföra resultaten från de tre försöken med varandra.

Vår hypotes: ”att fullfoder kan ge en högre mjölkavkastning jämfört med separat utfodring, men endast i system med någon typ av styrd kotrafik” visade sig ej stämma med försöksresultaten och måste därför förkastas. Någon signifikant skillnad i mjölkavkastning mellan grupperna som fick fullfoder jämfört med separat utfodring sågs inte i något försök, oavsett kotrafiksystem. Det är ändå intressant att resonera kring utfallet av de tre försöken och jämföra dem med varandra i några reflektioner. I försöket med fri kotrafik (”försök 2 ”free”) hade korna med MIX ett signifikant ( $P < 0,01$ ) högre grovfoderintag jämfört med gruppen SEPARAT (15,5 jämfört med 13,9 kg ts) vilket i sin tur även medförde att gruppen hade ett högre kraftfoderintag (10,7 jämfört med 9,6 kg ts). Även i försök 3 med ”milk first” hade gruppen MIX ett signifikant ( $P < 0,05$ ) högre grovfoderintag (+ 1,0 kg ts). I försöket med kotrafiksystemet ”feed first” fanns dock ingen signifikant skillnad i intag mellan grupperna. Systemet ”feed first” är tänkt att ge djuren riklig tillgång till grovfoder vid alla tider genom att de alltid kan gå från vila till foderbordet utan några selektionsgrindar som hämmar tillgången till foderbordet. Näringsinnehållet i grovfodret var högt så det är svårt att finna någon logisk förklaring till att inga skillnader mellan grupperna erhöles i just försök 1 medan skillnaden var signifikant i försök 2 och 3.

Det är tydligt att intaget i gruppen MIX generellt blir högre än i gruppen SEPARAT, vilket vanligtvis gynnar en högre avkastning (Friggens et al., 1998). Den högre grovfoderkonsumtionen i gruppen MIX i försök 2 och 3 gav dock ej någon högre avkastning eller någon ökning i levande vikt eller hull i gruppen. Orsaken till detta är oklar. Det är möjligt att försöket borde ha pågått i mer än 10 veckor för att skillnader i foderintag skulle kunna manifesteras sig i skillnader i avkastning, levande vikt eller hull. Differensen mellan grupperna i grovfoderintag var störst och hade starkast signifikans i försöket med det fria kotrafiksystemet (försök 2). Det är möjligt att skillnader mellan grupperna blir störst i det fria systemet då det är det system som minst påverkar kornas inneboende motivation och beteende eftersom det saknar selektionsgrindar och styrsystem. Det vore mycket intressant att genomföra ett längre försök i ett system med fri kotrafik där man jämförde MIX med SEPARAT utfodring i likhet med försöken här för att se om några skillnader i avkastning kan uppnås till följd av högre intag i gruppen MIX. Det bör dock påpekas att alla tre kotrafiksystemen fungerade väl, både för MIX och för SEPARAT utfodring. Ett nyligen presenterat examensarbete bekräftar också att kotrafiksystemet inte tycks ha något tydligt samband med avkastning utan det tycks i första hand vara producentens intresse och engagemang som är avgörande för att uppnå hög avkastning i besättningen (Gustafsson, 2017).

## Del 2. Fältstudie - Hur påverkas kotrafiken av blandfodrets sammansättning vid utfodring i AM-system?

### Bakgrund

I syfte att studera olika foderblandningar bland aktiva mjölkproducenter med mjölkningsrobot som använder fullfoder eller blandfoder genomfördes en fältstudie. Bakgrunden till fältstudien är att man inom rådgivningen har letat efter foderparametrar som påverkar mjölkningsfrekvensen på gårdar med automatisk mjölkning. Det är inte ovanligt att rådgivare möter mjölkproducenter som oroar sig för att mjölkningsfrekvensen är låg och vill ha råd hur de skall åtgärda detta.

Under en längre tid har många producenter med mjölkningsrobot ansett att en bidragande orsak till låg mjölkningsfrekvens kan vara att fodret som serveras på foderbordet har alltför högt energiinnehåll, räknat som megajoule omsättbar energi per kg torrs substans (MJ/kg ts). När producenten upplever att mjölkningsfrekvensen är för låg och det tillgängliga ensilaget har ett högt energiinnehåll löser man ofta detta med att blanda in lite halm i ensilaget, och om foderstaten baseras på en mix med vallfoder och spannmål, så minskar man andelen spannmål i mixen för att minska energitätheten i mixen. Utifrån erfarenhet från gårdar har man inom rådgivningen räknat fram en kvot som man kan använda sig av när foderstater beräknas på gårdar med robot. Man har försökt väga samman relationen mellan lättlösliga kolhydrater såsom stärkelse och restkolhydrater (t.ex. socker, pektin mm) och fiberfraktionen NDF (Neutral Detergent Fiber) och skapat en parameter, den s.k. ”Robotkvoten” (Torbjörn Lundborg, personligt meddelande, 2014) som räknas fram på följande sätt:  $(\text{stärkelse} + \text{restkolhydrater}) / \text{NDF}$ . Denna parameter lades år 2011 in som en valbar parameter i foderberäkningsverktyget ”Typfoder 5 och IndividRAM 5 och är där namngiven Stä+Rest/NDF. I samband med foderstatsberäkningar använder en del rådgivare robotkvoten, som enligt praxis bör ligga under 0,6, men några vetenskapliga studier av hur den påverkar kotrafiken har ännu ej genomförts.

Syftet med fältstudien var följande:

1. Studera om den s.k. ”robotkvoten, dvs.  $(\text{stärkelse} + \text{restkolhydrater}) / \text{NDF}$ , har en inverkan på antalet gånger kon går frivilligt till mjölkning.
2. Utvärdera övriga mått på sammansättningen av foderblandningen på foderbordet för att se om någon annan egenskap kan påverka antalet gånger kon går frivilligt till mjölkning
3. Även se vilka faktorer hos foderblandningens sammansättning som påverkade mjölkavkastningen

### Material och metoder

Totalt 11 gårdar med automatisk mjölkning och en fodermix på foderbordet ingick i fältstudien som genomfördes hösten 2014 där tre gårdar låg i Västra Götaland, sju i Gävleborg och en i



Västernorrlands län. Fyra gårdar hade ekologisk produktion. Sju gårdar hade mjölkningsrobotar av märket Lely och alla dessa hade fri kotrafik medan fyra gårdar hade robotar av märket DeLaval där en av dessa hade fri kotrafik och övriga hade kotrafiksystemet ”milk first”. Sju gårdar hade endast en robot med ett koantal vid försökets början på ca 53-69 kor, övriga hade två (koantal 78 och 98) eller fyra robotar (koantal 165 och 196). Endast två gårdar hade kraftfoderautomat, övriga erbjöd extra kraftfoder i roboten. Utfodringsfrekvensen låg i de flesta fall på 8-9 gånger per dygn men enstaka gårdar utfodrade två gånger per dygn och en gård utfodrade 12 gånger per dygn.

Medeltal för dagar i laktation på gårdarna var 176 med min-max mellan medeltalet för olika gårdar varierade mellan 142-235 dagar i laktation. Medeltal för gårdarnas laktationsnummer var 2,3 (min 1,9 och max 2,5 mellan gårdarna). Endast två av gårdarna hade renrasiga kor av Svensk Holstein (SH), övriga gårdar hade en besättning med både Svensk Holstein och Svensk Röd (SRB) samt korsningsdjur.

På gårdarna studerades utfodringen under 2 perioder, period 1 och 2, där varje period omfattade två veckor (1 vecka anpassning+1 vecka registrering). Under period 1 gjordes mätningar på den befintliga foderstaten på gården, därefter gjordes en förändring av foderstaten så att den s.k. robotkvoten i mixen på foderbordet ändrades under period 2. Målsättningen var att robotkvoten skulle öka +0,1 enhet på vissa gårdar och minska - 0,1 enhet på andra gårdar mellan period 1 och 2. Därefter skulle effekten av denna förändring på kornas frivilliga mjölkningsfrekvens utvärderas. Målsättningen i försöket var att studera effekten av mixens sammansättning på mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning medan den totala utfodringsnivån behölls konstant mellan perioderna. Därför justerades inte bara mixens sammansättning utan även kraftfodergivorna i mjölkningseenheten och/eller kraftfoderautomaterna för att totalfoderstaten skulle ligga på samma nivå vid förändringar i mixen mellan period 1 och 2.

Sammanfattningsvis ägde datainsamling om utfodring och mjölkningsfrekvens rum under två perioder på varje gård, där varje period föregicks av en anpassningsperiod enligt nedan:

- Anpassningsperiod 1 (1 vecka). Foderstat som under period 1 för att garantera att djuren var vana vid foderstaten och inga förändringar i foderstaten infördes inför de första registreringarna under period 1.
- Registreringar Period 1 (1 veckas registrering): Den befintliga foderstaten på besättningsnivå samt de individuella djurens mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning registrerades under 1 vecka.
- Anpassningsperiod 2 (1 vecka): En förändring i foderstaten (jämfört med period 1) gjordes för att förändra den tidigare beskrivna robotkvoten i fodret som erbjuds på foderbordet. Målsättningen var att förändringen skulle vara minst +0,1 eller -0,1 enhet. Målet var även att robotkvoten skulle höjas på gårdarna med lägre robotkvot under period 1 och sänkas på gårdarna som tidigare hade haft en hög kvot. En anpassning till

lantbrukarens önskemål och de tillgängliga fodermedel som fanns på gården fick dock göras i vissa fall.

- Registreringar Period 2 (1 veckas registrering). Foderstaten på besättningsnivå under period 2 samt de individuella djurens mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning registrerades under 1 vecka.

Vid försökets slut räknades den frivilliga mjölkningsfrekvensen ut för varje ko ut under de två perioderna genom att man från mjölkningsfrekvensen tog bort alla de gånger kon hade hämtats till mjölkning. Det som i studien kallas för frivillig mjölkningsfrekvens är därför de gånger kon har gått till mjölkning själv, på helt frivillig basis.

Gårdarna besöktes totalt fyra gånger under studien. Första besöket syftade till att ta prover på gårdens foder för analys av torrsubstans och näringsinnehåll samt registrering av gårdens utfodring. Vid andra besöket på gården börjande datainsamlingen och listor överlämnades till lantbrukaren som fyllde i uppgifter om sammansättningen av fodermixen (exakta mängder av olika foderslag som ingick i mixen på foderbordet), vilka mängder som utfodrades och vilka mängder rester (i förekommande fall) som kördes bort. Listor lämnades även ut för notering av alla händelser som påverkade mjölkningsfrekvensen hos korna, såväl hela besättningen (t.ex. klövverkning, driftstörningar i roboten mm) som enskilda kor, (t.ex. hämtningar, sjukdom, brunst, insemination mm). Vid tredje och fjärde besöket hämtades data om de enskilda kornas mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning samt kraftfoderintag från mjölkningsroboten och alla listor över utfodring och händelser i stallet samlades in. Sammansättningen av fodermixen på de 11 gårdarna under period 1 och 2 samt den uppnådda robotkvoten under de båda perioderna redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Planerade förändringar i robotkvot, uppnådd robotkvot samt fodermedel i mixen på foderbordet under period 1 och 2. Utöver fodermedel listade i tabellen ingick mineraler och salt med max 2% i blandningarna.

Gårdar	Robotkvot per 1→2		Foder	Komponenter i mix, % av ts	
	Planerat	Uppnått Per1→Per 2		Period 1	Period 2
<i>Gård 1</i>	+ 0,1	0,59 → 0,68	Ensilage 1:a skörd	38	45
			Ensilage 2:a skörd	41	24
			Halm	4	3
			Spannmål	10	18
			Trindsäd	3	6
			Proteinfoder	2	2
<i>Gård 2</i>	+ 0,1	0,77 → 0,88	Ensilage 1:a skörd	71	33
			Ensilage 2:a & 3:e skörd	0	33
			Halm	6	5
			Spannmål	16	20
			Trindsäd	7	8
<i>Gård 4</i>	+ 0,1	0,48 → 0,60	Ensilage 1:a skörd	57	52
			Helsädsensilage	15	14
			Majsensilage	18	16
			Halm	ca 0.5	ca 0.5
			Spannmål	0	9
			Proteinfoder	9	8
<i>Gård 5</i>	- 0,1	0.66 → 0,60	Ensilage 2:a skörd	51	65
			Helsädsensilage	19	11
			Halm	3	<1
			Spannmål	13	14
			Proteinfoder	12	8
			Fett	<1	<1
<i>Gård 6</i>	- 0,1	0,98 → 0,88	Ensilage 1:a skörd	16	17
			Ensilage 2:a skörd	23	25
			Helsädsensilage	31	33.5
			Spannmål	16	9.5
			Proteinfoder	14	15

Gårdar	Robotkvot per 1→2		Foder	Komponenter i mix, % av ts	
	Planerat	Uppnått Per1→Per 2		Period 1	Period 2
<i>Gård 7</i>	+ 0,1	0,47 → 0,57	Ensilage 1:a skörd	79	71
			Kraftfoder/färdigfoder	21	29
<i>Gård 8</i>	- 0,1	0,93 → 0,88	Ensilage 1:a skörd	42	44
			Helsädsensilage	20	27
			Halm	4	4
			Spannmål	17	19
			Färdigfoder	15	5
<i>Gård 9</i>	+ 0,1	0,6 → 0,66	Ensilage 1:a skörd	59	48,5
			Vete/ärt ensilage	18	26,5
			Spannmål	15	16
			Proteinfoder	8	9
<i>Gård 10</i>	- 0,1	0,43 → 0,40	Ensilage 1:a skörd	47	49
			Helsädesensilage	23	22
			Halm	6	7
			Spannmål	13	12
			Proteinfoder	9	8
<i>Gård 11</i>	+ 0,1	0,7 → 0,73	Ensilage 1:a skörd	71	69
			Spannmål	29	31
<i>Gård 12</i>	+ 0,1	0,46 → 0,56	Ensilage 1:a skörd	82	67
			Spannmål	18	33

Baserat på foderstaten under period 1 och 2 på de 11 gårdarna gjordes beräkningar av en mängd foderparametrar som beskriver foderstatens egenskaper (t.ex. robotkvot, foderstatens fyllnadsvärde och tuggtid enligt NorFor), och mixens innehåll av olika komponenter såsom torrsbstans, innehåll av omsättbar energi, dvs megajoule per kg torrsbstans, MJ/kg ts) innehållet av olika typer av kolhydrater (stärkelse, socker, restkolhydrater, NDF, onedbrytbar NDF, osmältbar NDF, vomNDF) innehåll av AAT, PBV och råprotein mm. Även data som beskrev ett antal besättningsparametrar såsom antal kor per robot i de olika besättningarna registrerades. Kornas egenskaper såsom laktationsstadium (dagar i mjölk, DIM), ålder, ras mm noterades också för varje ko i databasen med alla uppgifter.

Utifrån uppgifter från robotens dator och lantbrukarnas noteringar beräknades den frivilliga mjölkningsfrekvensen för varje ko fram som antal mjölkningar under perioden minus antal

gångar kon blivit hämtad till mjölkning dividerat med antal dagar i perioden. I de flesta fall när inga störningar hade ägt rum på gården pågick varje mätperiod i sju dagar.

En mängd statistiska analyser gjordes med modeller där man testade inverkan av olika foder-, besättnings- och ko-parametrar på kornas frivilliga mjölkningsfrekvens med följande modell i statistikprogrammet SAS:

```
Proc mixed;  
Class (här listades alla klassvariabler i modellen);  
Model Frivillig mjölkningsfrekvens = förklaringsvariablerna (foder-, besättnings- och ko-  
parametrar enligt ovan);  
Random gård;  
Repeated Period/subject=gård*djurnummer type=cs;  
Run;
```

Dessa analyser gjordes på hela djurmaterialet som omfattade 939 kor under 2 perioder. För att studera om samma foderparametrar påverkade mjölkningsfrekvensen hos olika kategorier av kor så delades materialet upp och separata statistiska analyser för kor i tidig (DIM 0-90), medel (DIM 91-180) och sen laktation (DIM 181<) genomfördes. På samma sätt gjordes separata statistiska analyser för kor i första laktation samt äldre kor. Slutligen gjordes en separat analys av medelvärden för kor i olika grupper på de 11 gårdarna (för närmare beskrivning se Blom, 2017). Den siste, s.k. gårdsanalysen, genomfördes för att utvärdera effekterna av olika faktorer i en modell där varje gård som ingick i studien vägde lika tungt i resultatet, oavsett antal djur på gården.

## Resultat

Analysen av försöksresultaten visade att med undantag för kor i tidig laktation så hade den s.k. ”robotkvoten” inte någon signifikant effekt på den frivilliga mjölkningsfrekvensen (dvs. totala mjölkningsfrekvensen minus hämtningar till mjölkning). De foder- och djurfaktorer som hade störst inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen när alla kor i studien inkluderades i analysen redovisas i Tabell 2. Som framgår av tabellen finns några betydelsefulla djurfaktorer som har stor inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen och dessa djurfaktorer var med i alla modeller när inverkan av olika foderfaktorer utvärderades. En viktig djurfaktor är antalet kor per robot, som hade en stor inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen. När antalet kor per robot ökade från 41 till 74 så minskade den frivilliga mjölkningsfrekvensen med 0,8 mjölkningar per dag. På liknande sätt kan man i tabellen se att laktationsdag DIM har stor inverkan, den frivilliga mjölkningsfrekvensen, en ko i sen laktation (DIM=365) har 0,7 färre mjölkningar per dag jämfört med en ko i tidig laktation (DIM=6).

När effekten av olika fodervariabler utvärderades fann man att den fodervariabel som hade störst inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen var mixens fyllnadsvärde. Fyllnadsvärde är ett

begrepp i fodervärderingssystemet NorFor och baseras på ekvationer där både smältbarhet och NDF-innehållet i fodret ingår. Fyllnadsvärdet strävar efter att beskriva fodrets inverkan på djurets intag (Volden, 2011). När fyllnadsvärdet i mixen ökade från 0,39 till 0,46 så ökade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen med 0,2 mjölkningar per dag. Tabellen visar även andra foderfaktorer av betydelse för mjölkkningsfrekvensen var nettoenerginnehållet i mixen och den omsättbara energin i ensilaget i mixen. När dessa variabler ökade så minskade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen (Tabell 2). Det är viktigt att framhålla att man i studien så långt möjligt strävade efter att bibehålla samma näringsintag hos djuren, så det är främst proportionerna i mixen som har påverkat resultatet.

Tabell 2. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna (förklaringsgrad 1-3) för att förklara den frivilliga mjölkkningsfrekvensen per ko och dag (medeltal 2,79; stdav. 0,755) i en analys med alla observationer (939 kor under två perioder). Medelvärde, min och max för redovisade variabler samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per dag.

Variabel som påverkar frivilliga mjölkningar/dag	antal	Förklaringsgrad <sup>1</sup>	Sign nivå <sup>2</sup>	Min	Medelvärde	Max	Inverkan på antalet frivilliga mjölkningar/dag vid ändring min → max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix		1	***	0,39	0,43	0,46	+0,2
Nettoenergi i mix, MJ Nel20 per kg TS		2	**	5,46	6,09	6,43	-0,3
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS		3	*	10,0	10,58	11,1	-0,4
Kor per robot	djurvariabel		***	41	61	74	-0,8 <sup>3</sup>
Laktationsdag	djurvariabel		***	6	184	365 <sup>4</sup>	-0,7 <sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som användes för att jämföra modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkkningsfrekvensen. Värde 1 = högst förklaringsgrad.

<sup>2</sup> p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend (tendens); p<0,05=\*; p<0,01=\*\* och p<0,001=\*\*\*

<sup>3</sup> Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

<sup>4</sup> Inverkan har beräknats för max=365d då de flesta observationer (93 %) ligger i detta intervall

De separata analyserna för kor i tidig-, medel och sen laktation samt för analyserna av vad som påverkade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen hos förstakalvare respektive äldre kor visade samma mönster som resultaten för hela materialet som redovisas i Tabell 2 med små variationer. Det mest anmärkningsvärda var att robotkvoten visade sig ha en signifikant (P<0,05) inverkan på den frivilliga mjölkkningsfrekvensen på kor i tidig laktation (DIM 0-90). När robotkvoten ökade från 0,4 till 0,98 (min-max) så minskade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen med 0,4 mjölkningar per dag hos de kor som var i tidig laktation. I medeltal låg robotkvoten på gårdarna i materialet på 0,63 i denna studie under period 1 och 0,68 under period 2.

De faktorer som påverkade mjölkavkastningen i studien redovisas i Tabell 3. Här visade sig laktationsnummer, laktationsdag och ras ha en signifikant inverkan på avkastningen hos korna i studien. Samma foderfaktorer som påverkade mjölkningens frekvens påverkade även mjölkavkastningen och den bästa modellen för mjölkavkastningen erhöles när man inkluderade foderfaktorn mixens fyllnadsvärde. Det var dock motsägelsefullt att effekten av denna variabel inte var statistiska säker trots att den bästa modellen för att förklara mjölkavkastningen (lägsta s.k. AIC värde) erhöles när den inkluderades i modellen (se Tabell 3). Eftersom variabeln inte var statistiskt signifikant redovisas ej dess effekt på mjölkavkastningen i tabellen. Precis som för den frivilliga mjölkningens frekvens så visade det sig att nettoenerginnehållet i mixen och innehållet av omsättbar energi i ensilaget som ingick i mixerna tillhörde de variablerna gav de tre bästa modellerna för att förklara variationen i mjölkavkastningen (Tabell 3). De faktorer som påverkade den frivilliga mjölkningens frekvens var med andra ord samma som de som påverkade mjölkavkastningen.

Tabell 3. De foder och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna (förklaringsgrad 1-3) för att förklara mjölkavkastningen per ko och dag (medeltal 31,7; stdav. 8,89) i en analys med alla observationer (939 kor under 2 perioder). Medelvärde, min och max för redovisade variabler samt variabelns inverkan på mjölkavkastning per dag.

Variabel som påverkar mjölkavkastningen, kg mjölk/dag	Förklarings-Grad <sup>1</sup>	Sign nivå <sup>2</sup>	Min	Medel-Värde	Max	Inverkan på kg mjölk/dag vid ändring min → max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	Ej sign	0,39	0,43	0,46	Ej sign
Nettoenergi i mix MJ Nel20 per kg TS	2	**	5,5	6,1	6,4	-2,0
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	3	*	10,0	10,6	11,1	-3,2
Laktationsdag	djurvariabel	***	6	184	(365) <sup>3,4</sup>	-13,4 <sup>3,4</sup>
Laktationsnr	djurvariabel	***	1	2,2	(4) <sup>5</sup>	+5,9 <sup>3,5</sup>
Ras SH	djurvariabel	***				+3,4 <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga mjölkavkastningen.

<sup>2</sup>  $p > 0,10 =$  ej sign (ej signifikant),  $p < 0,10 =$  tend(tendens);  $p < 0,05 = *$ ;  $p < 0,01 = **$  och  $p < 0,001 = ***$

<sup>3</sup> Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

<sup>4</sup> Inverkan är beräknat för intervallet 6-365d då de flesta observationer (93 %) ligger i detta intervall

<sup>5</sup> Inverkan är beräknat för intervallet i laktationsnummer 1 till 4 då de flesta observationer (95 %) ligger i detta intervall.

<sup>6</sup> Inverkan av SH jämfört med SRB

## Diskussion och slutsats av fältstudien

Det är viktigt att framhålla att man i studien så långt möjligt strävade efter att bibehålla samma näringsintag hos djuren när mixens sammansättning ändrades mellan period 1 och 2. Det var främst proportionerna och egenskaperna i mixen som man strävade efter att studera, inte olika utfodringsnivåer. Samtidigt innebär detta att en förändring i mixen också kompenserades i ändrade givor i mjölkningseenheten och/eller kraftfoderautomater, t.ex. en lägre andel kraftfoder i mixen medförde samtidigt mer kraftfoder i roboten och tvärtom. Detta innebär att man inte säkert kan veta om det är förändringen i mixens sammansättning eller förändringen i mängderna som gavs i andra foderstationer som hade effekt på den frivilliga mjölkningsfrekvensen och mjölkavkastningen i denna studie.

Syftet med studien var att studera hur olika foderegenskaper i mixen på foderbordet inverkade på den frivilliga mjölkningsfrekvensen och mjölkavkastningen. Samtidigt måste man ta hänsyn till andra viktiga faktorer i utvärderingen. Det visade sig att den frivilliga mjölkningsfrekvensen påverkades i första hand negativt av antalet kor per robot (-0,8 mjölkningar per dag när antalet kor per robot ökade från 41 till 74) och kornas laktationsstadium (-0,7 mjölkningar per dag i sen laktation jämfört med tidig laktation) (Tabell 2).

De foderfaktorer som tycks ha störst inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen visade sig vara mixens fyllnadsvärde, när fyllnadsvärdet i studien ökade från 0,39 till 0,46 så ökade den frivilliga mjölkningsfrekvensen med +0,2 mjölkningar per dag (Tabell 2). Ett högre innehåll av nettoenergi i mixen påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen negativt (-0,3 mjölkningar per dag när nettoenergin ökade från 5,5 till 6,4) och på ett liknande sätt minskade den frivilliga mjölkningsfrekvensen när innehållet av den omsättbara energin i det ensilage som ingick i mixen ökade (-0,4 mjölkningar per dag när energiinnehållet i ensilaget ökade från 10,0 till 11,1 MJ/kg ts). Samma foderfaktorer som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen påverkade även mjölkavkastningen (se Tabell 3 ovan).

Den s.k. robotkvoten, tycks framförallt ha en viss betydelse för den frivilliga mjölkningsfrekvensen för kor i tidig laktation, en högre robotkvot gav en lägre frivillig mjölkningsfrekvens i denna grupp, -0,4 mjölkningar per dag när mixens robotkvot ökade från 0,4 till 0,98 i materialet (Blom, 2017). I medeltal låg robotkvoten på gårdarna i materialet på 0,63 i denna studie, medan man enligt praxis i rådgivningen vanligtvis rekommenderar att värdet bör ligga under 0,6. Under period 1, då man registrerade gårdarna utfodring innan några förändringar hade gjorts, hade fem av de 11 gårdarna i studien en robotkvot över 0,6. Även om intervjuer av producenterna inte ingick i studien uppgav man i många fall på dessa gårdar att kotrafiken ej var något problem och att man var nöjd med sin kotrafik (Blom, 2014 personligt meddelande). Av de övriga gårdarna i studien låg fyra gårdar under det rekommenderade maxvärdet och två gårdar hade en robotkvot på precis 0,6. Även om robotkvoten kan ha en inverkan på kotrafiken, främst i tidig laktation, så tycks en robotkvot på under 0,6 inte vara helt avgörande för att uppnå en bra kotrafik. En mer detaljerad beskrivning av fältstudien redovisas i ett examensarbete från Institutionen för husdjurens utfodring och vård vid SLU (Blom, 2017).



## Referenser för del 1, stationsförsök, och del 2, fältförsök.

- Blom, M. 2014. Personligt meddelande. Rådgivare (Växa Sverige 2017).
- Blom, M. 2017. Hur påverkas kotrafiken av blandfodrets sammansättning vid utfodring i AM-system? Examensarbete, Inst. för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Manuskript (beräknad publicering december 2017). *Kontakt: [eva.spornedly@slu.se](mailto:eva.spornedly@slu.se)*
- Driscoll, H. 2017. Blandfoder eller separat utfodring till mjölkkor i AMS med fri kotrafik. Examensarbete 589, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 21 sid.
- Friggens, N.C., Emmans, G.C., Kyriazakis, I, Oldham, J.D. and Lewis, M. 1998. Feed intake relative to stage of lactation for dairy cows consuming total mixed diets with a high or low ratio of concentrate to forage. *J Dairy Sci* 81:2228–2239
- Gustafsson, L. 2017. Production and management in automatic milking systems. Examensarbete, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet; Uppsala. Manuskript (beräknad publicering december 2017). *Kontakt: [jan.olofsson@slu.se](mailto:jan.olofsson@slu.se)*
- Karlsson, M. 2015. Hur organiseras kotrafiken i samband med produktionsbete i större besättningar med automatisk mjölkning? Examensarbete 512, Inst. för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lundborg, T. 2014. Personligt meddelande. Rådgivare vid Växa Sverige, Skövde.
- Nielsen, N.I. och Volden, H. 2011. Animal requirements and recommendations. In: NorFor – The Nordic feed evaluation system. EAAP publication No. 130 (ed. Volden, H.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Nederländerna, sid 92.
- Spörndly, R (ed.). 2003. Fodertabeller för Idisslare, Rapport 257, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Volden, H. (Ed.) 2011. NorFor – The Nordic feed evaluation system. EAAP publication No.130, 180 sid.
- Øystein, V.S. & Sjaastad, Ø.V. 2010. Physiology of domestic animals, Scandinavian Veterinary Press, Oslo Norge

## Tack

Projektansvariga tackar EkoForsk för ekonomiskt stöd som har varit förutsättning för att denna forskning har kunna genomföras.

## Projektets resultatspridning och publicering

### Föredrag och posterpresentationer vid konferenser

**Jordbruksverkets FoU dagar i Skövde 20-21 september 2016** Föredrag: Fri kotrafik för ekokorna i robotstallet –passar blandfoder då? Mikaela Patel. *Presentationen bifogas till slutrapporten som bilaga 1*

**24 november 2016** Föreläsning om och diskussion om projektresultat på ERFA träff för ekologiska lantbrukare i närheten av Skövde. Eva Spörndly

### Publikationer

Blom, M. 2017. Hur påverkas kotrafiken av blandfodrets sammansättning vid utfodring i AM-system? Examensarbete, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. Manuskript (beräknad publicering december 2017). *Kontakt: [eva.sporndly@slu.se](mailto:eva.sporndly@slu.se)*

Driscoll, H. 2017. Blandfoder eller separat utfodring till mjölkkor i AMS med fri kotrafik. Examensarbete 589, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 21 sid. *Bifogas till slutrapporten som bilaga 2.*

### Konferensbidrag

Patel, M. och Spörndly, E. Blandfoder eller separat utfodring vid automatisk mjölkning – spelar det någon roll när det är fri kotrafik? Vallkonferensen 2017, Uppsala. *Bifogas till slutrapporten som bilaga 3 (uppsats) och bilaga 4 (poster).*

Patel, M., Driscoll, H. och Spörndly, E. Mixed ration and free cow traffic in automatic milking – effects on production and milking frequency. The 67<sup>th</sup> meeting of the European Federation of Animal Science, EEAP, Belfast, UK, 2016 (muntlig presentation). *Bifogas till slutrapporten som bilaga 5 (abstract) och bilaga 6 (presentation).*

Patel, M. och Spörndly, E. Mixed ration or separate feeding in automatic milking systems – does it matter in free cow traffic? Nordic Feed Science Conference, SLU, Uppsala, 2016. *Bifogas till slutrapporten som bilaga 7 (uppsats) och bilaga 8 (poster).*