



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

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

Nattbete med frivillig kotrafik mellan stall och bete vid omgångsmjolkning - Effekt av tillskottsensilage



Åsa Andersson

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **541**

Uppsala 2015

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **541**

Examensarbete, 30 hp

Masterarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 30 hp

Master Thesis

Animal Science



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

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

Nattbete med frivillig kotrafik mellan stall och bete i besättningar med omgångsmjolkning - effekt av tillskottsensilage på kotrafik

Night time grazing with free cow traffic and batch milking – the effect supplementary forage in the barn on cow traffic

Åsa Andersson

Handledare: Eva Spörndly, SLU, Department of Animal Nutrition and Management
Supervisor:
Examinator: Kerstin Svennersten-Sjaunja, SLU, Department of Animal Nutrition and Management
Examiner:
Omfattning: 30 hp
Extent:
Kurstitel: Examensarbete i Husdjursvetenskap
Course title:
Kurskod: EX0552
Course code:
Program: Agronomprogrammet – Husdjur
Programme:
Nivå: Avancerad A2E
Level:
Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:
Utgivningsår: 2015
Year of publication:
Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 541
Series name, part No:
On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>
On-line published:
Nyckelord: Mjölkkor, kotrafik, nattbete, beteende, omgångsmjolkning, tillskottsfoder, ensilage, grovfoder
Key words: Dairy cows, cow traffic, night grazing, behavior, batch milking, supplementation, silage, pasture

Tack till

Jag vill först och främst tacka min handledare Eva Spörndly, för enastående handledning och stöd i detta examensarbete. Tack Eva, för all den hjälp du gett mig, med allt från goda råd till den statistiska bearbetningen. Jag hade inte kunnat önska mig en bättre handledare.

Jag vill också tacka Gunnar Petterson, för det enorma arbete som han lade ned på att ta fram ett program för att sortera försökets rådata. Det var ovärderligt. Tack också till Per Peetz Nielsen vid Köpenhamns Universitet, för den hjälp jag fick med att tolka resultaten från HOBO loggrarna.

Till sist vill jag tacka all personal i nötstallet vid Lövsta Forskningscentrum. Utan ert hårda arbete skulle försöken inte vara möjliga att utföra.

Uppsala, september 2015

Åsa Andersson

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of different amounts of supplementary silage on pasture time, grazing time, milk yield and silage consumption. The cows were milked twice daily in an automatic milking rotary system (AMR™) and could move freely between the stable and pasture during night. During daytime the cows were kept inside the stable. The trial was conducted between June 9th and August 18th 2014 and consisted of 10 weeks in total. The period were divided into five adaption weeks and five measurement weeks, where the cows were either offered only pasture (BB) or both silage and pasture (EB). The treatment BB was repeated twice during the 10 weeks and EB were repeated three times. During measurement weeks the number of passes between stable and pasture were registered and also the time between each passing. Milk yield were registered and the amount of silage residues were estimated. Grazing time for each measurement week were estimated using HOBO® loggers fitted on 12 cows. The HOBO® loggers estimated the grazing time from the cows head position.

Results were analysed in Statistical Analysis Systems (SAS, version 9.3) using a mixed repeated measurement model and only registrations from 83 cows present during all weeks were used. Results showed that the cows returned home from pasture earlier in the evening on treatment EB and both primi- and multiparous cows visited the pasture significantly ($p < 0,0001$) more times on BB. However a significantly ($p < 0,0001$) difference could be seen between primi- and multiparous cows regarding the number of pasture visits, where primiparous cows visited the pasture more frequently than multiparous cows, on both treatment BB and EB. The time spent on pasture were significantly ($p < 0,0001$) affected by both treatments. The cows spent on average 8,5 hours on pasture on BB compared to on average 5 hours and 18 minutes on EB. Grazing time were also affected and the cows grazed significantly ($p < 0,0001$) longer time on BB. On average the cows were grazing for 3 hours and 51 minutes when silage was not available indoors (BB) compared to EB where the cows were grazing in average 2 hours and 11 minutes. Milk yield was not significantly affected by treatment, but there was a tendency to lower milk yield on BB. The results clearly showed that the cows' motivation to spend time on pasture decreased when supplementary silage was offered in the barn. Also grazing time was reduced significantly, indicating that cows preferred to consume silage instead of pasture. In order to achieve an optimal usage of part-time grazing it seems important not to offer supplementary silage indoors, during the hours the cows have access to pasture.

Sammanfattning

Syftet med studien var att undersöka effekten av olika mängder tillskottsilage på kotrafiken mellan stall och bete samt hur andelen spenderad tid ute på betet förändrades. Även effekten av mängden tillskottsilage på den tid som korna spenderade på att beta studerades. Korna omgångsmjölkaades två gånger per dag i ett automatiskt mjölkningssystem med karusell (AMR™), där korna kunde röra sig fritt mellan stall och bete nattetid. Under dagtid vistades korna inne i stallet. Försöket pågick under totalt 10 veckor mellan 9:e juni och 18:e augusti 2014. Försöksperioden delades upp i fem anpassningsveckor och fem försöksveckor. Under två veckor erbjöds korna enbart bete (BB) under natten och under tre veckor hade korna tillgång till både ensilage och bete (EB) nattetid. Under försöksveckorna registrerades antalet inpasseringar mellan stall och bete och längden mellan dessa inpasseringar. Även mängden konsumerat ensilage uppskattades och mjölmängden registrerades. Under varje försöksvecka utrustades 12 kor med HOBO® loggrar där andelen betestid estimerades genom att kons huvudposition registrerades.

Resultaten analyserades i Statistical Analysis Systems (SAS, version 9.3) med en mixed repeated measurement model, där enbart registreringar från de 83 kor som deltog under alla försöksveckor användes. Resultaten visade att korna vid EB återvände till stallet tidigare på kvällen och både förstakalvare och äldre kor besökte betet signifikant fler gånger ($p < 0,0001$) vid BB. Dock sågs en signifikant skillnad ($p < 0,0001$) mellan 1:a kalvare och äldre kor gällande antalet betesbesök vid både BB och EB, där förstakalvarna besökte betet fler gånger. Andel spenderad tid på betet påverkades signifikant ($p < 0,0001$) beroende på behandling, där korna i genomsnitt sågs spendera 8,5 timmar på betet vid BB jämfört med i genomsnitt 5 timmar och 18 minuter vid EB. Gällande betestiden sågs korna beta signifikant längre tid ($p < 0,0001$) vid BB. I genomsnitt betade korna 3 timmar och 51 minuter när tillskottsensilage inte fanns tillgängligt (BB) jämfört med 2 timmar och 11 minuter vid EB. Även en säsongseffekt kunde påvisas för betestiden, där korna sågs beta kortare tid när betessäsongen fortskred. Mjölkavkastningen påverkades inte signifikant av behandling, enbart en tendens till skillnad i mjölkavkastning kunde ses, där korna i genomsnitt mjölkade 0,2 kg mindre per vecka vid BB. Resultaten visade tydligt att kornas motivation för att befinna sig på betet minskade när tillskottsensilage utfodrades. Även betestiden minskade drastiskt, vilket indikerar att korna föredrog att konsumera ensilage istället för bete. För att uppnå ett optimalt nyttjande av deltidsbete är det viktigt att inte tillhandahålla tillskottsensilage under de timmar på dygnet då korna har tillgång till bete.

Innehållsförteckning

Inledning	1
Litteraturstudie	1
Svensk beteslag för mjölkkor	1
Betets näringsinnehåll och skötsel.....	2
Rotationsbete och beteshöjd	3
Arbetsåtgång vid betesdrift	3
Kons naturliga betesbeteende	4
Betesmotivation.....	4
<i>Avstånd mellan stall och bete</i>	4
<i>Vattentillgång</i>	5
<i>Väderförhållanden</i>	6
<i>Säsongseffekt</i>	7
<i>Tid på dygnet</i>	7
<i>Betesvana</i>	7
Betets inverkan på mjölkproduktion och mjölksammansättning	7
Effekt av beteshöjd och betesintag	9
Tillskottsutfodring under betessäsongen	9
<i>Substitutionseffekt</i>	10
<i>Tillskottsutfodring med grovfoder</i>	10
<i>Tillskottsutfodring med kraftfoder</i>	11
Kotrafik mellan stall och bete.....	12
<i>Synkronisering av beteende</i>	12
Djurvikt	12
Material och metod	13
Försöksperiod	13
Försöksdesign och behandlingar	13
Försökstid	13
Djurmaterial.....	14
Bete.....	14
Utfodring	14
Kotrafiken i stallet	15
Registreringar	15
<i>Registrering av kotrafik</i>	15
<i>Provtagning och analys av bete och ensilage</i>	15
<i>Registrering av betestid</i>	16

<i>Djurvikt</i>	17
<i>Mjölkavkastning</i>	17
Statistisk analys	18
Resultat	19
Kotrafikens fördelning över betesperioden	19
Spenderad tid på bete	21
Antal betesbesök och betesbesökens längd	21
Antal hämtade kor	22
Resultat från HOBO® loggrar.....	22
<i>Betestid</i>	22
<i>Säsongsinverkan på betningstid</i>	22
<i>Utetidens inverkan på betestiden</i>	23
Ensilage- och beteskvalitet	24
Foderkonsumtion.....	26
Mjölkavkastning och mjölksammansättning	26
Effekt av ras, avstånd till betet samt betets kvalitet	27
Djurvikter	27
Väderförhållanden	27
Diskussion	28
Utvärdering av metod.....	28
Kotrafik och betesbesök	29
Betestid.....	30
Beteskvalitet	31
Foderkonsumtion.....	32
Mjölkavkastning och mjölksammansättning	33
Slutsats	34
Referenser	34
Bilaga 1	39
Bilaga 2	40
Bilaga 3	41

Inledning

I Sverige finns ett beteskrav som innebär att korna ska ha tillgång till bete minst 6 timmar per dygn under specificerade perioder under sommarhalvåret (kap. 2 25§ SJVFS 2010:15). För att upprätthålla en hög mjölkproduktion året om, är det därför vanligt att korna utfodras med stora mängder tillskottsfoder även under betessäsongen. Tillskottsutfodringen används även som ett sätt att styra kotrafiken i besättningar med ett automatiskt mjölkningssystem (AMS). Dock har den ökade automatiseringen av mjölknings- och utfodringssystem, i kombination med allt större gårdar medfört ökade logistiska problem kring betesdriften. Detta har lett till att allt fler ifrågasätter beteskravet. Bete har dock visat sig ha fördelaktiga effekter när det gäller kornas hälsa och djurvälstånd, där tillgången till bete bland annat har gett förbättrad klöv- och benhälsa (Haskell et al., 2006). Bete är även ur fodersynpunkt ett förhållandevis billigt grovfoder jämfört med ensilage (Spörndly & Kumm, 2010), vars näringsinnehåll, med rätt betesskötsel, har kapacitet att matcha ett bra ensilage (Spörndly, 2003). Det är därför viktigt att undersöka hur betesdriften ska organiseras, för att även stora gårdar med intensiv produktion ska kunna utnyttja betet och dess resurser på ett optimalt sätt.

Syftet med denna studie var att undersöka effekterna av tillgången till ensilage på kotrafiken mellan stall och bete samt kornas preferenser för att vistas på betet. Även effekten av mängden tillskottsensilage på andelen betestid studerades. Målsättningen var att tillgodose stora besättningar med omgångsmjölkning med information om kornas beteende vid betesdrift med och utan tillskottsensilage samt att ge förslag på hur betesdriften ska kunna organiseras på ett optimalt sätt.

Följande hypoteser ställdes innan försökets början;

1. Tillskottsensilage inomhus minskar tiden på betet.
2. Tillskottsensilage ger en minskad betestid.
3. Tillskottsensilage inomhus ger en ökad mjölkavkastning.
4. Tillskottsensilage inomhus ger mindre tidsåtgång för hämtning av kor på betet i stora besättningar.

Litteraturstudie

Svensk beteslag för mjölkkor

Enligt den svenska djurskyddsförordningen ska nötkreatur äldre än 6 månader, som hålls för mjölkproduktion, hållas på bete sommartid (10§ SFS 1988:539). Statens föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruk m.m. förtydligar djurskyddsförordningen ytterligare, där det specificeras att nötkreatur som hålls för mjölkproduktion ska ha tillgång till bete under minst 6 timmar per dygn (kap. 2 25§ SJVFS 2010:15). Beroende på var i landet mjölkproduktionen är belägen finns olika regler för när beteshållningen ska inträffa samt för minsta antal sammanhängande betesdagar (kap. 2 26a–c§ SJVFS 2012:13);

1. I Blekinge, Skåne och Hallands län ska djuren hållas på bete under minst 120 dygn under perioden 1 april – 30 oktober. Minst 60 av dessa 120 dygn ska infalla under perioden 15 maj – 15 september med en sammanhängande betesperiod om minst 60 dygn.
2. I Stockholms, Uppsala, Södermanlands, Östergötlands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Gotlands, Västra Götalands, Värmlands, Örebro och Västmanlands län ska djuren hållas på bete under minst 90 dygn under perioden 1 april – 30 oktober. Minst

60 av dessa 90 dygn ska infalla under perioden 15 maj – 15 september med en sammanhängande betesperiod om minst 60 dygn.

- I Dalarnas, Gävleborgs, Västernorrlands, Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län ska djuren hållas på bete under minst 60 sammanhängande dygn under perioden 1 maj – 1 oktober varav minst 30 av dessa 60 dygn ska infalla under perioden 1 juni – 31 augusti.

För att betesfällan ska klassas som betesmark ska växttäcket bibehållas på minst 80 % av arealen i den aktuella betesfällan, vilket medför att betesbeläggningen måste justeras därefter. Djurtätheten bör normalt inte överstiga följande genomsnittsvärden;

Betestid (månader)	Antal mjölkkor per ha
2	7
3	6
4	5

Om betet enbart anordnas under en del av dygnet så kan djurtätheten ökas i förhållande till den minskade användningen av betesarealen (kap. 2 28§ SJVFS 2010:15).

Betets näringsinnehåll och skötsel

Det bete som normalt erbjuds högproducerande mjölkkor är ett så kallat produktionsbete eller åkermarksbete. På denna typ av bete sker åtgärder såsom gödsling, insådd och putsning, för att få en jämn och framförallt hög betesavkastning. Under betessäsongens gång förändras näringsinnehållet, vilket kan ses nedan i tabell 1.

Tabell 1. Åkermarksbetets näringsinnehåll för idisslare (efter Spörndly, 2003)

	Tidig försommar	Försommar	Högsommar	Sensommar	Förvuxet-försommar	Förvuxet-sensommar
Omsättbar energi, MJ/kg ts	11,5	11,0	10,5	10,8	10,1	9,5
Råprotein g/kg ts	210	190	170	210	92	110
NDF g/kg ts	420	480	510	470	540	–

Betets näringsinnehåll är helt beroende av betesskötseln. Ett välskött bete kan ha ett högt proteininnehåll och utgöra ett kvalitativt grovfoder till en högproducerande mjölkko. För att få en hög avkastning på betesvallen krävs tillförsel av kväve (N). Tillförseln kan ske genom gödsling eller odling av kvävefixerande baljväxter (Weidow, 1998; Pehrson et al. 2001). Jordbruksverket (2013) rekommenderar en kvävegiva på 25–30 kg N/ha och avbetning för en gräsvall. För en vitklöverdominerad betesvall rekommenderas 0–20 kg N/ha och avbetning. Den totala kvävegivan till en betesvall bör dock inte överstiga 150 kg N/ha och år. Kvävet bör fördelas med en startgiva tidigt på våren innan betessläpp och sedan en giva efter varje avbetning, utom efter den sista avbetningen. Om det finns gott om betesareal och belägningsgraden är låg kan startgivan på våren med fördel hoppas över, då tillväxten kan bli onödigt hög och ge ett förvuxet bete. Användning av stallgödsel till betesvallar rekommenderas inte, då det kan ge problem med betets smaklighet samt den hygieniska kvaliteten på mjölken (Danielsson, 2003).

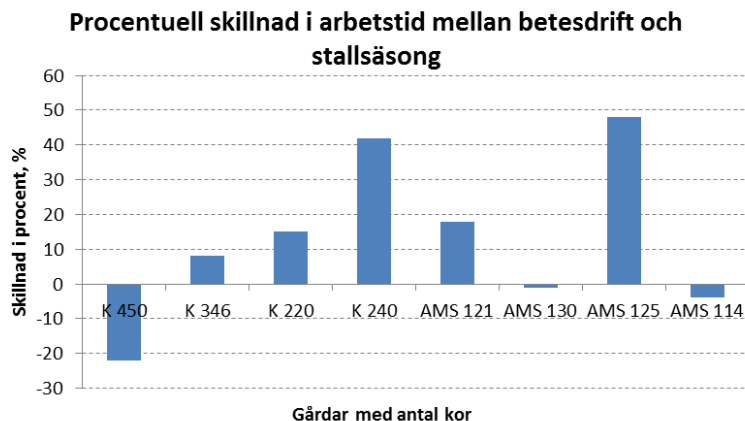
Att putsa betet är ofta en nödvändig åtgärd för att bibehålla betets kvalitet och säkra en god betestillgång. Genom putsningen förhindrar man att betet blir förvuxet och den vegetativa tillväxten stimuleras så att betesmattan blir tätare och därmed trampåligare. Beteskvaliteten förbättras genom en ökad smältbarhet och en ökad klöverandel (McDonald, 1986). Den viktigaste putsningen är den som sker på våren, efter andra avbetningen, då risken att betet förväxer är som störst. Under resterande del av betessäsongen bör betet putsas vid behov (Danielsson, 2003).

Rotationsbete och beteshöjd

Beroende på gårdens förutsättningar och målsättning med betesdriften finns olika betesstrategier. Att välja rätt betesstrategi och att planera betesdriften är en förutsättning för att åstadkomma en hög beteskvalitet och ett optimalt användande av betet. Rotationsbete är det vanligaste betessystemet i Sverige och kan förekomma i mer eller mindre intensiva varianter. Med rotationsbete menas att gruppen av kor flyttas mellan olika fällor, allt efter betestillgång eller efter förutbestämda tidsintervaller. För mjölkkor behövs minst 6–8 fällor. På våren, då betestillväxten är hög kan antalet rotationer behöva ökas för att undvika att betet blir förvuxet. Betesfällans viloperiod bör dock inte understiga två veckor och i slutet av säsongen kan viloperioden behöva ökas till fyra veckor på grund av den försämrade betestillväxten i slutet av betessäsongen (Pehrson et al., 2001). Ett intensivt rotationsbete antas ge ett mer effektivt betesutnyttjande vilket resulterar i ett högre torrsubstansintag från betet med förbättrad produktivitet som följd (Abrahamse et al., 2008). Beteshöjden bör vid betesläpp vara max 10 cm (Danielsson, 2003) och bör heller inte understiga 10 cm under betesperioden, för att säkerställa att korna får i sig en tillräcklig mängd vid varje tugga (Pehrson et al., 2001).

Arbetsåtgång vid betesdrift

Betessäsongen innebär i många fall en förändring i arbetstid, bland annat på grund av hämtning av kor från betet, underhåll av staket och rengöring av vattenkar. Den arbetstid som är direkt kopplad till betesgången skiljer sig dock inte nämnvärt mellan besättningar med konventionellt mjölkningssystem eller automatiskt mjölkningssystem (AMS), även om AMS-besättningar har en lägre total arbetstid för mjölkproduktionen på årsbasis (Bennerstål & Sällvik, 2010). I en studie utförd av Gustafsson (2009) sågs en ökad arbetsåtgång under betessäsongen för större gårdar, medan mindre gårdar överlag tjänade in arbetstid på att hålla korna på bete. De större gårdarna (>300 kor) ökade i genomsnitt sin arbetstid med 0,2 minuter per ko och dag under betessäsongen medan de små gårdarna fick en minskad arbetstid på i genomsnitt 0,65 minuter per ko och dag. Skillnaden i tidsåtgång mellan stora och små besättningar kunde dock inte stödjas i Bennerstål & Sällviks (2010) studie, där både stora och små gårdar vann eller förlorade tid på att hålla korna på bete. Den totala tidsåtgången, som inkluderade mjölkning, renhållning, utfodring och hämtning av kor på bete, sågs öka med i genomsnitt 0,2 minuter per ko och dag under betessäsongen jämfört med stallsäsongen, oavsett storlek på gårdarna. De arbetsmoment som minskade var rengöring efter mjölkning och utfodring. Tidsåtgången för att driva kor till och från betet varierade mellan 0 minuter per ko och dag till 0,32 minuter per ko och dag, vilket för en besättning med 200 kor innebär att en timme per dag spenderas på att hämta kor. I figur 1 nedan, ses den procentuella skillnaden i arbetstid mellan betessäsong och stallperiod hos åtta olika gårdar.



Figur 1. Procentuell skillnad i arbetstid mellan stallperiod och betessäsong. K= konventionellt mjölkningssystem, AMS= automatiskt mjölkningssystem. Nummer efter bokstavsbezeichnung= antalet kor. Modifierad från Bennerstål och Sällvik, 2010.

Kons naturliga betesbeteende

En ko har ett specifikt betesbeteende och studier (Albright, 1993) har visat att kons betesperioder oftast fördelas på fyra till sex cykler spridda över dygnet. Enligt en studie av Hancock et al. (1954) refererad i Albright (1993) skedde fyra betesstillfällen mellan morgonmjölkningen och kvällsmjölkningen. Ett tillfälle inträffade direkt efter kvällsmjölkningen och under natten betade korna en, ibland två gånger. I genomsnitt spenderades nästan 85 % av den totala betestiden under dagtid och enbart 15 % av betestiden förlades nattetid. Mellan kvällsmjölkningen (kl. 17.00) och morgonmjölkning (kl. 04.45) upptogs enbart 25 % av den totala tiden ute på betet av att beta medan 50 % av den totala tiden under dagtid upptogs av att beta. Dock var studien utförd i Nya Zeeland, där nätterna är längre och mörkare jämfört med Sverige.

De perioder på dygnet där betandet är som mest kontinuerligt inträffar oftast under de tidiga morgontimmarna vid soluppgång samt kvällstid omkring solnedgång. En eller två betesperioder inträffar oftast nattetid, men dessa perioder är mindre definierade jämfört med de betesperioder som inträffar under dagtid. Under sommartid inträffar dock de nattliga betesperioderna mer frekvent, då mjölkkor oftast föredrar att beta under de svalare morgon- och kvällstimmarna. Under de varmare timmarna på dygnet söker de istället skugga för att vila och idissla (Albright, 1993).

Betesmotivation

Det finns ett antal faktorer som påverkar huruvida kon väljer att tillbringa tid ute på betet eller inte, såsom väderförhållande, laktationsnummer, tid på dygnet och avstånd till betet. För att på bästa sätt utnyttja betets potential samt få en effektiv styrning av kotrafiken är det viktigt att beakta dessa faktorer.

Avstånd mellan stall och bete

Stora besättningar medför ofta att betesfällorna ligger långt från stallet, och många besättningar har betesfällor som är belägna 200 meter eller längre från stallet (van Dooren et al., 2002). I och med AMSens intåg har allt mer uppmärksamhet riktats mot hur avståndet mellan stall och betesfälla påverkar bland annat mjölkavkastning, mjölkningsfrekvens och kotrafik – parametrar som även kan ha betydelse för besättningar med konventionella mjölkningssystem. De studier som har utförts har visat på olika resultat när det gäller avståndets betydelse för olika parametrar.

Ketelaar–de Lauwere et al. (2000) utförde en studie på avståndets betydelse för antal besök i AMS samt mjölkkningsfrekvens hos de 24 korna som ingick i försöket. Avståndet mellan stall och betesfålla varierade mellan 146 meter och 360 meter. Försöket kunde dock inte påvisa några skillnader i mjölkkningsfrekvens eller antal AMS-besök över dygnet beroende på avstånd till betet.

Spörndly & Wredle (2004) fick dock ett annat resultat än Ketelaar–de Lauwere (2000) när de studerade hur avståndet till betet och olika mängder tillskottsfoder påverkade mjölkavkastning och beteende hos 45 kor i ett AMS. Korna delades upp i tre grupper, där en grupp hade tillgång till en betesfålla belägen 50 meter från stallet och en grupp hade 260 meter till sin betesfålla. Dessa grupper fick 3 kg ts ensilage i stallet per dag. Den tredje gruppen hade också 260 meter till betesfållan men hade fri tillgång till grovfoder inne i stallet. Studiens resultat visade att de kor som hade nära till stallet hade en högre mjölkavkastning jämfört med de kor som betade långt från stallet. Under den första halvan av betessäsongen var även mjölkkningsfrekvensen högre för de kor som betade nära stallet. Studien visade också på förändringar i kornas beteende – under den första delen av betessäsongen spenderade de kor som hade långt till betet lika mycket tid på att beta som de kor som hade nära till betet. Men ju längre betessäsongen fortskred, desto mindre tid spenderade korna som hade långt till betet på att beta, medan gruppen med bete nära stallet betade lika lång tid i slutet av säsongen som i början av säsongen. Försöket kunde också visa att fri tillgång till grovfoder inte gav en ökad mjölkavkastning eller ökad mjölkkningsfrekvens jämfört med de kor som hade 3 kg ts tillskottsensilage på försommaren. På sensommaren, däremot, fanns det en signifikant skillnad i mjölkkningsfrekvens mellan dessa båda grupper (som hade ett längre avstånd till betet) där kor med fri tillgång till grovfoder hade en signifikant lägre mjölkkningsfrekvens jämfört med de kor som hade 3 kg ts tillskottsensilage.

En studie utförd av Charlton et al. (2013) undersökte hur avståndet till betet påverkade den tid som korna spenderade ute på betet samt om deras beteende förändrades. Betesfållorna var belägna 60, 140 samt 260 meter från stallet och 32 kor ingick i försöket. Studien visade att korna tillbringade 42,2 % av dygnet inomhus och 57,8 % av tiden utomhus. Korna tillbringade längre tid ute om avståndet till betesfållan var 60 meter jämfört med 140 och 260 meter.

Vattentillgång

Under betessäsongen kan vatten erbjudas både på betet och inne i stallet, eller enbart inne i stallet. Att endast erbjuda vatten inne i stallet, och inte ute på betet, kan vara ett sätt att locka korna tillbaka till stallet. Åsikterna om denna strategi varierar och det finns en rädsla för ett reducerat vattenintag vilket skulle kunna ha en negativ effekt på mjölkproduktionen. Studier har visat att ett minskat vattenintag ger ett reducerat foderintag, minskad mjölkproduktion samt en minskad kroppsvikt (Little et al. 1980; Steiger Burgos et al. 2001). Dock var dessa studier inriktade på att begränsa det totala frivilliga vattenintaget, vilket inte helt kan översättas till en begränsad tillgång till vatten på betet. Faktorer som påverkar vattenintaget är bland annat torrsubstansintag (Holter & Urban, 1992), fodrets torrsubstansinnehåll, mjölkavkastning (Dahlborn et al., 1998; Meyer et al., 2004), väderförhållanden samt saltintag (Meyer et al., 2004). Meyer et al. (2004) såg till exempel att vattenintaget ökade med 1,52 kg/dag för varje grad Celsius som omgivningstemperaturen ökade inom kons termoneutrala zon.

Spörndly & Wredle (2005) utförde en studie på kors vattenintag i ett AMS, där en grupp enbart hade tillgång till vatten på betet och en grupp hade tillgång till vatten både inne i stallet och ute på betet. Under det första året, 2001, deltog 39 kor i försöket och under det andra året,

2003, deltog 46 kor i försöket. Korna delades upp i två grupper och tilldelades olika behandlingar samt olika avstånd till betesfällorna. Betesfällan närmast stallet var belägen 50 meter från stallet och till betesfällan belägen längst bort från stallet var det 330 meter. Studien fokuserade på att undersöka effekten på mjölmängd, mjölksammansättning, mjölkkningsfrekvens och beteende. Resultaten kunde dock inte visa på några övergripande signifikanta skillnader i mjölmängd, mjölksammansättning eller mjölkkningsfrekvens mellan de olika grupperna och de olika avstånden till betet. Det sågs inte heller någon skillnad i vattenintag mellan de båda grupperna. Däremot kunde en viss skillnad i beteende observeras, där kor i tidig laktation med tillgång till vatten på betet, konsumerade mer än 50 % av sitt vattenintag på betet, och gärna i direkt anslutning till en betesperiod. Resultaten indikerade därmed att korna blev törstiga och ville dricka under den tid de spenderade på betet. Resultaten visade även att kor som hade tillgång till vatten på betet tillbringade längre tid utomhus samt spenderade mer tid på att beta jämfört med de kor som inte hade tillgång till vatten på betet.

Under vinterhalvåret, då korna hålls inomhus sker 75 % av det frivilliga vattenintaget under dagtid, och enbart 25 % av vattenintaget sker nattetid (Cardot et al., 2008). Den största konsumtion av vatten tycks inträffa i anknytning till utfodring samt inom två timmar efter mjölkning, och de allra flesta kor verkar vilja dricka vatten direkt efter mjölkning.

Väderförhållanden

Väderförhållanden såsom nederbörd och omgivningstemperatur har setts påverka kors motivation till att befinna sig ute på betet. En dygnsnederbörd på mer än 1,8 mm har setts inverka negativt på kornas vilja att vistas ute på betet och de stannar då hellre inomhus om möjlighet finns (Charlton et al., 2013). I studien genomförd av Ketelaar–de Lauwere et al., (2000) minskade vilotiden på betet markant vid en särskilt nederbördsrik dag och korna föredrog istället att vila inomhus. Även Spörndly & Wredle (2004) uppmärksammade en förändring i beteende vid kontinuerligt regnande, då korna som vistades i den avlägsna betesfällan minskade sin betestid till i genomsnitt 8 % under en dag då det regnade kraftigt jämfört med tidigare ca 20 %. I en studie av Falk et al. (2012) sågs en minskad utevistelse vid nederbörd under natten.

Omgivningstemperaturen är en faktor som kan inverka negativt på foderintag och mjölkproduktion. Den termoneutrala zonen för kor ligger mellan +5 – +25°C, vilket är det spann i omgivningstemperatur där en lakterande ko utan svårigheter kan upprätthålla sin värmebalans. Vid en omgivningstemperatur på över +26°C kan kon inte längre reglera sin kroppstemperatur och blir således värmestressad (Kadzere et al., 2002). Ett sätt att uppskatta graden av värmestress hos kor är att beräkna temperature–humidity index (THI), vilket är ett index där temperatur och luftfuktighet slås samman. Generellt anses ett THI på under 72 inte medföra någon värmestress medan ett THI över 89 kan ge svår värmestress (Akyuz et al., 2010). Under varma sommardagar föredrar korna att stanna inomhus (van Dooren et al., 2002) om det inte finns skugga på betet. Enligt Kendall et al. (2006) hade kor med tillgång till skugga på betet en högre mjölkproduktion jämfört med kor som inte hade tillgång till skugga. Den högre mjölkproduktionen var särskilt tydlig vid morgonmjölkningen, något som tros bero på en ökad betesfrekvens nattetid hos de kor som hade tillgång till skugga under dagen. Dock sågs inte någon skillnad i betesfrekvens mellan de två grupperna jämfört på ett helt dygn.

Falk et al. (2012) studerade bland annat förhållandet mellan ett ökat THI och kors preferens för att vistas ute på betet. 72 kor av rasen Holstein deltog i försöket och korna hade fri tillgång till bete, dagtid som nattetid. Under försöket varierade utomhustemperaturen mellan +9 – +29,6°C med en medeltemperatur på +17,0°C. THI varierade mellan 54 och 69. Resultatet

visade att ett ökat THI under dagtid minskade kornas utevistelse på betet och inomhusvistelsen ökade istället under samma tidpunkt. I en studie utförd av Charlton et al. (2013) uppmättes den maximala inomhustemperaturen till +30,6°C med en medeltemperatur på +17,2°C medan utomhustemperaturen uppmättes till maximalt +28,4°C med en medeltemperatur på +15,5°C. THI inne i stallet beräknades till 62.1 ± 0.62 och THI ute på betet var 59.6 ± 0.64 . THI i denna studie var således inte över 72, som angetts som en kritisk nivå för värmestress (Akyuz et al., 2010) och resultatet visade inte heller på några negativa effekter gällande kornas vilja att vistas ute på betet.

Säsongseffekt

I en studie av Spörndly & Wredle (2004) uppmärksammades att korna i början av betessäsongen var mer motiverade att gå längre sträckor till betet. Korna spenderade även en stor del av sin tid utomhus på att beta. I den senare delen av betessäsongen (juli – augusti) minskade kornas intresse för betet, trots bibehållet näringsinnehåll och bibehållen beteshöjd, och de kor som hade en längre sträcka att gå till betet valde ofta att lägga sig i drivgången istället för att gå hela sträckan till betet. Tiden som spenderades på att beta sågs också minska från 20 % (juni – juli) till 10 % (juli – augusti). Charlton et al. (2011b) såg liknande resultat där utevistelsen studerades i tre perioder mellan 17 augusti och 6 november. Kornas utevistelse minskade i takt med att betessäsongen fortskred, från 86,7 % i period 1 till 58,3 % i period 3, trots att en fullfodermix utfodrades både inomhus och ute på betet. Resultaten från Spörndly & Wredle (2004) och Charlton et al. (2011b) överensstämmer med Krohn et al. (1992) som kunde visa att kornas preferens för betet minskade när vintern närmade sig.

Tid på dygnet

Som nämnts tidigare, spenderar kor störst andel tid på att beta vid solnedgång samt vid soluppgång och de föredrar att beta nattetid under sommaren (Albright, 1993). Legrand et al. (2009) uppvisade liknande resultat som Albright (1993), och kunde påvisa att korna föredrog att vistas ute på betet nattetid när THI ökade. Även i Charlton et al. (2013) studie spenderade korna signifikant mer tid ute på betet under natten, vilket inte påverkades av avståndet till betet. Däremot påverkades utetiden dagtid av avståndet, vilket indikerar att korna var mer motiverade att gå ut på betet nattetid jämfört med dagtid.

Betesvana

Som beskrivet tidigare så kan kornas betesmotivation påverkas av bland annat väderförhållanden, avstånd till betet och vattentillgång. Men det kan också finnas andra faktorer som påverkar motivationen, såsom tidigare betesvana och laktationsnummer. Lopes et al. (2013) studerade hur en tidigare betesvana som kvigor, påverkade betesbeteende och prestation när kvigor sedan kalvade in. Studien kunde visa, att kor utan tidigare betesvana endast behövde 1 – 3 dagar för att anpassa sig till betessituationen. Därefter uppvisade de samma betesbeteende och prestation som de kor som hade tidigare betesvana. Enligt denna studie tycks tidigare betesvana därför ej ha särskilt stor betydelse. Laktationsnummer verkar inte heller påverka tiden som korna spenderar ute på betet, dock verkar yngre kor göra fler passeringar mellan stall och bete jämfört med äldre kor (Charlton et al., 2013). Även Spörndly & Wredle (2004) såg att kor i första laktation hade en högre andel passeringar och besökte AMSen mer frekvent jämfört med äldre kor.

Betets inverkan på mjölkproduktion och mjölksammansättning

Betessäsongen innebär ofta stora förändringar för kon när det kommer till foderintag och ätbeteende, något som påverkar kons metabolism och i förlängningen mjölkproduktion och mjölksammansättning. I en studie utförd av Agenäs et al. (2002) sågs en minskad

mjölkproduktion under de fem första dagarna efter betessläpp och den genomsnittliga mängden energikorrigerad mjölk (ECM) minskade med 3,6 kg per ko under dessa dagar. Även en förändring i mjölksammansättning kunde påvisas där innehållet av mjölkfett minskade signifikant efter betessläpp. Dock kunde inte någon skillnad ses gällande mjölkens proteininnehåll. Det förekom också mer långkedjade fettsyror i förhållande till fettsyror som syntetiserades *de novo*.

Liknande resultat kunde ses i försök av Sairanen et al. (2006) som utfördes under två betessäsonger i Finland, 2003 och 2005. I studierna analyserades effekterna av deltidsbete (12 timmar nattbete eller 6 timmar dagbete) på torrsustansintag, mjölkproduktion och mjölksammansättning jämfört med enbart utfodring av ensilage och inget bete. Även effekten av att utfodra ett proteinrikt kraftfoder studerades. Under 2003 deltog 34 kor av rasen Holstein i försöket och en grupp kor hölls inomhus i ett uppbundet stall och utfodrades med ensilage och hade tillgång till utevistelse två timmar per dag. De kor som ingick i betesgruppen hölls på bete nattetid i 12 timmar och var inne under dagtid. 2005 hölls betesgruppen på bete dagtid under 6 timmar och spenderade resterande tid inomhus. Under försöket 2005 utfodrades korna med ett kraftfoder med högt respektive lågt proteininnehåll. Resultat från studien visade att korna ökade sitt totala torrsustansintag vid nattligt bete jämfört med de kor som inte hade tillgång till bete. Tillgången till bete gav en signifikant högre mjölkproduktion och den genomsnittliga mjölkproduktionen var 3,9 kg högre per dag jämfört med de kor som inte hade tillgång till bete, dock var innehållet av omsättbar energi (MJ ME/kg ts) högre i betet jämfört med det ensilage som korna erbjöds, vilket kan förklara den högre mjölkavkastningen på betet. I försöket observerades en signifikant minskning i mjölkfett hos de kor som gick på bete samt en tendens till ett ökat proteininnehåll i mjölken. Under 2005, då en grupp kor hade tillgång till betet dagtid under sex timmar, sågs en tendens till en ökad mjölkproduktion (1,5 kg/dag) hos de kor som gick på betet jämfört med de kor som inte hade tillgång till bete. Även under försöket 2005 kunde en tendens till ett minskat innehåll av mjölkfett observeras hos de kor som gick på bete dagtid. Då effekten av proteintillskott studerades under 2005 mättes ureahalten i mjölken och resultatet visade på en högre ureahalt för de kor som gick på bete. Den högre ureahalten indikerar att betet hade ett högt råproteininnehåll samtidigt som tillgången till lättlösliga kolhydrater var låg, vilket medför att den ammoniak som bildas vid fermenteringen i våmmen omvandlas till urea i levern och till stor del utsöndras via urinen (McDonald et al, 2011). Att utfodra kraftfoder med ett högt proteininnehåll kombinerat med bete är därmed ekonomiskt olönsamt samt skadligt för miljön på grund av urinens höga kväveinnehåll.

Pérez–Ramírez et al. (2008) utförde ett försök där korna hade tillgång till bete 8 timmar respektive 4 timmar dagtid, och endast hade tillgång till tillskottsfoder under natten. Studien kunde visa att mjölkproduktionen och andelen mjölkprotein minskade när betestiden begränsades från åtta timmar till fyra timmar under dagtid. Den begränsade betestiden ledde till ett minskat grovfoderintag vilket påverkade mjölkproduktionen och proteininnehållet negativt. Pérez–Ramírez et al. utförde 2009 ytterligare ett försök där effekterna av obegränsad och begränsad betestid jämfördes. Resultaten från 2009 års studie visade på samma effekter av begränsad betestid som i försöket 2008. En begränsning från 22 timmars betestid till nio timmars betestid medförde ett minskat torrsustansintag som gav 1,4 kg mindre mjölk per ko och dag samt 0,11 % lägre andel protein i mjölken. De kor som ingick i grupperna med begränsad betestid fick dock inget tillskottsfoder alls, vilket kan bidra till den minskade mjölmängden och den lägre proteinhalten i mjölken. En kortare betestid hade till följd i försöket 2009, att fetthalten i mjölken ökade (+0,20 %).

Effekt av beteshöjd och betesintag

Kons naturliga betesbeteende innebär att tungan lindas runt gräset och slits av mot tandplattan (Jensen, 2002). Detta medför att beteshöjden är en faktor som kan påverka det totala betesintaget, främst under försommaren (Spörndly & Burstedt, 1996), samt kornas beteende på betet.

Pulido & Leaver (2001) studerade beteshöjden och dess effekt på mjölkproduktion och betesbeteende. De beteshöjder som studerades var 3–5 cm, 5–7 cm och 7–9 cm. Resultatet visade att en högre beteshöjd gav en signifikant högre mjölkproduktion. Den genomsnittliga mjölkavkastningen vid 3–5 cm beteshöjd var 20,6 kg/ko och dag jämfört med 24,4 kg/ko och dag vid en beteshöjd på 7–9 cm. En högre beteshöjd gav även en ökad andel protein och fett i mjölken. Pulido & Leaver (2001) kunde även se att betesintaget och det totala torrsubstansintaget var signifikant högre vid en högre beteshöjd, samtidigt som korna spenderade mindre tid på att beta.

Vid AMS har beteshöjden setts påverka antalet besök i roboten per dag vid rotationsbete (Ketelaar–de Lauwere et al. 2000). Kornas beteende studerades under fyra perioder á fyra dagar och i början av varje försöksperiod fick korna nytt bete. Under försökets gång utfodrades korna med 440 kg ts majsensilage per dag inne i stallet. Beteshöjden i början av varje period varierade mellan 14,5 cm och 10,8 cm för att sedan, genom betning, minska successivt till 7,8–7,2 cm. När beteshöjden minskade kunde en ökning i antalet AMS–besök samt en ökning i inomhustid observeras. Någon skillnad i betestid kunde inte ses vid olika beteshöjder.

Tillskottsutfodring under betessäsongen

Ett stort antal försök har visat att ett lågt torrsubstansintag på betet är en faktor som har stor begränsande effekt på mjölkproduktionen hos kor på bete, vilket framgår av en review artikel skriven av Bargo et al. (2003). Tillskottsutfodring av ensilage och kraftfoder under betessäsongen är därför vanligt förekommande i både små och stora besättningar, för att upprätthålla ett högt torrsubstansintag och en hög mjölkproduktion under sommarhalvåret. Tillskottsutfodringen kan också fungera som ett hjälpmedel för att styra kotrafiken i besättningar med AMS (van Dooren et al., 2002), och kanske även för besättningar med konventionell mjölkning för att undvika att behöva hämta ett stort antal kor ute på betet inför mjölkning. Dock finns en risk att tillskottsutfodringen minskar utnyttjandet av betet och leder till att korna spenderar mer tid inomhus, vilket kan vara olönsamt då bete är ett billigare foder jämfört med ensilage (Spörndly & Kumm, 2010).

Torrsubstansintaget från betet påverkas till stor del av betestilldelningen (kg ts bete/ko och dag), som kan förklaras som en produkt av betestid (min/dag), tuggstorlek (g ts/tugga) och äthastighet (antal tuggor/min) (Bargo et al., 2003). Beteshöjden är den faktor som har störst begränsande effekt på tuggstorleken, då studier har visat att tuggstorleken minskar med en minskad beteshöjd (Rook et al., 1994; McGilloway et al., 1999). Dock verkar inte beteshöjden inverka negativt på betestiden (McGilloway et al., 1999). Betestiden påverkas istället positivt av en hög mjölkproduktion samt ett högt avelsvärde (Kennedy et al., 2003). En hög betestilldelning är viktigt för att upprätthålla ett högt torrsubstansintag, då studier har visat att en ökad betestilldelning leder till ett ökat torrsubstansintag från betet (Pulido & Leaver 2001). Bargo et al. (2002) kunde visa att torrsubstansintaget vid en låg betestilldelning (25 kg ts/ko och dag) var 17,5 kg ts bete per ko och dag jämfört med en hög betestilldelning (40 kg ts/ko och dag) där torrsubstansintaget uppgick till 20,6 kg ts bete per ko och dag. En hög betestilldelning, utan en försämring av betes kvaliteten, är dock normalt endast möjlig under den första delen av betessäsongen, då betes kvaliteten försämras under betessäsongens gång

(Bargo et al., 2003). Detta kan till viss del undvikas genom regelbunden putsning av betet och eventuell bevattning.

Substitutionseffekt

När tillskottsutfodring tillämpas sker ofta en minskning i torrsbstansintag från betet, vilket kallas för substitutionseffekt. Substitutionseffekten beräknas genom formeln $((ts\text{-intag för bete utan tillskottsfoder} - ts\text{-intag för bete med tillskottsfoder}) / ts\text{-intag för tillskottsfoder})$ och uttrycks som en siffra mellan 0 och 1. Definitionen av substitutionseffekten kan sammanfattas som minskningen i kg ts betesintag per kilo ts tillskottsfoder som intagits. En substitutionseffekt på 1,0 innebär att ett intag av 1 kg ts tillskottsfoder ger ett minskat betesintag med 1 kg ts enligt sammanställning av ett flertal forskningsrapporter (Bargo et al., 2003). Substitutionseffekten vid rikligt bete varierar ofta mellan 0,3–0,9 kg ts bete/kg kraftfoder (Kellaway & Harrington, 2004). Substitutionseffekten är den faktor som främst påverkar vilken respons som fås på mjölkproduktionen per kg tillskottsfoder som utfodras, vilket kan uttryckas som kg mjölk/kg tillskottsfoder. Förhållandet mellan substitutionseffekt och mjölkrespons är ofta negativt, vilket innebär att en hög substitutionseffekt, med en liten ökning i torrsbstansintag som följd, ger en låg mjölkrespons. Vilken typ av tillskottsfoder som utfodras influerar även substitutionseffekten, där grovfodertillskott minskar torrsbstansintaget från betet i större utsträckning jämfört med kraftfodertillskott (Bargo et al., 2003).

Tillskottsutfodring med grovfoder

Tillskottsutfodring med grovfoder under betessäsongen blir allt mer en regel än ett undantag, speciellt för besättningar med AMS, där grovfodret dels används för att bibehålla en balanserad foderstat och dels som ett sätt att styra kotrafiken mellan stall och bete. Enligt en sammanställning av nederländska och svenska enkäter (van Dooren et al., 2002) ledde en begränsad tid på betet till ett ökat intag av grovfoder och korna tillbringade 15–20 % av dygnets timmar med att äta grovfoder inne i stallen. En hög tillskottsutfodring med grovfoder i kombination med en låg betestillgång gjorde korna omotiverade att gå ut på bete vilket minskade tiden som spenderades ute på betet. Dock var en hög tillskottsutfodring av grovfoder en nödvändighet för att bibehålla en hög mjölkproduktion.

I en studie utförd av Spörndly & Wredle (2004) utfodrades två olika grupper av kor i AMS med 3 kg ts ensilage respektive ensilage *ad libitum*. Någon skillnad i mjölmängd eller mjölkkningsfrekvens kunde inte observeras mellan de olika grupperna, trots stor skillnad i mängden tillskottsensilage. Dock hade gruppen med ensilage *ad libitum*, en signifikant lägre mjölkkningsfrekvens under den senare delen av betessäsongen jämfört med gruppen som hade en begränsad tillgång till tillskottsensilage. Rego et al. (2008) kunde, i likhet med Spörndly & Wredle (2004), inte se någon skillnad i mjölmängd när tillskottsensilage tillämpades jämfört med kor som enbart hade tillgång till bete. Rego et al. (2008) kunde även observera en minskad andel mjölkprotein hos de kor som hade tillgång till tillskottsensilage. Även mjölkfettets sammansättning påverkades av användningen av tillskottsensilage, vilket resulterade i en ökad andel fettsyror som syntetiserades *de novo*.

I de nordiska länderna är utfodring av majsensilage mindre vanligt jämfört med gräsensilage, medan majsensilage är mer vanligt förekommande på kontinenten. En fransk studie av Pérez-Prieto et al. (2011) undersökte effekten av att ge tillskott av majsensilage vid låg respektive hög betestilldelning, på betesintag, mjölkproduktion, substitutionseffekt och betesbeteende. Ett ökat torrsbstansintag kunde ses vid både låg och hög betestilldelning när tillskottsutfodring av majsensilage tillämpades. Dock hade tillskottsutfodringen en negativ effekt på betesintaget, då kor med tillskottsutfodring hade ett genomsnittligt betesintag på 7,5

kg ts bete/dag jämfört med 12,4 kg ts bete/dag för de kor som inte tillskottsutfodrades. Substitutionseffekten för majsensilage var 0,51 vid låg betestilldelning respektive 0,75 vid hög betestilldelning, vilket visar att minskningen i betesintag vid låg betestilldelning var mindre jämfört med minskningen vid hög betestilldelning. Studien kunde även visa en ökad mjölkproduktion vid tillskottsutfodring – i genomsnitt ökade mjölmängden med 0,67 kg mjölk/kg ts majsensilage. Den observerade ökningen i mjölmängd skiljer sig från tidigare belysta studier (van Dooren et al., 2002; Spörndly & Wredle 2004; Rego et al., 2008), vilket troligen beror på majsensilagens höga stärkelseandel jämfört med gräsensilage, som utfodrades i de tidigare studierna. Pérez-Prieto et al. (2011) kunde också visa på skillnader i betesbeteende mellan de olika grupperna. I genomsnitt betade kor utan tillskottsfoder 103 min längre/dag jämfört med de kor som tillskottsutfodrades. Kor utan tillskottsfoder betade också mer intensivt under fyra timmar efter morgonmjölkningen och under 2 timmar efter kvällsmjölkningen jämfört med de kor som tillskottsutfodrades, där det mest intensiva betandet pågick under två timmar efter morgonmjölkningen.

Tillskottsutfodring med kraftfoder

Kraftfoder utfodras vanligtvis under hela året till högproducerande mjölkkor för att tillgodose kornas energibehov och för att upprätthålla en hög mjölkproduktion. Tillskottsutfodring med kraftfoder är ofta nödvändigt för att upprätthålla en hög mjölkproduktion (>30 kg mjölk/ko och dag) för kor i ett intensivt betessystem (Kolver & Muller, 1998). Tillskottsutfodring med kraftfoder har visat sig minska torrsustansintaget från betet och framförallt ger en ökad kraftfodergiva vid en hög betestillgång en större minskning i torrsustansintag från betet. Minskningen i torrsustansintag från betet är dock inte lika framträdande vid kraftfodertillskott som vid tillskottsutfodring med grovfoder. Substitutionseffekten för kraftfoder varierar mellan 0,11– 0,50 kg bete/kg kraftfoder som intas, och har setts vara lägre vid en låg betestilldelning (0,26 kg bete/kg kraftfoder) jämfört med hög betestilldelning (0,55 kg bete/kg kraftfoder) (Bargo et al., 2002; Bargo et al., 2003). Pulido & Leaver (2001) redogjorde dock för en substitutionseffekt mellan 0,55–1,12 kg bete/kg kraftfoder för kraftfodergivor mellan 0–6 kg/dag.

Kraftfodertillskott medför dock en ökning av det totala torrsustansintaget, vilket i förlängningen leder till en ökad mjölkproduktion (Pulido & Leaver, 2001; Bargo et al., 2002; Kennedy et al., 2007; McEvoy et al., 2008). Effekterna av att utfodra kraftfodertillskott har även setts påverka protein- och fettinnehållet i mjölken. En ökad kraftfodergiva har i vissa studier lett till en ökad andel mjölkfett (Kennedy et al., 2007; McEvoy et al. 2008), och ökningen i mjölkfett är framförallt tydlig hos kor i tidig laktation. I en studie utförd av Bargo et al. (2002) där korna var i mitten av laktation, sågs inte någon effekt av kraftfodertillskott på andelen mjölkfett, vilket kan bero på en mer nyanserad utspädningseffekt av mjölken då kraftfoder ges till kor en bit in i laktationen (McEvoy et al. 2008). Mjölken proteininnehåll påverkas i många fall positivt av kraftfodertillskott, oberoende av kraftfodermängd, betestillgång eller laktationsnummer (Bargo et al., 2002; Kennedy et al., 2007; McEvoy et al., 2008).

Kraftfodertillskott påverkar inte bara torrsustansintag, mjölkproduktion och mjölk-sammansättning, utan även kornas betesbeteende. Pulido & Leaver (2001) såg att en ökad kraftfodergiva resulterade i både en minskad betestid samt en minskad äthastighet (tuggor/min). Även Bargo et al. (2002) såg en minskning i betningstid, där 1 kg kraftfoder gav en minskning i betestid på 11 minuter. Dock kunde inte någon signifikant skillnad i tuggstorlek och äthastighet påvisas, vilket avviker från Pulido & Leavers (2001) resultat.

Kotrafik mellan stall och bete

Hur korna rör sig mellan stall och bete är av stor betydelse i en AMS-besättning, där mjölkningsfrekvenser och antal besök i roboten måste upprätthållas, även under betessäsongen. En förståelse för kotrafiken och hur den påverkas, kan även vara fördelaktigt för besättningar med konventionell mjölkning där korna rör sig fritt mellan stall och bete mellan mjölkningarna, för att minska hämtningstider eller optimera användandet av betet.

I en studie utförd i Storbritannien av Charlton et al. (2011b) studerades kornas preferens för bete respektive stall, där korna efter morgonmjölkning och kvällsmjölkning kunde välja att gå ut på betet eller att gå tillbaka in i stallet igen. Inne i stallet hade korna fri tillgång till fullfodermix och hade även efter det första valet efter mjölkning, möjlighet att röra sig fritt mellan stall och bete. Studien visade att korna dubbelt så ofta valde att gå tillbaks in i stallet, speciellt efter morgonmjölkningen jämfört med efter eftermiddagsmjölkningen där fler kor valde att gå ut på betet. Dock sågs stora skillnader mellan individer. Efter kvällsmjölkningen valde dock fler kor att gå ut på bete istället för att gå tillbaka in i stallet. Mellan mjölkningarna rörde sig korna i genomsnitt 1,8 gånger mellan stall och bete. I liknande studier (Charlton et al., 2011a; Charlton et al. 2013) uppgick antalet passeringar mellan stall och bete till 2,7 respektive 4,9. Korna hade också en tydlig preferens för nattbete i samtliga studier (Charlton et al., 2011a; Charlton et al., 2011b; Charlton et al., 2013).

Studier med AMS har visat att mjölkningsfrekvensen och antalet besök i AMS påverkas av bland annat beteshöjden, där en ökad beteshöjd ger ett minskat antal besök i AMS. Obegränsad tillgång till bete ger även en minskad mjölkningsfrekvens jämfört med en mer begränsad tillgång (Ketelaar-de Lauwere et al., 1999; Ketelaar-de Lauwere et al., 2000). I en sammanställning av nederländska och svenska enkäter (van Dooren et al., 2002) uppgav lantbrukarna att korna motiverades att återvända från betet om de såg eller hörde att färskt foder distribuerades inne i stallet. Om grovfodret utfodrades vid samma tidpunkter varje dag så lärde sig korna att förutse detta och återvände då till stallet, vilket kan leda till att minska antalet hämtningar ute på betet. I genomsnitt hämtades kor med lång tid sedan senaste mjölkning, 2 gånger per dag och det sågs en antydning till att ett längre avstånd till betet ökade andelen hämtade kor.

Synkronisering av beteende

Under betessäsongen har kor setts synkronisera sitt beteende i större utsträckning än under stallsäsongen. Synkronisering av beteende innebär att korna utför ett visst beteende i flock istället för individuellt, vilket kan påverka kotrafiken mellan stall och bete. Ketelaar-de Lauwere et al. (1999) kunde visa att korna föredrog att spendera tid på betet tillsammans i grupp och även återvända till stallet i sällskap av minst en ko. Det var sällsynt att en ensam ko återvände till stallet eller spenderade tid ute på betet ensam. Även i studien utförd av Ketelaar-de Lauwere et al. (2000) sågs en synkronisering av beteende. I besättningar med AMS medför en synkronisering av beteenden att toppar i antalet AMS-besök uppkommer och att AMS:en sedan står tom under en längre tid, då korna i grupp återvänder till betet. Spörndly & Wredle (2004) kunde också påvisa ett synkroniserat beteende för bland annat betestid hos de kor som ingick i studien.

Djurvikt

Under betessäsongen behöver kon ofta gå långa sträckor för att nå betet och själv inta en stor del av sitt foder. En ökad energiförbrukning i kombination med, i många fall, dålig beteskvalitet kan medföra att korna under betessäsongen tappar i kroppsvikt och hullbedömning s.k. ”body condition score” (BCS). Vid betessläpp har kornas kroppsvikt setts minska med omkring 5 % och BCS har sett minska med 0,2 enheter och minskningen i

kroppsvikt har sedan bibehållits under den första månaden på bete (Kolver & Muller, 1998; Agenäs et al., 2010). För kor som befinner sig i tidig laktation (~40 laktationsdagar) är det särskilt viktigt att betestillgången är riklig och att beteskvaliten är hög, då de annars riskerar att minska signifikant i kroppsvikt jämfört med de kor som är längre in i laktationen (Kennedy et al., 2008). Ett flertal studier har dock observerat att tillskottsutfodring ger en lägre minskning i kroppsvikt, vilket tyder på att högproducerande kor är i behov av fodertillskott. Detta för att korna inte ska gå in i en negativ energibalans och börja mobilisera kroppsreserver för att upprätthålla kroppsvikt och mjölkproduktion (Kolver & Muller, 1998; Kennedy et al., 2008; Pérez-Ramírez et al., 2009, Lawrence et al., 2015).

Material och metod

Försöksperiod

Försöket utfördes vid Nationellt Forskningscentrum för Lantbrukets djur, Lövsta, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala och ägde rum i mjölkkostallet under sommaren 2014. Försöket påbörjades den 9 juni och avslutades den 18 augusti.

Inhysning

Korna inhystes i ett lösdriftssystem (se bilaga 1) där mjölkningen skedde omgångsvis två gånger per dag, kl. 05.00 samt kl. 16.00, i en automatisk mjölkningskarusell. Denna mjölkningskarusell benämnes AMR vilket är en förkortning av det engelska namnet ”Automatic Milking Rotary”.

Försöksdesign och behandlingar

Denna studie fokuserade på effekter av olika behandlingar på kotrafiken i stallet. Upprepningen av försöksbehandlingar syftade till att utvärdera om behandlingarna gav samma effekt över flera perioder för att därmed i viss mån kunna skilja effekten av behandling från effekten av period. Under försökets gång studerades två behandlingar där djuren antingen hänvisades till bete som grovfoder under 12 timmar nattetid, Bara Bete (BB), eller hade möjlighet att välja att äta bete eller ensilage på stall under 12 timmar nattetid, Ensilage+Bete (EB). Under dagtid gick alla kor på båda behandlingarna inne i stallet, med fri tillgång till ensilage och kraftfoder efter avkastningsnivå.

- **EB:** Under natten hade korna tillgång till både bete (riklig tillgång ute) och ensilage (fri tillgång) samt kraftfoder (efter avkastningsnivå) inne.
- **BB:** Under natten hade korna tillgång till bete (riklig tillgång ute) och kraftfoder (efter avkastningsnivå) inne. Under natten fanns inget ensilage på foderbordet.

Korna vallades ut på betet direkt efter avslutad kvällsmjölkning men kunde sedan gå fritt mellan betet och stallet under natten fram till morgonmjölkningen, då de kor som var ute hämtades till mjölkning (se nedan under rubriken Kotrafiken i stallet).

Försökstid

Försöket pågick under 10 veckor, mellan 9 juni till 18 augusti sommaren 2014. Varje försöksperiod omfattade två veckor med en veckas tillvänjning och en veckas mätning. Behandlingarna EB upprepades 3 gånger med mätperioderna vecka 25, 29 och 33 medan behandling BB upprepades två gånger under försöket, med mätperioderna vecka 27 och 31 (se tabell 2).

Tabell 2. Schema över försöksperioder och tillhörande behandling med avseende på grovfodertillgång: tillgång till både ensilage och bete under 12 timmar nattetid (EB) eller tillgång till bara bete nattetid (BB)

Vecka	Datum	BB	EB
25	16 juni – 23 juni		X
27	30 juni – 7 juli	X	
29	14 juli – 21 juli		X
31	28 juli – 4 augusti	X	
33	11 augusti – 18 augusti		X

Djurmaterial

Totalt 83 kor av raserna Svensk röd boskap (SRB) och Svensk Holstein (SH) var med under alla perioderna och ingick därmed i försöket. Det genomsnittliga antalet laktationer i gruppen var 3,4. Vid försökets början var korna mellan 3 och 288 dagar in i laktation med ett genomsnitt på 102 laktationsdagar. Vid försökets början var den genomsnittliga mjölkavkastningen 30,5 kg per ko och dag, där minsta uppmätta mjölkavkastning var 17,3 kg och högsta uppmätta mjölkavkastning var 48,1 kg. De kor som ingick i försöket mjölkades i en AMR™.

Bete

Betesmarken såddes 2009 med en vallfröblandning bestående av 15 % timotej, 20 % engelskt rajgräs, 35 % ängssvingel, 15 % ängsgröe samt 15 % klöver, och skördades fram till våren 2012, då de första djuren började beta vallen. Totalt 11 betesfällor med en area på i genomsnitt 3,5 ha användes i försöket (se bilaga 2). Fällorna låg mellan 220 meter och 780 meter från stallet.

Under försöket tillämpades rotationsbete mellan de fasta fällorna och korna flyttades till en ny fälla efter en visuell bedömning av betestillgången kombinerat med resultaten från de senaste mätningarna av beteshöjd. I genomsnitt flyttades korna till en ny fälla efter 3,8 dagar. Under försökets gång betade i genomsnitt 108 kor per natt betesmarken, som utnyttjades av försöksgruppen tillsammans med övriga kor i stallet. Betesbeläggningen blev då 2,8 kor per hektar under försöket. Om man tar hänsyn till att djuren endast betade nattetid skulle beläggningen kunna vara jämförbar med 1,4 kor per hektar på heltidsbete.

På betet fanns inte någon tillgång till vatten, utan vatten erbjöds endast inne i stallet.

Utfodring

Under försöket utfodrades korna med ordinarie mängd kraftfoder baserad på mjölmängd. De kraftfoder som utfodrades var färdigfodret Solid 120 (13,2 MJ ME/kg ts, 119 g AAT/kg ts) med en genomsnittlig mängd av 9,3 kg per ko och dag samt koncentratet Unik 82 (14 MJ ME/kg ts, 157 AAT/kg ts) med en genomsnittlig mängd av 1,48 kg per ko och dag. Kraftfodren tillhandahölls av foderföretaget Lantmännen (2015a och 2015b). En grovfodermix, d.v.s. en mix där det ingick olika ensilageskördar av gräsenilage utfodrades i genomsnitt 3 gånger per dag, där varje utfodring tog ca 30 minuter. Utfodringen skedde med hjälp av en stationär mixer och bandfoderfordelare. Korna hade fri tillgång till ensilage dagtid samt under de perioder där tillskottsutfodring med ensilage tillämpades nattetid. Varje vardag togs prov på ensilaget, där sedan ett samlingsprov som representerade en 14-dagars period analyserades för näringsinnehåll enligt nedan beskrivna metoder (se avsnitt Registeringar). Recept för grovfodermix samt under vilka datum respektive blandning utfodrades kan ses i bilaga 3.

Kotrafiken i stallet

Under dygnet organiserades rutiner och kotrafik i stallet för att möjliggöra att korna kunde röra sig fritt mellan stall och bete under natten, då korna hade möjlighet att gå ut. På eftermiddagen passerade korna AMRen och mjölkades innan de sorterades ut till betet av en automatisk selektionsgrind placerad direkt efter AMRen. Efter avslutad mjölkning vallades korna ner till aktuell betesfälla där grinden ut ur fällan sedan lämnades öppen. Under natten kunde korna röra sig fritt mellan bete och stall. Vid återkomst från betet gick korna in i returgången och sorterades in i rätt grupp av automatiska selektionsgrindar. När korna kom tillbaka in i gruppen kom de direkt till foderavdelningen för att sedan därifrån nå liggbåsavdelningen. Från liggbåsavdelningen fick korna gå ut i ytterligare en drivgång och passera en identifikationsgrind innan de återigen kom ut till den drivgång som ledde ner till betet. Väl utanför stallet kunde korna göra valet att återvända in i stallet igen via returgången eller fortsätta till betet (se bilaga 1).

På morgonen, kl. 05.00, stängdes dörren in från betet och de kor som befann sig inne i stallet mjölkades först. Därefter hämtades de kor som fortfarande befann sig ute på betet och mjölkades sist. Antal hämtade kor från betet noterades samt klockslag för hämtning. Efter morgonmjölkningen stängdes grindarna som ledde ut från grupperna och korna befann sig därmed inomhus under dagen.

Registreringar

Under försökets gång utfördes registreringar av passager ut till betet och passager in i stallet och betesdriften dokumenterades dagligen genom registrering av antal djur i betesgruppen och aktuell betesfälla. Under vardagar skedde dagliga mätningar av beteshöjd och dagliga provtagningar av vegetationen. Mängd utvägt tillskottsensilage registrerades automatiskt och mängd rester på foderbordet skattades med hjälp av ett protokoll. Mjölkmängden i kg mjölk registrerades dagligen. Den tid som korna betade (betestiden) studerades med hjälp av HOBOR® loggar som monterades på 12 kor under de 5 mätveckorna i försöket (se nedan).

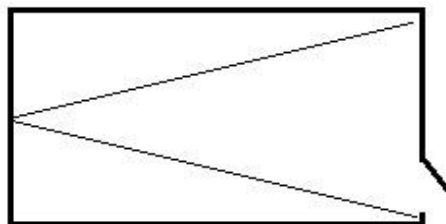
Registrering av kotrafik

Kotrafiken mellan stall och bete registrerades med hjälp av en identifikationsgrind (på väg ut till betet) samt selektionsgrindar i returgången från mjölkning och bete (när korna återvände till stallet). Se bilaga 1 för exakt placering av grindar. När kon passerade någon av grindarna på väg ut till betet samt vid hemkomsten registrerades konummer samt tidpunkt i mjukvaran Delpro. Datan med passeringstider laddades sedan ner veckovis och analyserades för vidare statistisk analys (se nedan). Utöver de automatiska registreringarna så noterades dagligen totalt antal kor på betet, antal hämtade kor på morgonen samt använd fälla manuellt av personalen i stallet.

Provtagning och analys av bete och ensilage

Beteshöjden mättes fem dagar i veckan i aktuell fälla, även betesprov togs vid dessa tillfällen. Beteshöjden mättes med hjälp av en ”Jenquip pasture meter” (NZ Agriworks Ltd.) och utfördes i ett V-format mönster (se figur 2) för att få med variationer mellan fällans ytterkant och mitt.

Beteshöjden mättes vart tionde steg och ett medelvärde av beteshöjden räknades ut. Vart tjugonde steg samlades en mindre mängd gräs in. Provtagningen skulle i möjligaste mån efterlika kons betesbeteende och betesval. Provet togs därför för hand genom att



Figur 2. Ritning över provtagningsväg i betesfälla.

slita/rycka av blad från övre delen av betesvegetationen. Vid avslutad insamling fanns ett prov på ca 0,5 kg gräs som sedan torkades i ett torkskåp under ett dygn. En gång i veckan blandades de torkade dagliga betesproverna från den gångna veckan och ett veckoprov på ca 100 gram torrs substans togs för vidare analys, vilket då representerade respektive behandlingsvecka.

Efter försökets slut fanns 12 veckoprov som maldes och analyserades för att utvärdera betets näringsmässiga och strukturella kvalitet. De parametrar som analyserades var torrs substans (ts), aska, smältbart råprotein (smb rp), vomvätskelöslig organisk substans (VOS) och neutral detergent fiber (NDF). Ts-halten bestämdes genom att förtorkade och malda betesprover torkades i en ugn i 105°C över natten. Därefter askades proverna i 550°C under tre timmar för att bestämma innehållet av oorganisk substans i betesproverna. Protein- och NDF-halten bestämdes genom Kjeldahl- respektive Van Soest-metoden (McDonald et al., 2011). Genom att bestämma innehållet av VOS enligt Lindgren (1983) refererad i NorFor (2007) kunde innehållet av omsättbar energi (ME) beräknas. Samlingsprover på det ensilage som utfodrades i stallet analyserades också på ovan beskrivna sätt.

Registrering av betestid

Under de fem mätveckorna i försöket utrustades 12 kor med Acceleration Data Logger (HOBO® logger) för att registrera betestid med användning av metodik beskrivet av Peetz Nielsen (2013). De 12 korna var jämnt fördelade mellan raserna SRB och SH, varav hälften var förstakalvare och hälften var äldre kor. Loggern fästes på sidan av en gramma och positionerades på ett sådant sätt att X-axeln var parallell med käklinjen och Y-axeln var vinkelrät med käklinjen och pekade mot höger öga (se figur 3). En gång per minut under hela dygnet registrerade loggern huvudets position. Då kon betade och således hade sin nos nära marken ändrades huvudets lutning vilket resulterade i olika x och y-värden. Registreringen pågick under mätveckan för varje behandlingsperiod med nattbete, och påbörjades måndag eftermiddag kl. 16.00 (se tabell 3). Registreringen avslutades med att grimmorna plockades av under morgonmjölkningen följande måndag.

varsin HOBO® Pendant G



Figur 3. Placering av HOBO®-logger på gramma. Pilarna visar riktningen på x- och y-axeln. Foto: Åsa Andersson.

Tabell 3. Schema över registrering av betestid med HOBO®-loggar

Startdatum (kl.16.00)	Slutdatum (morgon)	EB	BB
16 juni	23 juni	X	
30 juni	7 juli		X
14 juli	21 juli	X	
28 juli	4 augusti		X
11 juli	18 augusti	X	

Efter avslutad registrering laddades datan från loggrarna ned med hjälp av mjukvaran HOBOWare®. Efter försökets slut sorterades datan och x- och y-värden från den tid som kon vistats på betet inkluderades i den slutliga analysen. För att fastställa om kon betade eller inte betade under sin tid på betet, fördes x- och y-värdena för varje minut in i följande ekvationer, enligt Nielsen (2013):

$$\text{Betar: } y + \frac{b_{01}-b_{02}}{b_{21}-b_{22}} + \left(\frac{b_{11}-b_{12}}{b_{21}-b_{22}}\right)x > 0$$

$$\text{Betar inte: } y + \frac{b_{01}-b_{02}}{b_{21}-b_{22}} + \left(\frac{b_{11}-b_{12}}{b_{21}-b_{22}}\right)x < 0$$

De b-värden som användes i ekvationen visas nedan i tabell 4, vilka är modifierade i förhållande till Peetz Nielsens ursprungliga artikel från 2013:

Tabell 4. Resultat från linjär urskiljningsfunktion utförd av Peetz Nielsen (personligt meddelande, 2014)

Funktion	Loggningsintervall; 1 min
b_{01}	- 17,5987
b_{02}	- 21,6614
b_{11}	- 25,6632
b_{12}	- 21,8044
b_{21}	31,85822
b_{22}	39,68218

Tillskottsutfodring och foderkonsumtion

Mängden utfodrat ensilage per dag registrerades automatiskt i övervaknings- och utfodringsprogrammet DeLaval Sys 40. Den konsumerade mängden registrerades genom att på morgonen uppskatta och notera mängden ensilagerester från föregående dags utfodring enligt följande definitioner;

- 0–20% = foderbordet är helt tomt eller nästan tomt på ensilage
- 21–40% = lite ensilage kvar på foderbordet
- 41–60% = hälften av mängden ensilage är kvar på foderbordet
- 61–80% = mycket ensilage kvar på foderbordet
- 81–100% = allt eller nästan allt ensilage kvar på foderbordet

Någon noggrann mätning av ensilagekonsumtionen på individnivå var ej möjlig då grovfodret utfodrades på ett konventionellt foderbord utan möjlig identifiering av det enskilda djurets foderintag. Resultatet baserades därför på vad som vägts ut dagligen minus en skattning av mängden rester på foderbordet dividerat med antalet kor i stallet. Exakt mängd konsumerat kraftfoder registrerades automatiskt på individnivå i programmet Delpro.

Djurvikt

Kornas vikt registrerades automatiskt vid varje mjölkning med hjälp av en djurvåg som var placerad i anslutning till AMRen. Den genomsnittliga vikten för varje dag överfördes sedan till mjukvaran Basreg. Vid försökets början hade korna en genomsnittlig kroppsvikt på 658 kg.

Mjölkkavkastning

Mjölkkavkastningen registrerades dagligen automatiskt i mjukvaran Delpro och laddades ned och sammanställdes veckovis. Inom försökets ramar ingick inte analys av mjölksammansättning. Mjölksammansättning vid försökets början och slut hämtades från ordinarie provmjölkningstillfällen.

Statistisk analys

Den statistiska bearbetningen utfördes med hjälp av programmet Statistical Analysis Systems (SAS, version 9.3). Genom att korna vistades i samma stall och betade tillsammans i samma betesgrupp valdes en försöksmodell där behandlingarna lades efter varandra i tiden för att undvika problemet med synkronisering av kornas beteende. Detta medför att man statistiskt ej säkert kan skilja effekten av period från behandling. För att säkerställa eventuella effekter av behandling över olika perioder upprepades behandlingarna flera gånger efter varandra under 2 veckorsperioder under försöket där den första veckan syftade till att anpassa djuren till behandlingen och den andra veckan var mätvecka. Behandling EB upprepades tre gånger under sommaren och behandlingen BB upprepades två gånger i följande sekvens EB, BB, EB, BB, EB, vilket medförde att försöket omfattade totalt 10 veckor. Modellen där behandlingarna upprepas efter varandra i tiden har t.ex. använts av Ketelaar–de Lauwere et al. (1999, 2000).

Data från identifikationsgrindrar användes för att fastställa hur många gånger korna varit ute på bete, hur långt varje betesbesök varade samt hur länge de varit ute totalt under de ca 12 timmar på natten som de haft tillgång till betet. Data från de 83 kor som varit i stallet under samtliga försöksveckor kunde inkluderas i den statistiska analysen.

Proceduren Mixed användes i dataprogrammet SAS för analysen av faktorer som påverkade de tre Y–variablerna 1) Antal betesbesök per natt, 2) Genomsnittslängden för varje betesbesök samt 3) Den genomsnittliga tiden på bete per natt. Dessa tre Y–variabler analyserades med samma modell där behandling, djurnummer och laktation (förstakalvare eller äldre kor) ingick som klassvarialer. Modellen innehöll följande förklaringsvariabler: behandling, försöksvecka, samspel mellan behandling och försöksvecka, laktation (förstakalvare/äldre kor) samt samspel mellan behandling och laktation. Djurnummer ingick som slumpvariabel ("random") och djurnummer*behandling som upprepade mätning ("repeated/subject"). Modellen skrevs på följande vis i statistikprogrammet:

```
proc mixed;  
class behandling djurnummer laktation;  
model Y=behandling vecka behandling*vecka laktation behandling*laktation/solution;  
repeated/subject=djurnummer*behandling type=ar(1);  
random djurnummer;  
lsmeans behandling*laktation/pdiff;
```

Utöver de ovan nämnda variablerna som ingick i den slutliga modellen, testades en rad andra variabler i modellen men uteslöts då de ej visade sig ha någon statistiskt signifikant effekt. De variabler som testades men som ej visade sig vara signifikanta var avstånd till betet, beteshöjd, betets näringsinnehåll (omsättbar energi, råprotein och NDF) samt djurens ras (SR eller SH).

Analys av kornas avkastning (Y) i kg mjölk gjordes i en liknande modell som ovan men med följande x–variabler i modellen: effekt av behandling, effekt av kornas laktationsdag vid försökets början, effekt av vecka, effekt av ras och effekt av laktation (förstakalvare/äldre kor).

Resultaten av alla statistiska analyser presenteras i resultaten som minstakvadratmedelvärden (LSM) med standardfel. Skillnader med signifikansnivån $p < 0,001$, $p < 0,01$ och $p < 0,05$ presenteras som trestjärnigt (***) , tvåstjärnigt (**) och enstjärnigt (*) i tabeller.

För de 12 djur som utrustades med de s.k. HOBOR® loggrar (se ovan) som användes för att mäta djurens betestid gjordes en statistisk analys med en liknande modell som ovan. Endast data från tio av de 12 djuren som ingick i denna studie kunde användas då data från två av

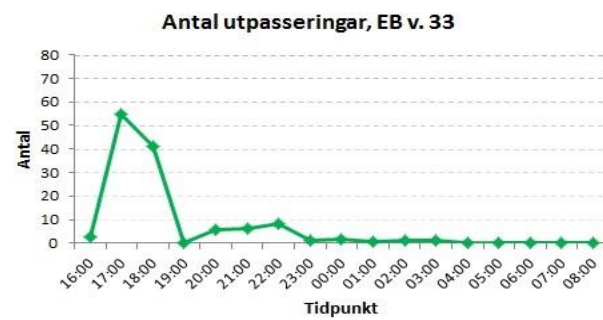
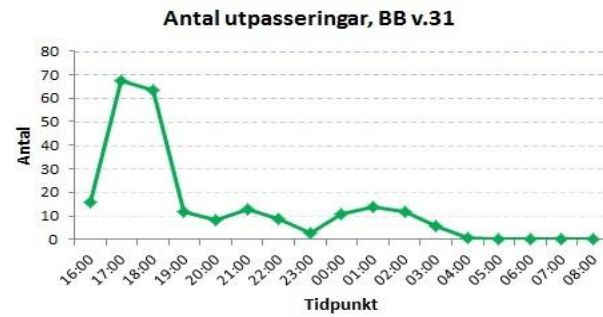
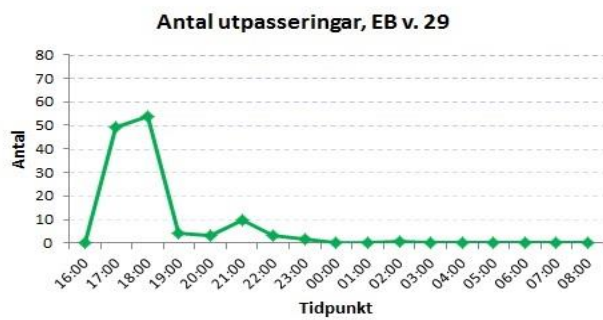
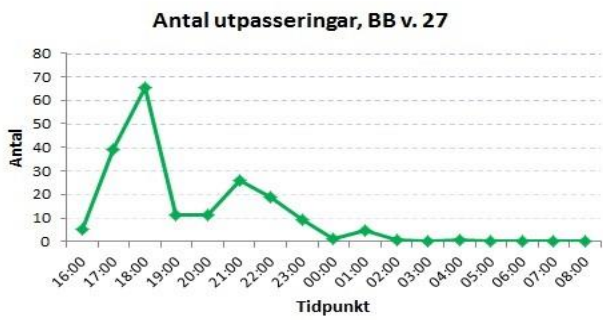
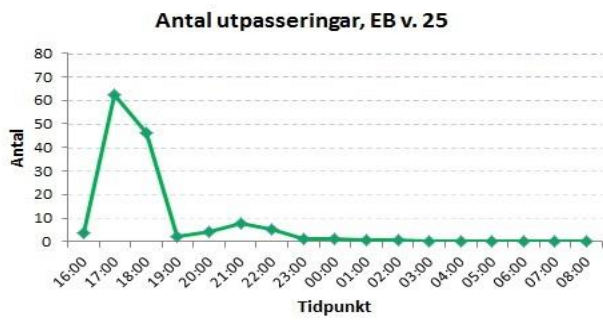
korna bedömdes som felaktiga då de avvek kraftigt från övriga data och uppvisade mycket höga betestider (över 90 %) i förhållande till utetiden. Det låga djurantalet gav få frihetsgrader i modellen och medförde att det ej var möjligt att inkludera många förklaringsvariabler och samspelseffekter. Endast de viktigaste variablerna och samspelen kunde därför inkluderas i modellen för att analysera tiden som djuren betade. Den slutliga modellen innehöll effekten av behandling, effekten av vecka och effekten av samspelen mellan behandling och vecka där såväl behandling som försöksvecka var klassvariabler. Effekten av betets näringsinnehåll och beteshöjden testades även för att förklara djurens betestid men uteslöts ur modellen då de ej visade sig vara signifikanta.

Resultat

Kotrafikens fördelning över betesperioden

Under försöksveckorna registrerades antalet ut- och inpasseringar, det vill säga antalet gånger som korna gick ut på betet och antalet gånger som korna kom in från betet samt tidpunkten för varje passage. Resultatet från dessa registreringar visade att majoriteten av utpasseringarna, oavsett behandling och vecka, skedde direkt efter mjölkning, se figur 4, vilket faller sig naturligt då korna ”mjölkades ut” på betet. Som framgår av tabell 6 och 7 (se nedan) var såväl den totala tiden på betet som antalet passager ut på betet signifikant högre för behandling BB jämfört med EB. Mönstret för passagera ut och in i stallet visar att under veckorna med behandling BB tycks passagera ut på bete ske direkt efter mjölkningen men även något senare på kvällen där en viss andel utpasseringar sker mellan klockan 20.00–02.00. Vid EB tycks korna bara gå ut på bete ungefär en gång per natt vilket sker direkt efter mjölkning (figur 4). Under vecka 27, en av två perioder med BB, skedde 37 % av utpasseringarna mellan kl. 20.00–02.00 och under vecka 31 (BB), under samma tid på dygnet, skedde 29,6 % av totala antalet utpasseringar. För vecka 25, 29 och 33 (EB) var antalet utpasseringar mellan kl. 20.00–02.00 enbart 15 %, 15,3 % respektive 19 %.

Andelen av det totala antalet inpasseringar var märkbart högre mellan klockan 20.00–22.00 (44 %, 53 % respektive 33 % av totala inpasseringar) för veckorna 25, 29 och 33 när korna kunde äta ensilage inne på natten (EB) jämfört med samma tidpunkt för vecka 27 och 31 när korna nattetid bara hade bete (BB), där motsvarande siffror var 25,5 % och 13 %. Vecka 27 och 31 (BB) hade även en betydligt högre andel av de totala inpasseringarna som skedde senare på natten, mellan kl. 01.00–06.00 (62 % och 72,5%) jämfört med vecka 25, 29 och 33 (EB) där motsvarande siffror var 41 %, 25 % respektive 23 %. Under vecka 27 och 31 (BB) syntes även tydliga toppar, där majoriteten av inpasseringarna skedde omkring kl. 03.00–04.00, jämfört med vecka 25, 29 och 33 (EB) där majoriteten av inpasseringarna skedde tidigare under natten, omkring midnatt.



Figur 4. *Figurerna visar antalet in- och utpasseringar under respektive försöksvecka.*

Spenderad tid på bete

För utetiden, det vill säga den genomsnittliga tid som spenderades på betet per ko och natt, sågs ett samspel mellan behandling och laktationsnummer vilket påverkade utetiden. Förstakalvare var ute signifikant ($p < 0,0001$) längre tid när bara bete erbjöds nattetid (BB), jämfört med när korna hade tillgång till både bete och ensilage (EB), en skillnad på 3 timmar och 42 minuter (se tabell 5). Även äldre kor vistades ute signifikant ($p < 0,0001$) längre tid under BB jämfört med EB, men för äldre kor var skillnaden mellan behandlingar något lägre, 2 timmar och 37 minuter (se tabell 5). En signifikant ($p < 0,0001$) skillnad kunde även påvisas mellan äldre kor och förstakalvare vid behandling EB där förstakalvarna vistades 75 minuter kortare tid på betet jämfört med de äldre korna. Dock kunde inte någon signifikant skillnad ses mellan förstakalvare och äldre kor vid behandling BB.

Tabell 5. Utetid i minuter per natt för förstakalvare och äldre kor med bete 12 timmar nattetid och med behandlingarna: bara bete (BB) eller bete med ensilagetillskott inne (EB) under betestimmarna ($n=83$), minsta kvadratmedelvärde \pm standardfel, skillnader mellan behandlingar och mellan ålderskategorier

	Tid ute vid behandling BB	Tid ute vid behandling EB	Signifikansnivå behandling
1:a kalvare	8 tim 23 min \pm 15,4 min	4 h 41 min \pm 14,2 min	***
Äldre kor	8 tim 34 min \pm 12,8 min	5 h 56 min \pm 11,8 min	***
Signifikansnivå laktationsnummer	NS	***	

NS= ej signifikant ($p > 0,05$); ***=signifikant ($p < 0,0001$)

Antal betesbesök och betesbesökens längd

Vid BB besökte korna betet signifikant ($p < 0,0001$) fler gånger jämfört med EB, vilket framgår av tabell 6. Gällande antalet betesbesök skilde sig förstakalvarna signifikant ($p < 0,0001$ och $p < 0,05$) åt från de äldre korna för båda behandlingarna, BB respektive EB. Vid BB besökte förstakalvarna betet 0,3 gånger mer jämfört med de äldre korna och vid EB besökte förstakalvarna betet 0,1 gånger mer jämfört med de äldre korna.

Tabell 6. Antal betesbesök per natt för förstakalvare och äldre kor med bete 12 timmar nattetid och med behandlingarna: bara bete (BB) eller bete med tillskottsensilage inne (EB) under betestimmarna ($n=83$), minsta kvadratmedelvärde \pm standardfel, skillnader mellan behandlingar och mellan ålderskategorier

	Antal betesbesök/ natt vid BB \pm std.fel	Antal betesbesök/ natt vid EB \pm std.fel	Signifikansnivå behandling
1:a kalvare	1,8 \pm 0,04	1,2 \pm 0,04	***
Äldre kor	1,5 \pm 0,04	1,1 \pm 0,03	***
Signifikansnivå laktationsnummer	***	*	

***: $p < 0,0001$, *: $p < 0,0339$

Den genomsnittliga längden för varje betesbesök var signifikant ($p < 0,0001$) längre för BB jämfört med EB. I genomsnitt var besökslängden 47 minuter längre vid BB jämfört med EB, vilket framgår av tabell 7. Det sågs också en signifikant skillnad ($p < 0,0001$) mellan förstakalvare och äldre kor gällande besökslängden för varje betesbesök (se tabell 7).

Tabell 7. Längd på varje betesbesök för förstakalvare och äldre kor, minsta kvadratmedelvärde ± standardavvikelse samt signifikansavvikelse mellan ålderskategorier

	Besökslängd vid BB± std.fel	Besökslängd vid EB± std.fel	Signifikansnivå för behandling
1:a kalvare	4 tim 55 min ± 15,1 min	4 h 2 min ± 14,1 min	***
Äldre kor	6 tim 8 min± 12,6 min	5 tim 26 min ± 11,7 min	***
Signifikansnivå för ålder	***	***	

***=signifikant (p<0,0001)

Antal hämtade kor

Under vecka 25 (EB) hämtades i genomsnitt 19 kor från betet inför morgonmjölkningen, motsvarande siffror för vecka 29 och vecka 33 (EB) var 0 respektive 9 kor. Vid BB (vecka 27 och 31) hämtades i genomsnitt 4 respektive 17 kor. Som framgår av ovanstående kunde ingen tydlig skillnad mellan behandlingarna ses vad gäller hämtade kor, inte heller tycks det ha varit någon tydlig trend över tiden vad gäller antalet hämtningar.

Resultat från HOBO® loggrar

Betestid

Under de försöksperioder där inget ensilage erbjöds under natten (BB), spenderade korna signifikant (p<0,001) längre tid på att beta jämfört med de perioder där korna hade tillgång till både bete och ensilage nattetid (EB), vilket framgår av tabell 8 nedan.

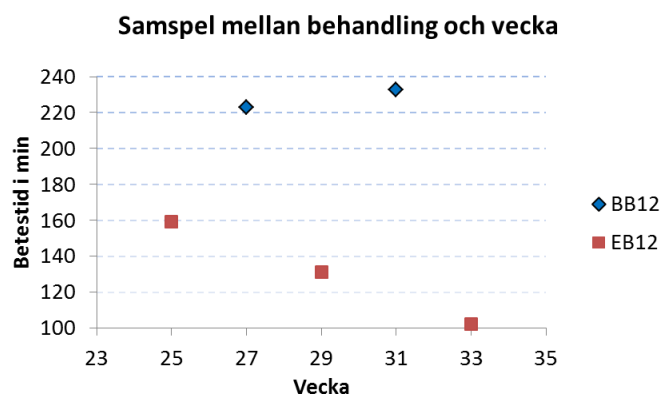
Tabell 8. Betestid för behandling BB samt EB i timmar och minuter, minsta kvadratmedelvärde ± standardfelet (min) (n=10)

Variabel	BB	EB	Signifikansnivå
Betestid, min/dag	3 tim 48 min ± 17,93	2 tim 11 min ± 17,15	***

*** = signifikant (p<0,0001)

Säsongsinverkan på betningstid

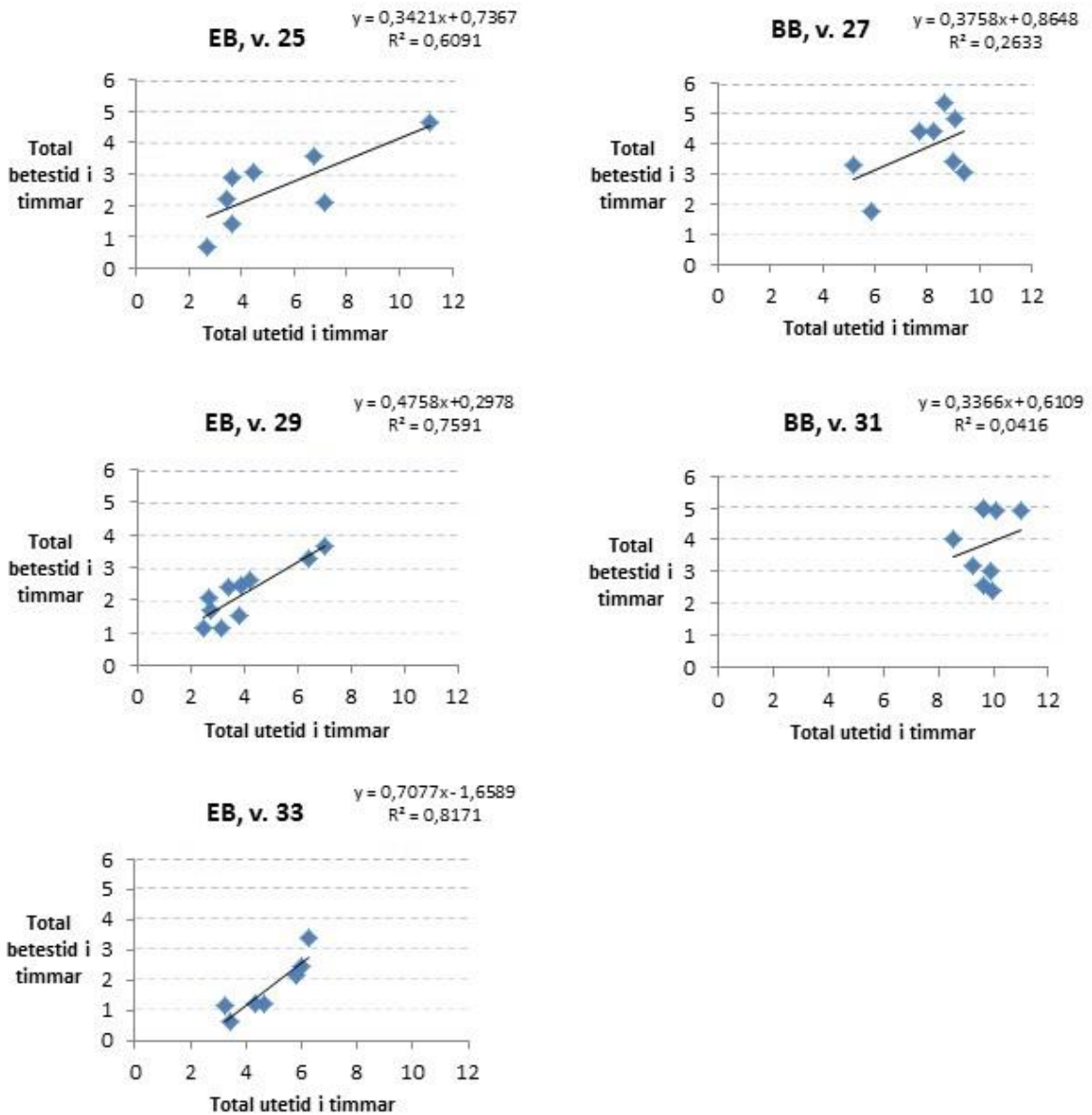
För att studera hur behandlingarna påverkades av säsong gjordes en separat statistisk analys där vecka ingick i modellen som kontinuerlig variabel (se avsnitt Material och Metoder ovan). Analysen visade ett signifikant samspel mellan behandling och vecka vilket indikerar att djuren påverkades olika av de olika behandlingarna över säsongen. När djuren gick på behandling EB sågs betestiden minska när säsongen fortskred medan någon liknande effekt ej kunde ses på behandling BB över tiden. Mellan vecka 25 (EB) och 33 (EB) uppvisades en signifikant (p<0,0082) skillnad i betestid (figur 5). Genomsnittlig betestid för vecka 25 var 2 timmar och 34 minuter jämfört med en betestid på 1 timme och 45 minuter under vecka 33. Någon liknande signifikant skillnad i betestid kunde inte påvisas på behandlingen med bara bete (BB) mellan vecka 27 och 31 där betestiden var högre jämfört med EB men likartad över tiden, strax över 220 minuter vilket motsvarar knappt 4 timmar.



Figur 5. Samspel mellan behandling och vecka. Figuren visar hur betestiden förändras över tid.

Utetidens inverkan på betestiden

För att försöka se sambandet mellan betestid och utetid studerades hur dessa två variabler samvarierade för de kor som haft HOB0® loggrar och där det därmed fanns data för både betestid och utetid. Under veckorna med EB spenderade korna kortare tid ute på betet och spenderade mindre tid på att beta, jämfört med veckorna med BB. Dock var förklaringsgraden (R^2) högre för veckorna med EB (60–82 %) vilket innebär att korna under dessa veckor spenderade mer tid på att beta ju längre tid som tillbringades ute på betet, figur 6. Vid BB var sambandet mellan utetid och betestid svagt eller i det närmaste obefintligt med R^2 värden mellan 26 % och 4 %, vilket innebär att det finns andra faktorer än enbart utetiden som påverkar hur lång tid som korna spenderar på att beta. Resultatet visar även att det finns en större variation i utetid och betestid mellan individer under veckorna med EB, där korna nattetid kunde välja mellan bete och ensilage inne, jämfört med veckor med bara bete nattetid, dvs. BB där variationen är mindre.



Figur 6. Samband mellan utetid och betestid under olika veckor för de 10 kor med HOBOR® loggrar. I graferna visas trendlinjens ekvation samt förklaringsgrad för respektive behandling och vecka.

Ensilage- och beteskvalitet

Näringsinnehållet för respektive ensilageskörd kan ses i bilaga 3 tillsammans med recept för respektive grovfodermix. Nedan, i tabell 9, visas den beräknade näringsammansättningen för den grovfodermix som utfodrades under respektive försöksvecka.

Tabell 9. Näringsammansättning för den grovfodermix som utfodrades under respektive försöksvecka. Parametrarna anges i g/kg ts, förutom omsättbar energi (ME) som anges i MJ/kg ts

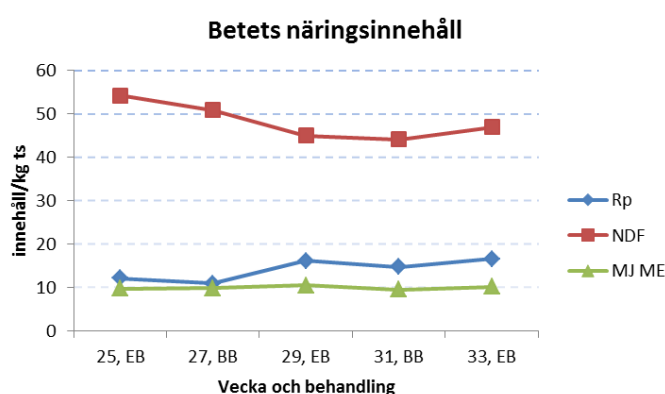
Vecka	MJ ME	AAT	CP	NDF
25	10,8	71	165	370
27	10,4	70	151	285
29	10,4	70	133	551
31	10,4	70	133	551
33	10,4	70	133	551

Betets energiinnehåll höll en jämn nivå under försökets gång, vilket framgår av tabell 10 nedan. Energiinnehållet var förhållandevis lågt och varierade mellan 9,5–10,5 MJ ME/kg ts. Det genomsnittliga energiinnehållet var 9,98 MJ ME/kg ts. Betets innehåll av NDF var högre i början av försöket och som lägst halvvägs in i försöket. Genomsnittligt NDF-innehåll var 481,8 g/kg ts. Innehållet av råprotein varierade mellan 121–166 g rp/kg ts, där innehållet av råprotein generellt var som lägst i början av försöket.

Tabell 10. Betets näringsammansättning under försöksveckor. Aska, råprotein (rp), ”neutral detergent fiber” (NDF) och vomvätskelöslig organisk substans (VOS) visas i % av torrsubstans (ts) medan innehållet av omsättbar energi (MJ) visas per kg ts

Vecka	Behandling	MJ ME/kg ts	rp	NDF	VOS	Aska
25	EB	9,8	12,1	54,2	78,1	7,2
27	BB	9,9	10,9	50,8	78,6	7,4
29	EB	10,5	16,2	44,9	84,6	9,3
31	BB	9,5	14,7	44,1	77,4	9,5
33	EB	10,2	16,6	46,9	81,6	8,8

För att ge en visuell överblick över förändringen i betets näringsinnehåll över tiden, visas förändringen av råprotein, NDF och MJ ME under försökets gång nedan i figur 7.



Figur 7. Förändring av råprotein, NDF och MJ ME i betet under försökets gång.

Beteshöjden varierade under försökets gång, se tabell 11, och var i genomsnitt 11,6 cm högt. En visuell bedömning av betet utfördes dagligen och baserades på beteshöjd samt andelen baljväxter. I början av försöket (vecka 25 och vecka 27) var betet förvuxet och beteshöjden betydligt högre än vad som framkom genom beteshöjds mätning, då plattan som användes vid beteshöjds mätningen ”slog i taket” flera gånger under mätningarna. Från och med vecka 29

var beteshöjden mer optimal och vissa betesfällor hade putsats vilket gav ett mindre förvuxet bete med en bättre beteskvalitet.

Tabell 11. *Genomsnittlig beteshöjd i centimeter för respektive försöksvecka samt visuell bedömning av betet*

Vecka	Behandling	Beteshöjd, cm	Visuell bedömning
25	EB	14,8	Högt och förvuxet
27	BB	12,2	Högt och förvuxet
29	EB	10,9	Bra bete, >50 % baljväxter
31	BB	10,3	Mycket fint bete, >50 % baljväxter
33	EB	9,8	Okej, ca 50 % baljväxter

Foderkonsumtion

Uppskattningen av ensilagerester visade sig inte vara tillräckligt tillförlitlig och därför uteslöts resultaten gällande kornas ensilagekonsumtion. Istället redovisas mängden utkört foder på foderbordet (se tabell 12). Enligt beräkningar utfodrades mellan 8,5–9 kg ts ensilage per ko och dag, oberoende av behandling vilket medför att mängden utfodrat ensilage per ko och dag inte skiljde sig nämnvärt mellan behandlingar. Inte heller konsumtionen av kraftfoder skiljde sig nämnvärt mellan de olika behandlingarna. Den genomsnittliga konsumtionen av Solid 120 var 9,3 kg/ko och dag över hela försöket och konsumtionen av Unik 82 var i genomsnitt 1,48 kg per ko och dag.

Tabell 12. *Utfodrad mängd ensilage, genomsnittligt antal kor i gruppen samt konsumerad mängd kraftfoder under respektive försöksvecka. Mängden ensilage är ej korrigerad för eventuella foderrester. Kvantiteten av ensilage är total mängd utfodrat foder under respektive vecka och mängden kraftfoder är medelvärden per ko och dag för respektive vecka*

Vecka	Behandling	Ensilage, kg	Antal kor	Solid 120, kg	Unik 82, kg
25	EB	18 040	117	9,8	1,6
27	BB	17 570	111	9,9	1,6
29	EB	26 510	109	9,6	1,6
31	BB	16 335	105	8,8	1,3
33	EB	22 565	109	8,4	1,3

Mjölkkavkastning och mjölksammansättning

Under försökets gång kunde en tendens till skillnad ($p=0,0687$) i mjölkkavkastning ses beroende på behandling. I genomsnitt mjölkade korna 0,2 kg mindre per dag vid BB jämfört med EB. En signifikant skillnad ($p<0,0001$) i mjölkkavkastning kunde dock påvisas beroende på vecka, där mjölmängden minskade med 0,5 kg per vecka under betessäsongens gång. Någon signifikant skillnad i mjölkkavkastning mellan förstakalvare och äldre kor kunde inte påvisas, däremot sågs en signifikant skillnad ($p=0,0236$) mellan raser där SH i genomsnitt mjölkade 3,2 kg mer per dag jämfört med SRB. Den genomsnittliga mjölmängden per vecka kan ses nedan i tabell 13.

Tabell 13. *Genomsnittlig mjölkavkastning i kg per ko och dag under respektive behandlingsvecka ± standardavvikelse*

Vecka	Behandling	Kg mjölk/ko och dag	Standardavvikelse
25	EB	31,48	± 6,43
27	BB	31,52	± 6,92
29	EB	30,47	± 6,65
31	BB	28,38	± 6,31
33	EB	28,27	± 7,13

Mjölksammansättningen vid försökets början samt vid försökets slut redovisas i tabell 14. Under försökets gång ökade mjölkfettet med 0,26 procentenheter och andelen mjölkprotein minskade med 0,05 procentenheter.

Tabell 14. *Resultat från ordinarie provmjölkning innan försökets början samt i slutet av försöket. Tabellen visar medelvärden för procent mjölkfett och mjölkprotein*

Datum för provmjölkning	Mjölkfett, %	Mjölkprotein, %
2014-06-04	3,52	3,50
2014-08-06	3,78	3,45

Effekt av ras, avstånd till betet samt betets kvalitet

I den statistiska bearbetningen undersöktes om ras, avstånd till betet samt betets kvalitet hade någon inverkan på utetid och betestid. Resultatet kunde inte påvisa några signifikanta effekter eller samspel på utetid eller betestid beroende på ras, avstånd till betet eller betets kvalitet. Dessa faktorer uteslöts därmed ur den statistiska modellen.

Djurvikter

Kornas genomsnittliga kroppsvikt var vid försökets början 658 kg. Vid försökets slut var den genomsnittliga kroppsvikten 693 kg, vilket innebar en ökning med i genomsnitt 35 kg/ko under försökets gång vilket motsvarar en ökning på 5,3 %.

Väderförhållanden

Sommaren började med en ovanligt kall juni månad. Under den första försöksveckan (vecka 25) var den genomsnittliga temperaturen 10,9 °C, vilket innebär 1,1 °C lägre temperatur än vad som anses normalt för perioden. Den totala mängden nederbörden under vecka 25 mättes till 19,9 mm och vindhastigheten under veckan var i genomsnitt 1,5 m/s. Den relativa fuktigheten var i genomsnitt 65,3 %, se tabell 15. Under följande veckor steg temperatur samt vindhastighet successivt. Även den relativa luftfuktigheten ökade jämfört med vecka 25 och var som högst under vecka 27 med 72,8 %. Juli månad (vecka 27–29) var torr och varm med en dygnsmedeltemperatur som låg över vad som anses normalt för perioden. Mängden nederbörd under juli uppmättes till totalt 47,9 mm, vilket avviker markant från de 70–80 mm som anses normalt för juli månad. I början av augusti var temperaturen fortfarande över det normala men med en tydlig ökning i nederbörd jämfört med juli. Under vecka 31 föll hela 36,6 mm regn och en del skyfall och åskväder förekom under första halvan av augusti. Generellt kom det mer nederbörd under augusti än normalt.

Tabell 15. Väderförhållanden under respektive försöksvecka. Tabellen visar genomsnittlig temperatur under respektive vecka samt total nederbörd, genomsnittlig vindhastighet och genomsnittlig relativ luftfuktighet

Vecka (behandling)	Temperatur, °C	Nederbörd, mm	Vindhastighet m/s	Relativ luftfuktighet, %
25 (EB)	10,9	19,9	1,5	65,3
27 (BB)	15,6	8,8	1,7	72,8
29 (EB)	19	4,6	1,8	71,4
31 (BB)	21,3	36,6	2,1	69,7
33 (EB)	15,5	33,7	1,6	76,2

Diskussion

Utvärdering av metod

Denna studie fokuserade på kotrafiken i stora besättningar med omgångsmjölkning och hur detta skulle kunna kombineras med en optimal betesdrift. Att studera kotrafiken mellan stall och bete vid omgångsmjölkning är unikt, då majoriteten av liknande studier är utförda i ett automatiskt mjölkningsystem. Dock lämnar metodiken i detta försök mer att önska. Försöket var upplagt på ett sådant sätt att de olika behandlingarna placerades efter varandra i tid, då det inte fanns någon praktisk möjlighet att utföra de två behandlingarna under en och samma försöksvecka. Vid den statistiska bearbetningen medför detta att en eventuell säsongseffekt inte kan uteslutas vilket kan medföra att resultaten från den statistiska analysen blir osäkra. Det finns dock två publicerade artiklar utförda av Ketelaar–de Lauwere et al. (1999) och Ketelaar–de Lauwere et al. (2002), där behandlingarna legat efter varandra i tid, i likhet med detta försök.

Den stora fördelen med att låta alla kor gå på samma behandling samtidigt var att synkroniseringseffekten av kornas beteende ej störde tolkningen. Om båda behandlingarna hade tillämpats parallellt på olika kor så hade detta medfört att kor i samma betesgrupp haft olika mängd tillskottsfoder under samma försöksvecka. Detta skulle kunnat medföra att kor med tillgång till ensilage inne i stallet hade kunnat påverka de kor som ej fick tillskottsensilage genom att de lockades att följa med tillbaka till stallet, när gruppen med ensilage gick in för att äta. Även om kor i de olika behandlingarna hade betat i olika betesgrupper så är det mycket troligt att en grupp hemvändande kor skulle dra med sig andra kor i en närliggande fålla. Detta problem och försöksfel kunde därmed undvikas med den försöksmodell som användes i detta försök, där alla kor fick samma behandling samtidigt. Upprepningen av behandlingarna flera gånger efter varandra under säsongen säkerställde att de resultat som erhöles troligtvis är korrekta.

Ett annat problem med försöksupställningen var den bristande möjligheten att mäta kornas individuella grovfoderkonsumtion. Försökets finansiering medgav inte mätning av alla parametrar som hade varit intressanta att utvärdera, däribland den individuella grovfoderkonsumtionen samt mjölksammansättningen. För att med säkerhet kunna tolka och uttala sig om kornas förmåga att kompensera för bristen på tillskottsensilage samt hur detta påverkar kotrafik och mjölmängd, så skulle den exakta grovfoderkonsumtionen på individnivå vara nödvändig. I försöket gjordes enbart uppskattningar av andelen grovfoderrester, vilket visade sig vara ett allt för osäkert mått och skattningarna för ensilagekonsumtionen uteslöts därför ur resultatet. Istället redovisades mängden utkört ensilage, då detta registrerades automatiskt och därför ger ett mer exakt och tillförlitligt mått.

Att skatta foderrester kan vara svårt då förmågan att uppskatta en mängd skiljer sig åt mellan personer, vilket gör skattningarna allt för osäkra.

Kotrafik och betesbesök

I försöket gick korna ut på betet direkt efter avslutad kvällsmjölknings. Resultatet visade att korna efter 1–3 timmar ute på betet återvände till stallet, oberoende av behandling. Att korna återvände så kort tid efter utsläpp kan till viss del förklaras av att vatten inte fanns tillgängligt på betet. Cardot et al. (2008) såg att den största vattenkonsumtionen inträffade omkring 2 timmar efter mjölkning, vilket kan förklara en del av kornas vilja att återvända till stallet. Dock var det i genomsnitt 2,3 gånger fler kor som återvände till stallet tidigt på kvällen de veckor med behandling EB, jämfört med BB, vilket indikerar att korna var mindre motiverade att vistas ute på betet om ensilage fanns tillgängligt inne i stallet. Under de veckor där tillskottsutfodring av ensilage inte tillämpades sågs en topp av utpasseringar mellan kl. 20–22 samt omkring midnatt, vilket tyder på att majoriteten av korna återvände till betet efter den första inpasseringen några få timmar efter kvällsmjölknings, då korna visste att något ensilage inte fanns tillgängligt. Vid EB sågs endast en mindre andel av korna återvända till betet efter den första tidiga inpasseringen omkring kl. 20–22, vilket tyder på att korna var mindre intresserade av att återvända till betet när ensilage fanns tillgängligt inomhus. Av tabell 7 framgår också att korna besökte betet i genomsnitt 1,7 gånger vid BB jämfört med i genomsnitt 1,2 gånger vid EB, vilket överensstämmer med den mindre andel utpasseringar som kunde ses vid EB och kornas brist på motivation för att besöka betet om ensilage fanns tillgängligt i stallet. Ett värde på 1,2 indikerar att korna, utöver den gång de går ut på betet för att de vallas ut till betesområdet av personal efter mjölkningen, bara går ut frivilligt på eget initiativ i genomsnitt 0,2 gånger. Liknande antal totala passeringar har setts i studien av Charlton et al. (2011b) där antalet passager uppgick till 1,8.

Vid BB skedde den största andelen inpasseringar sent på natten/tidigt på morgonen där majoriteten av korna återvände till stallet mellan kl. 03–04. Att korna återvänder senare till stallet innebär att de spenderar längre tid ute på betet och därmed utnyttjas betet som resurs bättre i förhållande till om korna återvänder till stallet omkring midnatt, vilket var fallet vid EB. Emellertid kan en senare återvändning till stallet medföra att fler kor får hämtas ute på betet inför morgonmjölkningen. Under betessäsongen har arbetsåtgången setts öka med 0,2 minuter per ko och dag (Gustafsson, 2009; Bennerstål & Sällvik, 2010), vilket gör det gynnsamt att styra kotrafiken på ett sådant sätt att behovet av att hämta kor minimeras. Samtidigt är målet ett optimalt användande av betet, där korna vistas på betet i hög grad under den tid på dygnet som de har tillgång till bete. Att kombinera dessa två målsättningar kan vara problematiskt och resultat från denna studie visade att korna vistades en stor del av tiden inomhus om de hade tillgång till ensilage. Ett sätt att få ett effektivt utnyttjande av betet kombinerat med ett lågt antal hämtade kor kan vara att låta foderbordet vara tomt under natten, men att programmera in en automatisk grovfodergiva någon timme innan morgonmjölkningen. Enligt van Dooren et al. (2002) lär sig korna när grovfodret distribueras, förutsatt att distribueringen sker vid samma tid på dygnet, och åsynen eller ljudet av nytt foder som delas ut motiverar dem att återvända till stallet i tid till morgonmjölkningen.

Den ställda hypotesen att tillskottsfoder leder till att korna spenderar mindre tid ute på betet kunde bekräftas i detta försök. Under de veckor då tillskottsfoder fanns tillgängligt tillbringade korna i genomsnitt ca 3 timmar kortare tid på betet. Vid BB spenderade korna i genomsnitt 8 timmar och 30 minuter på betet jämfört med EB där korna endast spenderade 5 timmar och 18 minuter på betet i genomsnitt. Tiden som korna spenderade på betet under EB var mindre än hälften av den tid som korna hade till sitt förfogande under natten, vilket kan anses som ett allt för dåligt användande av betet och dess resurser. Den minskade utetiden på

betet i kombination med att korna återvände tidigt till stallet visar tydligt att kornas motivation att befinna sig ute på betet minskar om tillskottsensilage finns tillgängligt inomhus.

Resultat från denna studie kunde visa på signifikanta skillnader i antal betesbesök och betesbesökens längd (se tabell 8), beroende på laktationsnummer. I likhet med resultat från Spörndly & Wredle (2004) och Charlton et al. (2013) besökte förstakalvarna betet oftare än äldre kor, vilket var speciellt uttalat när tillskottsensilage inte fanns tillgängligt i stallet. Längden på varje betesbesök var dock signifikant kortare för förstakalvare. Att de yngre korna rör sig mer mellan stall och bete kan bero på mindre erfarenhet gällande bete- och installningssystemet vilket gör att de har svårare att komma till ro, även om resultat från Lopes et al. (2013) visar att unga kor utan betesvana snabbt anpassade sig till en ny betessituation för att sedan uppvisa likande beteende som kor med tidigare betesvana.

Ett flertal studier har visat att korna föredrar att vistas ute på betet nattetid, om temperaturen och fuktigheten är hög under dagen (Legrand et al., 2009; Charlton et al., 2013). I detta försök tillämpades enbart nattbete, vilket medförde att kornas preferens för betet dagtid och eventuella skillnader mellan nattbete och dagbete inte undersöktes. Dock är det, med grund i tidigare publicerade artiklar, möjligt att tro att bete under dagtid hade medfört en högre inomhustid och att korna skulle föredra nattbete framför dagbete.

Långa avstånd till betet har i tidigare studier (Spörndly & Wredle, 2004; Charlton et al., 2013) visat sig påverka hur mycket tid som korna spenderar på betet. Dock kunde inte några effekter av långt avstånd till betet ses på utetid eller kotrafik i detta försök, vilket överensstämmer med resultaten i Ketelaar-de Lauwere et al. (2000) studie. Även Charlton et al. (2013) såg att korna inte påverkades av avståndet vid nattbete, dock spenderade korna mindre tid på betet under dagtid om avståndet till betet var långt.

Betestid

För att få en uppfattning om korna kompenserade för en situation utan tillskottsensilage med att beta mer, studerades betestiden med hjälp av HOBOTM loggrar. Hypotesen som ställdes innebar att inget tillskottsensilage skulle medföra en ökad betestid, då korna skulle kompensera för det minskade torrs substansintaget från ensilaget. Resultaten från HOBOTM loggrarna visade, i enlighet med hypotesen, att korna spenderade mer tid på att beta när tillskottsensilage inte fanns tillgängligt (se tabell 9). I genomsnitt betade korna 3 timmar och 51 minuter vid BB, vilket motsvarade cirka hälften av de i genomsnitt 8,5 timmar som korna vistades på betet, när tillskottsensilage inte fanns tillgängligt. Detta innebär att korna tillbringar övrig tid på betet med andra aktiviteter såsom vila, idissling och sociala interaktioner. Vid EB var den genomsnittliga betestiden 2 timmar och 11 minuter vilket motsvarade mindre än hälften (2,43 gånger) av den tid som korna spenderade på betet. När det fanns tillskottsensilage tillgängligt minskade därmed betestiden mer i förhållande till utetiden, jämfört med de veckor där tillskottsensilage inte fanns tillgängligt. I en studie av Pérez-Prieto et al. (2011) betade korna 103 minuter längre när tillskottsutfodring (med majsensilage) inte tillämpades vilket stämmer väl överens med de resultat som erhöles i denna studie, där korna i genomsnitt betade 96 minuter längre tid vid BB jämfört med EB.

Enligt en sammanställning av ett flertal studier, utförd av Bargo et al. (2003), ger tillskottsutfodring med grovfoder en högre substitutionseffekt jämfört med om korna enbart tillskottsutfodras med kraftfoder. Substitutionseffekten för grovfoder har i Bargo et al. (2003) sammanställning setts variera mellan 0,84–1,02 kg/kg, vilket innebär att ett intag av 1 kg ensilage minskar betesintaget med 0,84–1,02 kg. Den höga substitutionseffekten för grovfoder skulle därmed kunna förklara varför korna spenderade nästan 2,5 gånger mindre tid av

utetiden på att beta när tillskottsensilage fanns tillgängligt, samtidigt som korna inte behövde kompensera för det minskade torrsubstansintaget från ensilaget i samma utsträckning som vid EB.

Resultaten från HOBOTM loggrarna visade även att utetiden på betet förklarade betestiden under perioderna med tillskottsensilage (EB) medan sambandet under perioder när korna enbart fick bete som grovfoder (BB) var svagt. Detta innebar att korna, vid EB, hade en preferens för att beta när de väl gick ut. Resultaten visade också en större individuell spridning i betestid och utetid när tillskottsensilage fanns tillgängligt jämfört med BB. När tillskottsensilage inte fanns tillgängligt var den individuella spridningen mindre, vilket troligtvis beror på att alla kor var tvungna att kompensera det minskade torrsubstansintaget från ensilaget med ett större betesintag. Vid BB fanns därmed inte lika stort utrymme för individuella preferenser som vid EB. När tillskottsensilage inte fanns tillgängligt förklarades betestiden i mindre grad av utetiden, vilket innebar att det fanns fler faktorer än bara utetiden som påverkade hur mycket korna betade. Då betestiden var mer än dubbelt så lång vid BB, jämfört med EB, så förklaras troligtvis den långa betestiden vid BB av bristen på tillskottsensilage och mindre av tiden som korna spenderade ute på betet.

När betessäsongen fortskrider har kornas motivation för betet setts minska (Krohn et al., 1992; Spörndly & Wredle, 2004; Charlton et al., 2011b), vilket även kunde ses i detta försök. Under de veckor där tillskottsutfodring med ensilage tillämpades sågs en minskning med 68 % ju längre betessäsongen fortskred, vilket är en drastisk nedgång i betestid (se figur 5). Dock kunde inte någon effekt av säsong ses under perioder utan tillskottsensilage då korna var hänvisade till bete som enda grovfoder (BB). Vid EB hade korna möjlighet att välja, och föredrog då oftare att äta ensilage framför bete ju längre säsongen fortskred.

Betes kvaliteten

Betets energiinnehåll varierade mellan 9,5 till som högst 10,5 MJ/kg ts, ett energiinnehåll som var lägre än förväntat. Ett åkermarksbete med bra kvalitet innehåller vanligtvis mellan 10,5–11,5 MJ/kg ts, medan ett förvuxet åkermarksbete innehåller mellan 9,5 och 10,1 MJ/kg ts (Spörndly, 2003). I detta försök var innehållet av energi och protein lågt i början av betessäsongen samtidigt som innehållet av NDF var som högst. Betet var vid den här tidpunkten förhållandevis förvuxet, då betesbeläggningen troligtvis var för låg i förhållande till betestillväxten. Betets kvalitet hade gynnats om betesputsning utförts tidigt, vilket är en viktig åtgärd i början av betessäsongen för att upprätthålla en hög beteskvalitet (McDonald et al., 1986). Tyvärr utfördes betesputsningen för sent in på säsongen, vilket då medförde att beteskvaliteten var låg i början av försöket. I vecka 29 var innehållet av MJ och protein högt, medan NDF var lågt, vilket var ett resultat från den betesputsning som skedde tre veckor tidigare. Under vecka 31 sjönk innehållet av energi igen, vilket i det här fallet troligtvis kan härledas till provtagningen, då betet visuellt höll en hög kvalitet med en stor andel klöver. Den visuellt höga beteskvaliteten speglades dock inte i näringsanalysen för vecka 3, vilket kan ge misstankar om att betesprovet inte var representativt. Trots att beteskvaliteten var högre i slutet av försöket minskade, som nämnts tidigare, kornas intresse för betet och betestiden minskade. Detta indikerar att det inte bara är en försämring i beteskvalitet när betessäsongen fortskrider som ger en minskad betesmotivation, utan att det också finns andra faktorer som spelar in. Förslag på ytterligare faktorer kan vara att betet inte längre är ett nytt och intressant foder eller att temperaturen nattetid sjunker i slutet av betessäsongen, vilket minskar kornas motivation att beta och vistas på betet nattetid. Under de sista veckorna i detta försök var temperaturen dock fortfarande hög och det är därför troligare att det minskande intresset för betet på behandlingen EB främst är en effekt av att betet inte längre är något nytt och att det är lättare och snabbare att konsumera grovfoder som serveras på ett foderbord inne, jämfört med

att beta ute pga. att tuggstorleken på bete blir lägre. Detta har visats i andra försök där Melin et al (2005) rapporterade en äthastighet på i genomsnitt 103 g ts/min när korna fick en fullfodermix innehållande gräsenilage och kraftfoder i stallen, medan Wales (1998) mätte äthastigheten på bete till i genomsnitt 27 g ts/min. Även om detta bara är exempel visar dessa siffror ändå att korna måste ägna avsevärt mer tid för att få i sig en bestämd mängd torrsbstans bete jämfört med tiden som krävs för att konsumera samma mängd ensilage på stall.

Beteshöjden är en viktig faktor som bland annat setts påverka betesintag, mjölkproduktion och betesbeteende (Spörndly & Burstedt, 1996; Ketelaar–de Lauwere et al. 2000; Pulido & Leaver, 2001). Beteshöjden i detta försök varierade mellan 9,8 och 14,8 cm där den lägsta beteshöjden uppmättes i slutet av försöket och den högsta beteshöjden uppmättes i försökets början. För att säkerställa ett tillräckligt betesintag bör beteshöjden vara över 10 cm (Pehrson et al., 2001). I detta försök var den genomsnittliga beteshöjden 11,6 cm vilket bör vara en tillräcklig beteshöjd för att inte ge några negativa effekter på betesintag och mjölkproduktion. Däremot har höga beteshöjder i intervallet 8–14,5 cm setts påverka kornas beteende och medfört en ökad utevistelse, ett minskat antal besök i AMS (Ketelaar–de Lauwere et al. 2000) och en minskad betestid (Pulido & Leaver, 2001). Då beteshöjden i detta försök var jämförbar med de beteshöjder som studerats i nämnda studier ovan, så ger det anledning att tro att den relativt höga beteshöjden i detta försök påverkat betestiden negativt och medfört ett ökat antal passeringar mellan stall och bete. Dock kan inte någon sådan slutsats dras från data som finns tillgängligt från detta försök, eftersom ingen effekt av beteshöjd på antal passeringar, betestid eller utetid kunde påvisas i den statistiska analysen som gjordes. Det är möjligt att detta kan bero på att säsongeffekten och tillgången till tillskottsensilage överskuggar en eventuell effekt av beteshöjd.

Foderkonsumtion

Som tidigare nämnts utslöts resultaten gällande ensilagekonsumtionen, då skattningarna inte var tillförlitliga, istället redovisades mängden utfodrat ensilage per försöksvecka. I genomsnitt distribuerades mellan 8,5–9 kg ts ensilage per ko och dag och konsumtionen av kraftfoder var i genomsnitt 9,3 kg Solid 120 och 1,5 kg Unik 85 per ko och dag, över hela försöket. Då mängden utfodrat ensilage per ko och dag inte skiljde sig nämnvärt mellan behandlingarna kan detta indikera att korna konsumerade liknande mängd grovfoder, oberoende av behandling. Dock kan inte ett säkert uttalande göras gällande ensilagekonsumtionen, då resultaten inte var tillförlitliga. Under vecka 29 (EB) var till exempel den utfodrade mängden ensilage märkbart högre, vilket kan ha sin förklaring i problem med varmgång i plansilon, vilket medförde en ökad uttags–mängd och hastighet.

Om korna konsumerade liknande mängd ensilage under BB som vid EB, i kombination med att de spenderade längre tid ute och att betestiden var längre vid BB, borde detta leda till ett högre totalt torrsbstansintag vid BB. Om så är fallet, skulle det högre totala torrsbstansintaget under BB leda till en högre mjölkavkastning alternativt viktuppgång. Djurvikter erhöles dagligen automatiskt från en våg som korna passerade efter mjölkning. Gällande djurvikten sågs en uppgång med i genomsnitt 35 kg/ko under försökets gång, vilket motsvarar 5,3 %. Då vomnehållet kan variera stort från dag till dag samt att vågens precision kan ifrågasättas, leder detta till att den registrerade djurvikten är osäker, därför går det inte heller med säkerhet att uttala sig om kornas viktuppgång under försöket. Men som diskuteras nedan, så sågs inte någon signifikant skillnad i mjölkavkastning mellan behandlingarna, vilket kan indikera att korna var överutfodrade i förhållande till mjölmängd, vilket leder till en viktuppgång.

I ett försök utfört av Spörndly et al. (2014) jämfördes bland annat ensilagekonsumtionen vid rastbete och produktionsbete. I försöket sågs korna konsumera samma mängd ensilage inne i stallet oavsett om de gick på rastbete och hade fri tillgång till bete eller om de gick på produktionsbete och hade fri tillgång till ensilage under eftermiddag och natt. Under detta försök ökade mjölkavkastningen något, men det var en ökning som blev förhållandevis kostsam då korna inte minskade sin ensilagekonsumtion. Med stöd i ovanstående försök kan det ändå vara rimligt att tro att ensilagekonsumtionen i detta försök var den samma oavsett behandling, även om ensilagekonsumtionen i detta försök inte kunde mätas eller fastställas med exakthet.

Mjölkvastning och mjölksammansättning

En tendens ($p < 0,10$) till skillnad i mjölkavkastningen sågs mellan de olika behandlingarna, där korna mjölkade i genomsnitt 0,2 kg mindre vid BB jämfört med EB. Eftersom denna skillnad endast var en tendens och inte en signifikant skillnad, bör resultatet tolkas med försiktighet. Som nämnts tidigare skiljde det inte mycket i mängd utfodrat ensilage per ko och dag mellan behandlingarna, vilket medför, med stöd i försök av Spörndly et al. (2014) att kornas mjölkavkastning borde ha ökat vid BB, då det totala torrsubstansintaget troligtvis var högre då både en längre utvistelse och en längre utetid kunde påvisas vid BB jämfört med EB. Det är dock svårt att hinna få en respons i mjölkavkastning när det enbart är en anpassningsvecka och totalt två veckor per behandling, då det vanligtvis tar längre tid att se förändringar i mjölkavkastning. När det kommer till beteenden anpassar sig korna snabbt, vilket möjliggör att se en förändring med enbart en anpassningsvecka.

Hypotesen som ställdes i inledningen antog att tillskottsensilage skulle bidra till en högre mjölkavkastning genom ett högre torrsubstansintag. Denna hypotes kan inte med säkerhet bekräftas i detta försök. Resultaten från detta försök överensstämmer också med resultat från tidigare studier där inte någon skillnad i mjölkavkastning påvisats mellan kor som erhållit stora givor tillskottsutfodring med ensilage och kor med huvudsakligen bete som grovfoder (Spörndly et al. 2014; Spörndly & Wredle, 2004; Rego et al., 2008). Resultat från detta försök kunde också visa på en signifikant skillnad i mjölkavkastning beroende på vecka, där mjölmängden sågs minska med i genomsnitt 0,5 kg per ko och vecka. Minskningen i mjölmängd per vecka hade troligtvis en naturlig förklaring i laktationskurvans form, där främst äldre kor minskar mer drastiskt i mjölmängd då laktationen fortskrider. Enligt ekvationer från NorFor (2011) minskar mjölkavkastningen hos äldre kor av rasen SH med i genomsnitt 0,35 kg ECM per vecka från och med laktationsdag 40.

Analys av mjölksammansättningen skedde enbart vid ordinarie provmjölkningstillfällen, men då dessa inte inföll på ett bra sätt i förhållande till försöksveckorna så redovisades enbart mjölksammansättningen innan och efter försöket. Det går därför inte att uttala sig om eventuella effekter av tillskottsensilage och betesgång på andelen mjölkfett och mjölkprotein. Dock har andra studier visat att andelen mjölkfett minskar med ett ökat betesintag samtidigt som proteinhalten ökar (Agenäs et al., 2002; Sairanen et al., 2006; Pérez–Ramírez et al., 2008; Pérez–Ramírez et al., 2009), vilket kan göra det möjligt att dra liknande slutsatser från detta försök. I detta försök erhöles dock motsatt effekt, dvs. andelen mjölkfett var högre vid försökets slut jämfört med försökets början samtidigt som andelen mjölkprotein var lägre. Detta skulle kunna förklaras av att försöket började när korna redan hade gått på bete under ca en månad och att betesintaget för försöksdjuren långsamt minskade under försökets gång.

Slutsats

Den första hypotesen som ställdes var att tillskottsensilage inomhus minskar tiden på betet. Denna hypotes kunde inte förkastas då resultaten från försöket visade att tillskottsensilage minskar kornas motivation att befinna sig ute på betet och gav en minskad utetid. Inte heller hypotesen att tillskottsensilage skulle ge en minskad betestid kunde förkastas, då försöket visade att betestiden minskade om korna utfodrades med tillskottsensilage inne i stallet. Att tillskottsensilage skulle ge en ökad mjölkavkastning kunde inte säkert bekräftas i detta försök. Endast en tendens till en ökad mjölkavkastning kunde påvisas när korna hade tillgång till tillskottsensilage, vilket medför att resultatet gällande mjölkavkastningen bör tolkas med försiktighet. Gällande hypotesen att tillskottsensilage inomhus skulle minska tiden för hämtning av kor ute på betet så kunde inte någon tydlig skillnad ses mellan behandlingar. Därför kan hypotesen inte bekräftas helt.

En sammanfattande slutsats av detta försök är att nattbete som resurs utnyttjas bättre om korna inte har tillgång till tillskottsensilage, då korna spenderar mer tid ute på betet och betar i större utsträckning om tillskottsensilage inte tillhandahålls under den period på dygnet då korna har tillgång till bete.

Referenser

- Abrahamse P.A., Dijkstra J., Vlaeminck B., Tamminga S. 2008. Frequent allocation of rotationally grazed dairy cows changes grazing behavior and improves productivity. *Journal of Dairy Science* 91:2033–2045
- Agenäs, A., Holtenius, K., Griinari, M., Burstedt, E. 2010. Effect of turnout to pasture and dietary fat supplementation on milk fat composition and conjugated linoleic acid in dairy cows. *Acta Agriculture Scandinavia, Section A–Animal Science*. 52 (1):25–33
- Akyuz A., Boyaci S., Cayli A. 2010. Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9(13):1824–1827
- Albright J.L. 1993. Feeding Behavior of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 76:485–498
- Bargo, F., L. D. Muller, J. E. Delahoy, T. W. Cassidy. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science* 85:1777–1792
- Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S., Delahoy, J.E. 2003. Production and digestion of supplement dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science* 86: 1–42
- Bennerstål C., Sällvik K. 2010. Tidsåtgång i mjölkproduktion under betessäsong och hela året. *Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap*. Rapport 2010:8
- Cardot V., Le Roux Y., Jurjanz S. 2008. Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake. *Journal of Dairy Science* 91:2257–2264
- Charlton, G.L., Rutter, S.M., East, M., Sinclair, L.A. 2011a. Preference of dairy cows: indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. *Applied Animal Behaviour Science* 130:1–9
- Charlton, G.L., Rutter, S.M., East, M., Sinclair, L.A. 2011b. Effects of providing total mixed rations indoors and on pasture on the behavior of lactating dairy cattle and their preference for being indoors or on pasture. *Journal of Dairy Science* 94, 3875–3884
- Charlton, G.L., Rutter, S.M., East, M., Sinclair, L.A. 2013. The motivation of dairy cows for access to pasture. *Journal of Dairy Science* 96, 4387–4396

- Dahlborn, K., Åkerlind M., Gustafson G. 1998. Water intake by dairy cows selected for high or low milk-fat percentage when fed two forages to concentrate ratios with hay or silage. *Swedish Journal of Agricultural Research* 28:167–176
- Danielsson, D–A. 2003. Kvalitetssäkrad mjölkproduktion–Bete. [online]. Tillgänglig: <http://www2.sjv.se/administration/radgivningsmoduler/betesstrategi.4.1c0ae76117773233f780004105.html> [2015–04–05]
- Falk, A.C., Weary, D.M., Winckler, C., von Keyserlingk, M.A.G. 2012. Preference for pasture versus freestall housing by dairy cattle when stall availability indoors is reduced. *Journal of Dairy Science* 95, 6409–6415
- Gustafsson M. 2009. Arbetstid i mjölkproduktionen. *JTI– Institutet för jordbruks–och miljöteknik*. JTI-rapport, Lantbruk och industri nr. 379
- Haskell, M.J., Rennie L.J., Bowell, V.A., Bell, M.J., Lawrence A.B. 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89:4259–4266
- Holter, J. B., Urban Jr., W. E. 1992. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 75:1472–1479
- Jensen, P. 2002. Djurens beteende och orsakerna till det. Stockholm. LTs förlag
- Jordbruksverket. 2013. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2014. *Jordbruksinformation* 11–2013
- Kadzere C.T., Murphy M.R., Silanikove N., Maltz E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 77:59–91
- Kellaway R., Harrington T. 2004. Feeding concentrates – supplements for dairy cows. Revised Edition. Landlinks Press. Collingwood.
- Kendall P.E., Nielsen P.P., Webster J.R., Verkerk G.A., Littlejohn R.P. , Matthews L.R. 2006. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science* 103:148–157
- Kennedy J., Dillon P., Delaby L., Faverdin P., Stakelum G., Rath M. 2003. Effect of genetic merit and concentrate supplementation on grass intake and milk production with Holstein Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 86:610–621
- Kennedy, E., O’Donovan, M., Delaby, L., O’Mara, F.P. 2008. Effect of herbage allowance and concentrate supplementation on dry matter intake, milk production and energy balance of early lactating dairy cows. *Livestock Science*. 117: 275–286
- Ketelaar–de Lauwere, C.C., Ipema, A.H., van Ouwkerk E.N.J., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.P.T.M., Noordhuizen, J.P.T.M., Schouten, W.G.P. 1999. Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows’ visits to the automatic milking system and other behavior. *Applied animal behavior science*.64: 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 cows’ visits to an automatic milking system and other behaviour. *Livestock Production Science*. 65:131–142
- Krohn C.C., Munksgaard L., Jonassen 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* 34:37–47
- Kolver E.S., Muller L.D. 1998. Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science* 81:1403–1411

- Lantmännen. 2015a. Produktbeskrivning, Solid 120. Tillgänglig:
https://c4produktkatalog.lantmannen.se/index.php/component/virtuemart/?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl_mol&product_id=9188&category_id=9923 [2015-05-19]
- Lantmännen. 2015b. Produktbeskrivning, Unik 82. Tillgänglig:
https://c4produktkatalog.lantmannen.se/index.php/component/virtuemart/?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl_mol&product_id=8128&category_id=9910 [2015-05-19]
- Lawrence D.C., O'Donovan M., Boland T.M., Lewis E., Kennedy E. 2015. The effect of concentrate feeding amount and feeding strategy on milk production, dry matter intake, and energy partitioning of autumn-calving Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*. 98:338-348
- Legrand, A.L., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2009. Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 92, 3651-3658
- Little W., Collis K. A., Gleed P. T, Sansom B. F., Allen W. M., Quick A. J. 1980. Effect of reduced water intake by lactating dairy cows on behaviour, milk yield and blood composition. *Veterinary Record* 106:547-551
- Lopes F., Coblenz W., Hoffman P.C., Combs D.K. 2013. Assessment of heifer grazing experience on short-term adaptation to pasture and performance as lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 96 :3138-3152
- McDonald R.C. 1986. Effect of topping pastures 1. Pasture accumulation and quality. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 14:279-289
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2011. *Animal Nutrition* (7:e upplagan). Harlow. Pearson Prentice Hall
- McEvoy M., Kennedy E., Murphy J.P., Boland T.M., Delaby L., O'Donovan M. 2008. The effect of herbage allowance and concentrate supplementation on milk production performance and dry matter intake of spring-calving dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 91:1258-1269
- McGilloway D.A. Cushnahan A., Laidlaw A.S. Mayne C.S., Kilpatrick D.J. 1999. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass and Forage Science*. 54:116-126
- Melin, M., Svennersten-Sjaunja K., Wiktorsson, H. 2005. Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 88:3913-3922
- Meyer, U., Everinghoff M., Gädeken D., Flachowsky G. 2004. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livestock Production Science Journal* 90:117-121
- NorFor – Nordic Feed Evaluation System. 2007. Organic matter digestibility – Methods used in the Nordic countries. Tillgänglig: http://norfor.info/Files/pdf-dokumenter/pdf_lab/Analyses/OMD_Methods_070925.pdf [2015-04-21]
- NorFor – Nordic Feed Evaluation System. 2011. Wageningen. Wageningen Academic Publishers
- Pehrson, I., Spörndly, E., Hedin, P., Stengärde, L., Ledin, L., Nielsen, K., Planck, C., Frankow-Lindberg, B., Nilsson-Linde, N. 2001. *Bete och betesdjur*. Falköping. Elanders Gummessons
- Pérez-Prieto L.A., Peyraud J.L., Delagarde R. 2011. Substitution rate and milk yield response to corn silage supplementation of late-lactation dairy cows grazing low-mass pastures at 2 daily allowances in autumn. *Journal of Dairy Science* 94:3592-3604
- Pérez-Ramírez, E., Delagarde, R., Delaby, L. 2008. Herbage intake and behavioural adaptation of grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding regimes. *Animal*. 2: 1384-1392
- Pérez-Ramírez, E., Peyraud, J.L., Delagarde, R. 2009. Restricting daily time at pasture at low and high pasture allowance: Effects on pasture intake and behavioural adaptation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92: 3331-3340

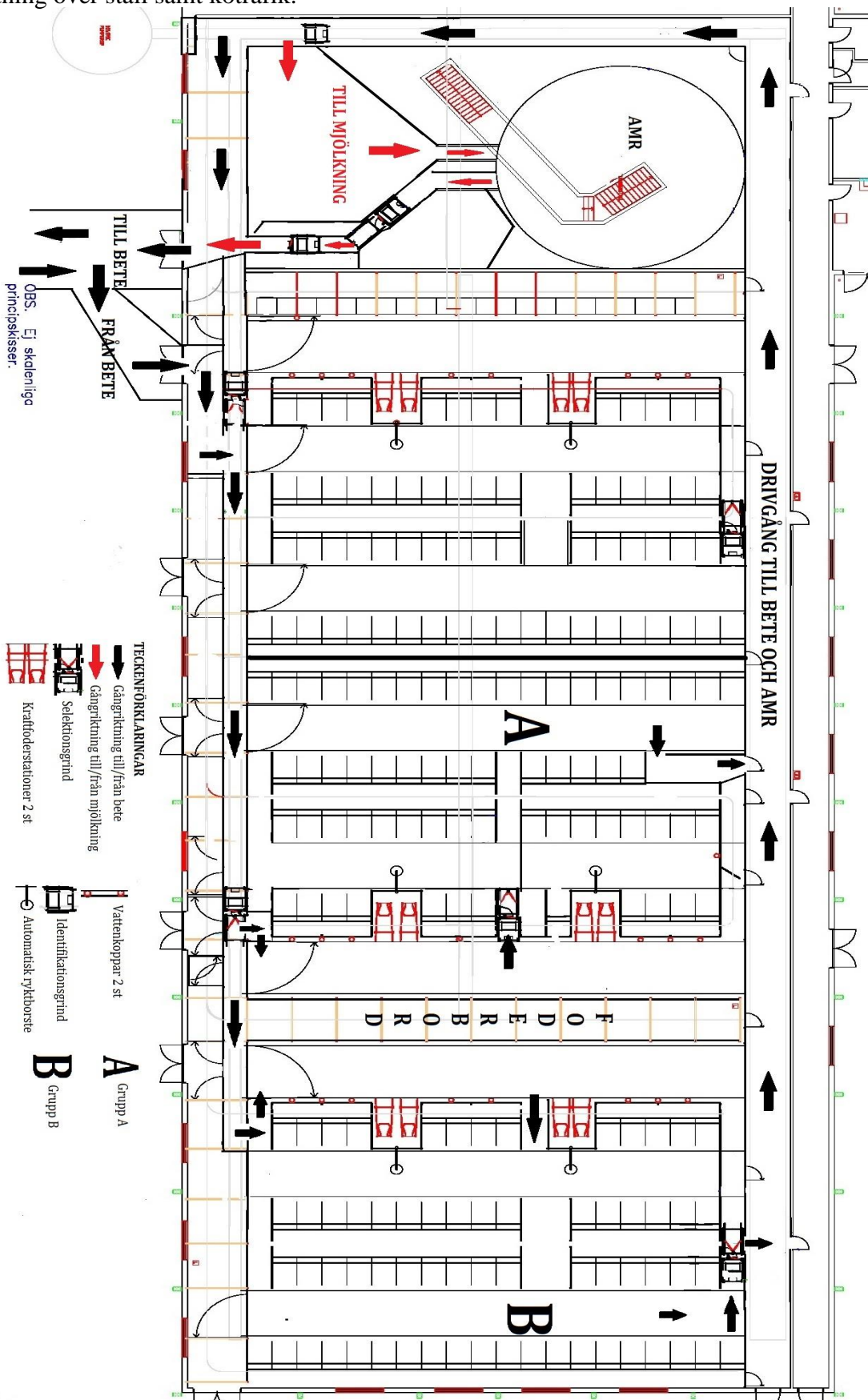
- Peetz Nielsen, P. 2013. Automatic registration of grazing behaviour in dairy cows using 3D activity loggers. *Applied Animal Behaviour Science*. 148:179–184
- Pulido R.G., Leaver J.D. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Science*. 56: 57–67
- Rego O.A., Regalo S.M.M., Rosa H.J.D., Alves S.P., Borba A.E.S., Bessa R.J.B., Cabrita A.R.J., Fonseca A.J.M. 2008. Effects of grass silage and soybean meal supplementation on milk production and milk fatty acid profiles of grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91:2736–2743
- Rook A.J., Huckle C.A., Penning P.D. 1994. Effects of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Applied Animal Behaviour Science*. 40:101–112
- Sairanen, A. Kahalili, H., Virkajarvi, P., Hakosalo, J. 2006. Comparison of part-time grazing and indoor silage feeding on milk production. *Agricultural and Food Science*. 15:280–292
- SFS 1988:539. Djurskyddsförordningen. [2015–03–31]
- SJVFS 2010:15. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruk m.m. L100. [2015–03–31]
- SJVFS 2012:13. Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2010:15) om djurhållning inom lantbruket m.m. L100:3. [2015–03–31]
- Spörndly, E., Burstedt, E. 1996. Effects of sward height and season on herbage intake of strip-grazed dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A–Animal Science*. 46:87–96
- Spörndly, E., Kumm, K. I. 2010. Lönar det sig med mer ensilage och bete till korna?–Ekonomiska beräkningar på gårdsnivå. Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet (Rapport 275)
- Spörndly E., Wredle E. 2004. Automatic milking and grazing – effects of distance to pasture and level of supplements on milk yield and cow behaviour. *Journal of Dairy Science* 87:1702–1712
- Spörndly E. och Wredle E. 2005. Automatic milking and grazing – effects of location of drinking water on water intake, milk yield, and cow behaviour. *Journal of Dairy Science* 88:1711–1722
- Spörndly, R. Redaktör. 2003. Fodertabeller för idisslare. Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet (Rapport 257)
- Spörndly, E., Guzhva, O., Andersson, S., Pavard, N., Le Goc S. 2014. Deltidsbete – en bra betesmodell för stall med automatisk mjölkning? Vallkonferens 2014. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi. Sveriges lantbruksuniversitet (Rapport 18)
- Steiger Burgos, M., Senn M., Sutter F., Kreuzer M., Langhans W. 2001. Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 280:R418–R427
- van Dooren, H. J. C., E. Spörndly, H. Wiktorsson. 2002. Automatic milking and grazing. *Applied grazing strategies. Deliverable D25, EUproject “Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5–2000–31006)”* [Online]. Tillgänglig: <http://www.automaticmilking.nl> [2015–04–01]
- Wales, W.J., Doyle P.T., Dellow, D.W. 1998. Dry matter intake and nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38: 451–60
- Weidow, B. 1998. Växtodlingens grunder. Stockholm. LTs förlag

Opublicerat material

Peetz Nielsen, P. 2014. Per Peetz Nielsen (meddelande) Köpenhamns Universitet, 2014–10–14.

Bilaga 1.

Ritning över stall samt kotrafik.



Bilaga 3.

Näringsanalys för ensilageskördar. Parametrar anges i g/kg ts förutom lösligt råprotein som anges g/kg råprotein samt omsättbar energi (ME) som anges i MJ/kg ts.

Skörd	Råprotein (RP)	Smältbart råprotein	Lösligt råprotein	AAT ¹	PBV ²	Omsättbar energi, (ME)	NDF ³	Osmältbar NDF (iNDF)	Aska	VOS ⁴	OMD ⁵
1:a skörd	178	136	941	72	54,3	11,1	454	176	96	89	78
2:a skörd	133	93	900	70	12,4	10,4	551	218	98	84	74
3:e skörd	151	111		70	30,7	10,4	285	347	88	83	73

¹ Aminosyror absorberade i tunntarmen; ² Proteinbalans i vommen; ³ Neutral detergent fiber; ⁴ Vomvätskelöslig organisk substans ⁵ Smältbarhet organisk substans.

Recept för grovfodermix under våren och sommaren 2014.

Vecka (behandling)	1:a skörd, %	2:a skörd, %	3:e skörd, %
v. 25 (EB)	50		50
v. 27 (BB)			100
v. 29 (EB)		100	
v. 31 (BB)		100	
v. 33 (EB)		100	

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

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

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

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