

Grazemore DSS för att optimera utnyttjandet av bete i mjölkproduktionen

The Grazemore DSS to optimise the utilisation of grazed grass in milk production

Linda Karlsson



Examensarbete, 20 p
Handledare: Mårten Hetta

SLU
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Rapport 4:2005

Innehållsförteckning

Sammanfattning, 5

Inledning, 7

Litteraturstudie, 8

Bete som resurs i mjölkproduktionen, 8

Vad styr konsumtion och mjölkproduktion på betet?, 8

Produktionsnivå, 9

Beläggingsgrad och betestilldelning, 10

Säsongsinverkan, 10

Tillskottsutfodring, 10

Betessystem, 11

Kontinuerligt bete, 11

Rotationsbete, 12

Beslutsstödssystem, 13

Metoder och redskap för optimering av betesdrift, 14

Traditionella metoder, 14

Nya hjälpmedel – datorbaserade beslutsstödssystem, 15

Resultat från Grazemoreprojektet, 16

Material och metoder, 19

Grazemore DSS, 19

Konsumtionsmodellen, 20

Simulering av beteskalender, 21

Gårdsdata, 23

Djurmaterial, 23

Bete, 23

Tillskottsutfodring, 23

Provtagning och analys, 24

Betesgång vs stallutfodring, 25

Resultat, 26

Diskussion, 29

Simuleringar, 29

Betesmängd under försöket, 29

Mjölkkavkastning under försöket, 30

Framtidsutsikter för Grazemore DSS, 31

Tack till, 33

Summary, 34

Litteratur, 36

Förkortningar

A	Actual recording (observation)
A_m	Actual mean recording (observation)
CLA	Conjugated linoleic acid
DSS	Decision support system
ECM	Energikorrigerad mjölk
EU	European union
FFV	Forage feed value
FU	Fill unit
GUI	Graphical user interface
HGM	Herbage growth model
HIM	Herbage intake model
INRA	Institut national de la recherche agronomique
ME	Metabolisable energy
MPE	Mean prediction error
MSPE	Mean square prediction error
OS	Organisk substans
PDIE	Protein digested in the small intestine
P	Predicted value (simulation)
P_m	Predicted mean value (simulation)
S_A^2	Variansen av verkliga observationer
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
S_p^2	Variansen av simulerade värden
SRB	Svensk röd och vit boskap
ts	Torrsubstans
UFL	Feed unit for lactation

Sammanfattning

Karlsson, L. 2005. Grazemore DSS för att optimera utnyttjandet av bete i mjölkproduktionen. Examensarbete.
ISSN 0348-3851

Detta examensarbete är en fortsättning på EU-projektet Grazemore (QLRT-2000-02111) där beslutsstödssystemet Grazemore Decision Support System (DSS) utvecklades med syfte att öka utnyttjandet av bete i mjölkproduktionen. Examensarbetet innefattar en litteraturstudie samt en utvärdering av betesplaneringsmodellen i Grazemore DSS. Syftet med utvärderingen var att undersöka om det är möjligt att skapa en datoroptimerad betesplanering som ger ett högt utnyttjande av bete i mjölkproduktionen i norra Skandinavien.

Rätt utnyttjat är bete ett billigt och bra foder med positiva effekter på både djur och produkter. Försök har visat att det är möjligt att erhålla höga produktionsnivåer med måttliga mängder tillskottsfoder. Mjölkproduktion och foderkonsumtion på bete påverkas av en rad olika faktorer som produktionspotential, betestilldelning, tillskottsfodring och säsongsinverkan.

Det finns olika typer av betessystem som kan delas in i två huvudkategorier, kontinuerligt bete och rotationsbete. Rotationsbete anses ofta ha många fördelar och vara mer flexibelt jämfört med kontinuerligt bete.

Betessystem är komplexa, väderberoende system och utmaningen vid betesdrift är att hitta en balans mellan tillväxten av betesgräs och kornas konsumtion. Flera beslutsstödssystem har utvecklats för att underlätta planering och styrning av betesdriften. Ett av dem är Grazemore DSS, ett användarvänligt dataprogram som möjliggör simuleringar av olika betesstrategier och klimatets inverkan på mjölkproduktionen.

För att utvärdera betesplaneringsmodellen och användandet av betesregler i Grazemore DSS planerades och genomfördes ett betesförsök under säsongen 2005 på Grovfodercentrums försöksgård Röbbäcksdalen i Umeå. Simuleringar i programmet utnyttjades för att ta fram ett förslag på hur korna skulle beta, beteskalender 1. Avvikelse och uppdateringar av beteskalender 1 under säsongen resulterade i beteskalender 2. Försöket omfattade 40 kor av rasen SRB och pågick under sex veckor. Besättningen roterade mellan fyra betesfällor med en total areal på 11,9 ha. Den genomsnittliga tillskottsfodringen var 2 kg hö/ko/dag och 9 kg kraftfoder/ko/dag.

Kornas verkliga mjölkavkastning registrerades under försöket för att jämföra med värden beräknade av Grazemore DSS. Skillnaderna analyserades statistiskt med regressionsanalys och prediktionsfelet, mean square prediction error (MSPE), beräknades. Provklippning av betesfällorna genomfördes under säsongen för att få en uppfattning om betesmängden.

Betesmängden var under försöket större än vad modellen beräknade och ett stort överskott av gräs i fällorna utnyttjades inte. Den genomsnittliga mjölkavkastningen under försöket var 29,9 kg/ko/dag med en standardavvikelse på 1,4 kg/ko/dag. Beslutsstödssystemet förutspådde en avkastning på 30,8 kg mjölk/ko/dag i beteskalender 1 och 31,5 kg mjölk/ko/dag i beteskalender 2. Standardavvikelsen var i båda fallen 0,7 kg kg/ko/dag. Den statistiska analysen visade att modellen predikterade mjölkproduktionen med ett relativt fel på 5 respektive 6 procent. Detta kan jämföras med 13 procent i en motsvarande utvärdering under säsongen 2004. R^2 -värdena var 0,25 för beteskalender 1 och 0,40 för beteskalender 2.

Simuleringar i Grazemore DSS utnyttjades också för att jämföra det ekonomiska resultatet vid betesgång i förhållande till att ha korna installerade under betesperioden. Säsongsresultatet, mjölkintäkter minus foderkostnader, uppskattades till 35 000 kr högre vid betesgång under en tidsperiod på tre månader.

Grazemore DSS förmåga att skapa en datoroptimerad betesplanering som ger ett högt utnyttjande av bete i mjölkproduktionen i norra Skandinavien var otillräcklig. Den observerade mjölkavkastningen i försöket samt DSS förmåga att beräkna denna var däremot tillfredsställande. Efter kompletterande forskning och utveckling, framför allt av tillväxtmodellen, skulle Grazemore DSS kunna bli ett användbart hjälpmedel för optimering av betesutnyttjande.

Nyckelord: beslutsstödssystem, simuleringar, betesplanering, mjölkproduktion, betesmängd, beteskonsumtion, betesutnyttjande.

Författarens adress: Linda Karlsson, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Box 4097, S-904 32 Umeå.

Inledning

Kor är gräsätare och det naturliga sättet för dessa djur att inta föda är att beta. Med hänsyn till djurens välfärd kan betesdrift anses som det mest naturliga sättet att hålla kor (Mannetje, 2000). I Sverige ska, enligt djurskyddslagen, nötkreatur som är äldre än sex månader och som används för mjölkproduktion hållas på bete sommartid. Betesperioden ska vara sammanhängande och minst 2, 3 eller 4 månader beroende på geografiskt läge i landet. Även om betesperioden i Sverige är begränsad till några månader borde bete i första hand utnyttjas som en foderresurs och inte bara ses som ett krav från myndigheterna. Bete är ett bra och billigt fodermedel som har positiva effekter på både djur och produkter.

Det primära målet för betesdrift är att upprätthålla tillräcklig mängd bete av hög kvalitet, under så lång tid som möjligt av betessäsongen, samt se till att djuren bibehåller en acceptabel produktionsnivå (Mayne, Wright & Fisher, 2000). Enligt Hogson (1990) ligger dock produktionsnivåerna ofta långt ifrån vad som är teoretiskt möjligt med betesbaserad mjölkproduktion, vilket tyder på att det finns goda möjligheter till förbättringar. På många gårdar kan bättre förutsägelse av betesproduktionen, jämnare produktion eller lämpligare styrningsformer vara viktiga mål för att förbättra utnyttjandet av betet.

Betessystem är komplexa system som kräver en god planering för att nå en bra balans mellan hög djurproduktion och ett bra betesutnyttjande. Pressade mjölkpriser kräver en hög produktion året runt. Nya hjälpmedel som datorbaserade beslutsstödssystem (programvaror) har utvecklats för att förbättra utnyttjandet av bete. Ett av systemen är Grazemore Decision Support System (DSS) som utvecklats inom EU-projektet Grazemore (QLRT-2000-02111) (Mayne *et al.*, 2004).

Detta examensarbete är en fortsättning på EU-projektet Grazemore och innefattar en litteraturstudie samt en utvärdering av betesplaneringsmodellen i Grazemore DSS. Litteraturstudien behandlar bete som en möjlig resurs i mjölkproduktionen samt metoder och redskap för management, med fokus på beslutsstödssystem. En utvärdering av betesplaneringsmodellen i Grazemore DSS har gjorts genom planering och genomförande av ett betesförsök under sommaren 2005. Tyngdpunkten har lagts på jämförelser mellan verklig mjölkavkastning och den av programvaran beräknade avkastningen. Syftet med utvärderingen var att undersöka om det är möjligt att skapa en datoroptimerad betesplanering som ger ett högt utnyttjande av bete i mjölkproduktionen i norra Skandinavien.

Litteraturstudie

Bete som resurs i mjölkproduktionen

Betesdrift är en effektiv metod för att förse djur med foder, förutsatt att tillgången på mark inte är begränsad. Det betande djuret utnyttjar näringen från gräset på plats. På så sätt slipper lantbrukaren den kostnad och det arbete som är relaterat till mekanisk skörd samt transport av fodret till de uppstallade djuren. Betande djur har dessutom möjlighet att selektera sin gräskonsumtion, speciellt vid bete på heterogena vallar (Mannetje, 2000). Sammantaget blir konsumtionen av och näringsvärdet på betat gräs högre än för konserverat, vilket kan leda till en högre produktion av mjölk.

Teoretiskt uträknat kräver en mjölkproduktion på 25 respektive 32,5 kg mjölk/dag ett dagligt betesintag på 15 respektive 18,7 kg ts (Mayne, 1997). Uträkningen förutsätter en viktminskning på 0,5 kg/ko/dag och att betets energiinnehåll (ME) är 12 MJ/kg ts. Enligt Mayne (1997) visar studier över produktionspotentialen för högavkastande kor, att enbart beteskonsumtion kan täcka en avkastning på upp till 25 kg mjölk/dag. Under Skandinaviska förhållanden är dock dessa avkastningsnivåer svåra att uppnå (Spörndly, pers. med., 2005). För kor med högre avkastning är utmaningen att höja konsumtionen under betesperioden, genom förbättrad skötsel eller genom tillskottsutfodring. Sayers, Mayne & Bartram (2000) har visat att höga produktionsnivåer kan uppnås för högavkastande kor på bete, med måttliga nivåer av tillskottsutfodring. I det publicerade försöket hade korna en daglig tillgång på 23 kg ts bete (4 cm stubbhöjd) och tilldelades två olika nivåer av tillskottsutfodring, 5 eller 10 kg kraftfoder. Erhållna genomsnittliga avkastningsnivåer var 31,7 respektive 34,8 kg mjölk/ko/dag.

Gräsbaserade system har visat sig ha positiv inverkan på mjölkprodukternas kvalitet. En sammanställning gjord av Scollan *et al.* (2005) visar att grovfodret har inverkan på mjölkfettets sammansättning. Halten fleromättade fettsyror, bl a konjugerad linolsyra (CLA), var högre vid konsumtion av färskt gräs jämfört med konserverat.

Vad styr konsumtion och mjölkproduktion på betet?

Det finns ett starkt samband mellan konsumtion och produktion hos betande djur (Hogson, 1990). Detta medför att betets sammansättning och beskaffenhet påverkar både djurens konsumtion och produktion. Gällande betesvallens komplexa inverkan kan betesmängd och gräshöjd anses vara de faktorer av störst betydelse vid likartade förhållanden. Generellt gäller också att en högre beteskvalitet, med avseende på smältbarheten, ger högre konsumtion under förutsättning att tillräckligt med bete finns tillgängligt (Mayne, Wright & Fisher, 2000). Enligt Kristensen, Thøgersen & Hansen (2003) påverkas mjölkproduktionen vid betesgång framför allt av djurens produktionspotential, betestilldelning, tidpunkt på säsongen och mängd tillskottsutfodring.

Även i Sverige har det genomförts studier för att beskriva beteskonsumtionen. Spörndly (1996a) har utifrån dessa studier genomfört en regressionsanalys och tagit fram en modell, för att visa på olika faktorerers inverkan på beteskonsumtionen hos mjölkkor. En principskiss kan ses i fig. 1. Modellen som bygger på data från fyra olika försök visas nedan.

Beteskonsumtion (kg/ko/dag), organisk substans (OS) = 1,3 (intercept)

+ 0,24 * mjölkavkastning (kg mjölk)
 + 0,008 * levande vikt (kg)
 - 0,60 * kraftfodertillskott (kg OS)
 + 0,09 * betestilldelning (kg ts/ko/dag)
 + 0,0006 * betesmängd (kg ts/ha över 4 cm stubbhöjd)

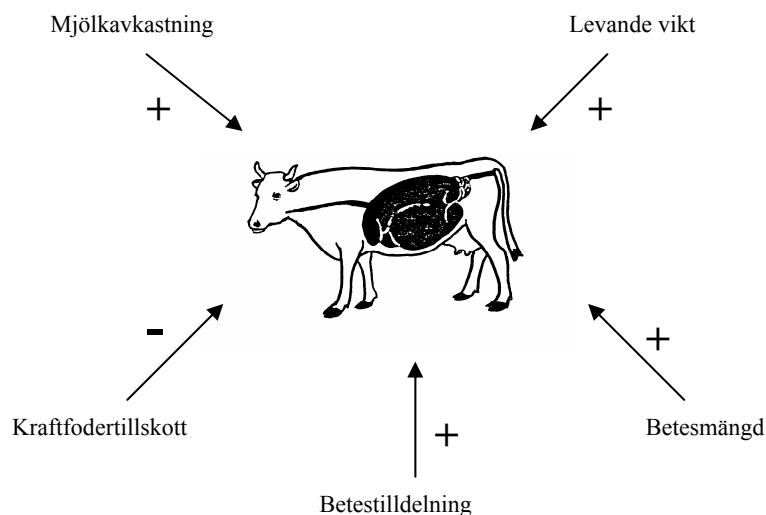


Fig. 1. Olika faktorerers inverkan på beteskonsumtionen i en modell framtagen av Spörndly (1996a).

Modellen hade ett R²-värde på 0,39, vilken innebär att endast 40 procent av variationen i beteskonsumtionen kan förklaras med modellen. I det använda materialet hade betestilldelningen störst inverkan på konsumtionen av bete.

Produktionsnivå

Högavkastande kor har större näringsbehov, vilket leder till ett högre betesintag än kor med lägre avkastning. I försök gjorda av Spörndly & Burstedt (1996) ökade betesintaget med 0,2 kg OS för varje kg ökad mjölkaavkastning. Buckley *et al.* (2000) och Kennedy *et al.* (2003) jämförde konsumtion och produktion hos kor med hög respektive medelhög avkastningspotential. Korna med hög

avkastningspotential hade signifikant högre konsumtion av bete och producerade signifikant mer mjölk än korna med lägre avkastningspotential, förutsatt en hög betestilldelning av god kvalitet.

Beläggningsgrad och betestilldelning

En av de viktigaste faktorerna som påverkar produktionen både per hektar och per djurenhet är beläggningsgraden, vanligen uttryckt som antal djur/ha under en given tidsperiod. Vid ökad beläggningsgrad blir betetrycket (antal djur/kg ts betesmängd) högre och tillgängligt bete (kg ts bete/djur) blir lägre med hårdare konkurrens som följd. Konsekvensen av högre konkurrens mellan djuren blir lägre beteskonsumtion och sänkt mjölkproduktion, men effektiviteten av betesutnyttjandet (andelen betat gräs av tillgängligt) ökar. Vid låg beläggning, då mer bete finns tillgängligt för varje ko, minskar betesutnyttjandet men konsumtionen och produktionen per djur ökar (Mayne, Wright & Fisher, 2000).

En annan viktig faktor som påverkar den dagliga konsumtionen är betestilldelningen (Mayne, 1997). Andra faktorer som gräshöjd och vallens täthet påverkar konsumtionen vid en given betestilldelning. En ökad beteskonsumtion hos högvastande kor kan åstadkommas med högre gräshöjder, huvudsakligen genom större tuggor av gräs (Christie *et al.*, 2000). Fördelarna av den högre konsumtionen är dock små om den högre beteslängden också innebär en försämrad kvalitet, exempelvis ökad fiberhalt eller mindre mängd gröna blad.

Säsongsinverkan

Försök gjorda av Kristensen & Jensen (1989) visade en markant säsongsvariation i mjölkavkastning hos kor på bete. Avkastningen ökade vid betessläppningen följt av en kraftigare minskning under säsongen. Sänkningen i mjölkavkastning verkade inte påverkas av valet av betessystem.

Betesintaget under senare delen av säsongen är generellt lägre än tidigare under säsongen. En av orsakerna kan vara nedsmutsning av betet i form av träck. Spörndly (1996b) fann att nedsmutsat bete gav 5-10 procent lägre konsumtion jämfört med då ett rent bete erbjöds. Spörndly & Burstedt (1996) fann att tidpunkten på betessäsongen hade betydelse för hur beteshöjden inverkade på beteskonsumtionen. Under försommaren ökade konsumtionen med cirka 0,8 kg OS per cm högre beteshöjd från intervallen 9-12 cm upp till höjden 18-21 cm. Senare under säsongen erhöles ingen effekt av beteshöjden på kornas konsumtion vid beteshöjder över 9 cm.

Tillskottsutfodring

Tillskottsutfodring med kraftfoder till högmjölkanande kor leder oftast till en ökning av mjölkproduktionen medan en produktionsökning vid tillskottsutfodring till lågvastande kor är sällsynt. Försök gjorda av Hoden *et al.* (1991) visade att effekten av tillskottsutfodring med kraftfoder var låg vid avkastningsnivåer upp till cirka 25 kg mjölk. Med hänsyn till konsumerad mängd tillskottsfoder, steg

effekten från 0,5 till 0,7 och 0,75 kg mjölk/kg kraftfoder vid avkastningsnivåer på 25, 30 respektive 35 kg mjölk. I genomsnitt har avkastningsökningar på 0,6 kg mjölk/kg kraftfoder erhållits för högavkastande kor (Hoden *et al.*, 1991; Sayers, Mayne & Bartram, 2000).

Tillskottsutfodring på bete leder dock till en minskad beteskonsumtion, den så kallade substitutionseffekten. Under perioder av betesbrist är substitutionseffekten tämligen låg och tillskottet ger därför relativt god respons på mjölkavkastningen. Under förhållanden då tillräckligt med gräs finns tillgängligt kan tillskottsfodret däremot resultera i höga substitutionseffekter. Kraftfoder har visat sig ge lägre substitutionseffekt än strukturrikt tillskottsfoder. Phillips (1988) redovisar i en sammanställning över experiment substitutionseffekter på 0,85-1,71 då ensilage och restriktiv tilldelning av bete jämfördes med bete *ad libitum*. Sayers, Mayne & Bartram (2000) fann en genomsnittlig substitutionseffekt på 0,56 kg bete/kg kraftfoder. Substitutionseffekten av kraftfoder med högt fiberinnehåll visade sig vara lägre än kraftfoder med hög stärkelsehalt. Typ av kraftfoder påverkade även mjölkens sammansättning där stärkelserik tillskottsutfodring bidrog till högre proteinhalt och lägre fetthalt i mjölken.

Betessystem

För att utnyttja bete som foder på bästa sätt har en rad olika betessystem utvecklats. Vilket system som ger det bästa resultatet för den enskilda gården beror på faktorer som arbetsbehov, besättningsstorlek, stallförhållanden, jordtyp, arrondering etc. (Kristensen, Thøgersen & Hansen, 2003). En majoritet av försöksresultat visar att effekterna av betessystem på djurens produktion per ha, eller individuell produktion, är små jämfört med effekterna av varierande beläggningsgrad (Mayne, Wright & Fisher, 2000). Betessystemen kan delas in i två huvudkategorier, kontinuerligt bete och rotationsbete. De båda betessystemen gav i försök av Kristensen & Jensen (1989) samma genomsnittliga mjölkavkastning, men spridningen var större för gårdarna med kontinuerligt bete. Principskisser över nedan presenterade betessystemen finns i fig. 2.

Kontinuerligt bete

Vid kontinuerligt bete har djuren tillgång till hela betesarealen under större delen av betesperioden. En hög beläggningsgrad bidrar till en tät betesvall med många plantor. Strikt kontinuerligt bete tillämpas dock endast vid mycket extensiva produktionsformer då beläggningsgraden är mycket liten i förhållande till betesproduktionen. För att balansera betestillgång och betesbehov är det brukligt att utöka betesarealen under senare delen av betessäsongen, ofta i form av återväxt från slättervallar efter ensilageskörd, eller att minska antalet djur per arealenhet. Fördelarna med kontinuerligt bete jämfört med rotationsbete är lägre kostnader för stängsel och vatten och mindre arbetsbehov för flyttning av djur. Detta system kräver dock en större skicklighet att styra betestillväxten och betetrycket för att minimera underutnyttjande på försommaren och överbetning i slutet av säsongen (Clark & Kanneganti, 1998; Mayne, Wright & Fisher, 2000).

Rotationsbete

Vid rotationsbete utvecklas en öppnare vall med färre plantor än vid kontinuerligt bete. Betesarealen delas upp i ett antal fållor som djuren får rotera mellan. En fålla betas en relativt kort period innan korna flyttas till en ny fålla. Mellan två betesperioder får gräset en period för att återhämta sig och växa till. Viloperioden och uppehållstiden i fållan bildar tillsammans en betescykel. För att anpassa sig efter grässets varierande tillväxthastighet över säsongen är det en fördel om betessystemet är flexibelt. Även vid rotationsbetning tillämpas därför ofta betning av vallåterväxt. En del fållor avsätts för ensilageskörd i början av säsongen då grästillsvuxen är hög för att sedan betas senare under säsongen (Clark & Kanneganti, 1998; Mayne, Wright & Fisher, 2000).

Stripbete är en variant av rotationsbete där djuren ges tillgång till nytt bete varje dag. Metoden kan bli för kostsam att använda till lågavkastande kor eller sinkor, då produktionsresultatet inte förmår täcka de högre arbetskostnaderna för flyttning av stängsel (Clark & Kanneganti, 1998).

Ytterligare en variant av rotationsbete är så kallat gruppbete eller framförbete. Vid denna typ av system får kor med högst näringsbehov först tillgång till betet. Efter att den första gruppen flyttats får kor med lägre näringsbehov beta fållan. I ett försök av Mayne, Newberry & Woodcock (1988) gav gruppbetning, med en högavkastande och en lågavkastande grupp, en ökad mjölkavkastning med 9 procent jämfört med avkastningen då hög- och lågavkastande kor betade tillsammans som en grupp.

Även om experimentella studier inte har lyckats påvisa konsekventa produktionsfördelar genom rotationsbete jämfört med kontinuerligt bete så har systemet enligt Mayne, Wright & Fisher (2000) många fördelar. En viktig egenskap är möjligheten att kunna erbjuda korna ett optimalt långt, tätt och bladrikt bete. Systemet är mer flexibelt vad gäller anpassning av betestillgång och det är dessutom lättare att upptäcka överskott eller brist på gräs än vid kontinuerligt bete. Det finns också många möjligheter att kontrollera rester efter avbetning, t ex genom mekanisk putsning, för att bibehålla en god beteskvalitet.

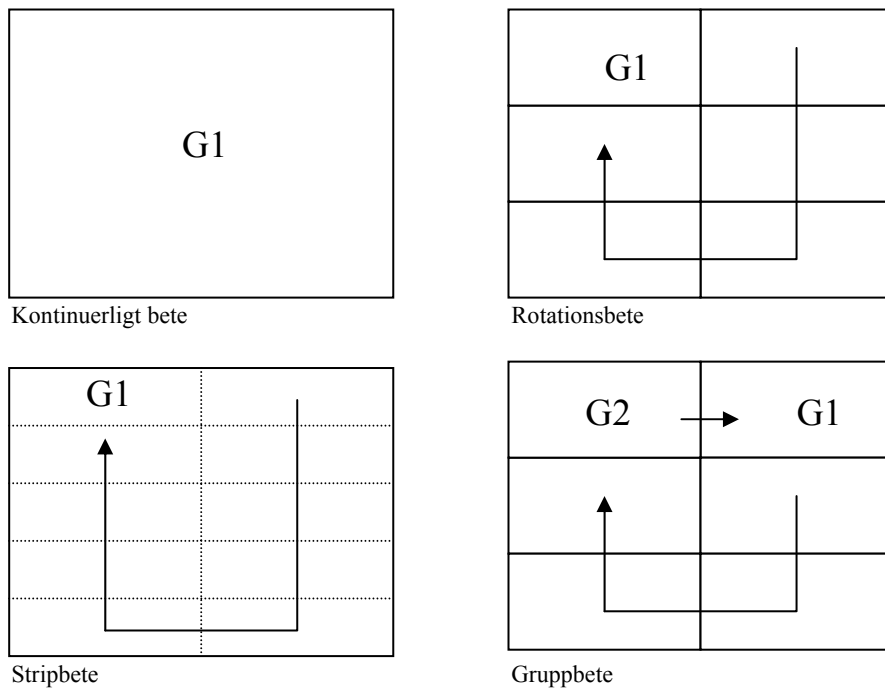


Fig. 2. Principskisser över olika bestessystem med betande kogrupper (G).

Beslutsstödssystem

Ett beslutsstödssystem (DSS) är ett interaktivt datorbaserat system som hjälper människor att använda datorkommunikation, dokument, kunskap, data och modeller för att lösa problem och fatta beslut. Systemen är till för att assistera och ge stöd vid beslutsfattande och är inte skapade för att ersätta själva beslutsfattaren (Power, 2002).

Beslutsstödssystem används idag inom de flesta branscher runt om i världen (Power, 2002). Traditionella användare är banker, försäkringsbolag och detaljhandel. Peyraud, Mosquera-Losada & Delaby (2004) anser att pålitliga DSS behövs även inom lantbruket. En utveckling av DSS för såväl kortsiktig tilldelning av gräs på bete som långsiktig planering på gårdsnivå, kommer i framtiden att leda till ett ökat förtroende för betesbaserade system i mjölkproduktionen.

Beslutsstödssystem kan delas in i fem kategorier: datadrivna, modelldrivna, kunskapsdrivna, dokumentdrivna och kommunikationsdrivna DSS (Power, 2002), se tabell 1.

Tabell 1. Kategorisering av beslutsstödssystem (efter Power, 2002)

Kategori DSS	Användare	Syfte	Teknologi
Kommunikationsdrivna	Interna grupper	Leda ett möte, anslagstavla, hjälpa användare att samarbeta	Webb, server
Datadrivna	Föreståndare, personal, leverantörer	Efterlysa data, lager	Stordator, server, webb
Dokumentdrivna	Specialister, användargrupper	Söka webbsidor, hitta dokument	Webb
Kunskapsdrivna	Interna användare, kunder	Råd gällande management, val av produkter	Server, webb
Modelldrivna	Föreståndare, personal, kunder	Schemaläggning av flygplansbesättningar, analys av beslut	Persondator

Grazemore DSS kan bäst placeras in under kategorin modelldrivna DSS även om den också kan sägas tillhöra kategorin kunskapsdrivna DSS. Inom kategorin modelldrivna system kan programmet, mer specificerat, beskrivas som en simuleringsmodell. Karakteristiskt för en simuleringsmodell är tekniken att beskriva eller förutspå utfallet av ett givet system under olika förutsättningar (Power, 2002). En simuleringsprocess består ofta av upprepade test för att räkna ut effekten av vissa handlingar i systemet.

Alla kategorier av beslutsstödssystem fokuserar på att förbättra effektiviteten i beslutsprocessen snarare än att förbättra effektiviteten av lagrad eller hämtad data. För att ett beslutsstödssystem skall bli framgångsrikt är utvärdering av modellen av stor vikt. Utvärderingen bör ske kontinuerligt från första idéstadiet till uppföljning efter införandet av DSS, varför olika typer av granskning är nödvändig (Power, 2002).

Metoder och redskap för optimering av betesdrift

Vid betesdrift är det viktigt att skapa en balans mellan tillväxten av bete och kornas konsumtion, vilket kräver planering och styrning som utgår från markens och djurens produktion. Vad som komplicerar förhållandena är att betestillväxten i stor utsträckning påverkas av klimatiska variationer, varför den blir svår att beräkna på kort såväl som på lång sikt. Dessutom är det i praktiken svårt att mäta betestillväxt och beteskonsumention (Kristensen, Thøgersen & Hansen, 2003).

Traditionella metoder

För att balansera grästillgången med kornas näringskrav under säsongen beskriver Mayne, Wright & Fisher (2000) upplägget av en foderbudget. Budgeten består av tre faser: en årlig, en mellanliggande och en kortsiktig budget. Den årliga budgeten

bestämmer behovet av betesareal. För att göra detta måste en uppskattning av den totala gräsproduktionen samt kornas konsumtion under säsongen göras. För att justera beläggningsgraden under säsongen och matcha grästillsvuxen med kornas ändrade näringsbehov, samt att konservera överskott av gräs till vinterutfodring, upprättas en mellanliggande budget. Slutligen görs den kortsiktiga foderbudgeten. Målet med denna är att förse korna med lämplig mängd bete av hög kvalitet och samtidigt bibehålla en god kvalitet på betesvallen. Detta uppnås bäst genom mätningar på betesarealen, t ex uppskattning av betets avkastning och/eller gräshöjd före och efter avbetning, följt av en jämförelse mellan den verkliga betestilldelningen och målsättningen.

Ett liknande hjälpmedel för att planera betesdriften presenteras av Williams & Hall (1994). Guiden är uppdelad i fyra steg där det första innefattar uträkning av antal djurenheter, baserat på vikt, som kommer att ingå i betessystemet. I det andra steget beräknas behovet av areal, baserat på betets avkastning. Med utgångspunkt från tänkt längd på betesperiod och tillgängligt bete per arealenhet behandlar tredje steget uträkning av fällstorlek. I det sista steget bestäms behovet av antal fällor utifrån önskad längd på viloperioden mellan två avbetningar.

Nya hjälpmedel - datorbaserade beslutsstödssystem

De senaste decennierna har intresset för nya hjälpmedel för optimering av betesdrift ökat. Peyraud, Mosquera-Losada & Delaby (2004) menar att många äldre metoder och verktyg inte tar hänsyn till de komplexa sambanden mellan management och de fördröjda effekterna på betestillsväxt och konsumtion. Som alternativ har därför modeller som behandlar sambanden mellan djur och växter, med utgångspunkt från ett managementperspektiv, utvecklats. Dessa beslutsstödssystem har tagits fram för att simulera effekterna av olika strategier och tekniker under betessäsongen, under olika väderförhållanden. Systemen har framför allt använts i forsknings- och utbildningssammanhang, men målet är att hjälpmedlen ska utnyttjas på gårdsnivå för att underlätta lantbrukarens planering av betesdriften. Beslutsstödssystemen bygger på modellering av olika strategier som ligger bakom lantbrukarens beslutsfattande. Genom simuleringar på gårdsnivå fås responsen av olika scenarion med hjälp av modeller för grästillsväxt, kornas konsumtion och mjölkproduktion.

I Frankrike har beslutsstödssystemen SEPATOU (Cros *et al.*, 2001; Cros, *et al.*, 2004) och Pâtur'IN (Delaby, Peyraud & Faverdin, 2005) utvecklats för att underlätta beslutsfattande och hitta nya, eller mer lönsamma, managementstrategier vid betesdrift för mjölkkor. Cros *et al.* (2001) beskriver användningen av SEPATOU som tre steg. I första steget ska indata som beskriver produktionssystemet anges, t ex uppgifter om besättning, bete, tillskottsutfodring, strategi och väderdata. Användaren måste också specificera vilka utdata som önskas. Andra steget innehåller en översättningsprocess följt av själva simuleringen. I tredje steget kan användaren se resulterande utdata, vilka kan visualiseras på olika sätt för att underlätta analys.

GRAZEPLAN (Donelly, Moore & Freer, 1996) är en uppsättning beslutsstödssystem framtagna för australiensiska förhållanden. Syftet var att underlätta överföring av experimentell information rörande effektivitet i djurproduktionen till producenterna. GRAZEPLAN består av flera kompletterande DSS att användas i samverkan med lokala väder- och gårdsdata, för att undersöka relevansen av olika managementmetoder. Det huvudsakliga beslutsstödssystemet, GrazePlan DSS, kan användas för att utvärdera och optimera långsiktiga beslut för hela gårdssystem i relation till lönsamhet och hållbarhet. MetAccess är en databas innehållande dagliga väderdata. GrassFeed används för foderstatsberäkningar och framtagning av produktionsresultat. GrassGro är en dynamisk modell, driven av väderdata, för att förutspå samspel mellan mark, bete och djur. GRAZEPLAN innehåller också LambAlive, en modell som förutspår risken för lammdödlighet på grund av dåliga väderleksförhållanden.

Vazquez & Smith (2001) har utvärderat det amerikanska beslutsstödssystemet GRAZEISM som är utvecklat för att simulera intensivt rotationsbete med mjölkkor. Systemet består av fyra modeller. Djurmodellen beräknar energi- och proteinbehov samt konsumtionsförmåga hos betande djur. Betesmodellen uppskattar betestillgång, beteskonsumtion och interaktioner mellan bete och djur baserat på grästillsväxt och managementmetod. Optimeringsmodellen räknar ut sammansättningen av den billigaste tilldelningen till djuren och den ekonomiska modellen beräknar kostnader och intäkter av produktionen.

Resultat från Grazemoreprojektet

Beslutsstödssystemet Grazemore DSS har utvecklats inom EU-projektet Grazemore (QLRT-2000-02111) för att förbättra utnyttjandet av bete i västra Europa (Hetta *et al.*, 2004a). Grazemore DSS är ett redskap för att underlätta beslutsfattandet rörande betesdrift. Programmet är ett användarvänligt dataprogram som möjliggör simuleringar av olika betesstrategier och väderlekens inverkan på mjölkproduktionen. Utvecklingen av programvaran är ett samarbete mellan sex vetenskapliga institutioner i Europa. Programmet har utvecklats av institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap i samarbete med avdelningen för informationsteknologi, Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå (Hetta *et al.*, 2004b).

Beslutsstödssystemet, vilket beräknar daglig grästillsväxt i varje fälla samt beteskonsumtion och mjölkavkastning på besättningsnivå, baseras på två integrerade modeller. Beräknad mjölmängd bygger på en beteskonsumtionsmodell (Delagard *et al.*, 2004a), vilken i sin tur baserar sig på det franska fodervärderingssystemet INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) Fill Unit System (Dulphy, Faverdin & Jarrige, 1989). Beräknad grästillsväxt och gräskvalitet grundar sig på en betestillsväxtmodell utvecklad av Barrett, Laidlaw & Mayne (2004). I beslutsstödssystemet kan betesfällorna liknas vid bankkonton vars insättningar och uttag, i form av gräs, regleras av tillväxtmodellen respektive konsumtionsmodellen. En principskiss av beslutsstödssystemet finns presenterad i fig. 3.

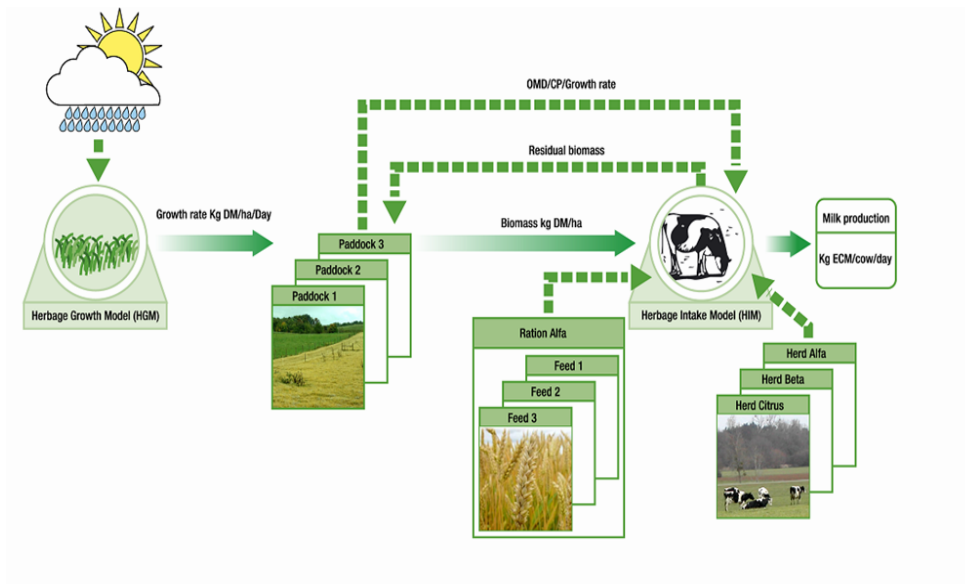


Fig. 3. Principalskiss över Grazemore DSS (Hetta *et al.*, 2004b).

Tillväxtmodellen och konsumtionsmodellen har var för sig genomgått oberoende utvärderingar, med tillfredsställande resultat, innan de integrerades för att bygga upp Grazemore DSS (Mayne, *et al.*, 2004). Beslutsstödssystemet utvärderades under betessäsongen 2004 (González-Rodríguez *et al.*, 2004). Då granskades dess förmåga att beräkna de två viktigaste variablerna, mjölkavkastning och betesmängd, som fås från systemet. I utvärderingen deltog 27 gårdar från England (2), Frankrike (4), Nordirland (5), Spanien (6), Nederländerna (5) och Sverige (5). På gårdarna samlades värden på besättningarnas avkastning i form av levererad mjölk till mejeriet eller provmjölkingsresultat. Betesmängder från fällorna där korna betade mättes antingen med hjälp av en beteshöjdmätare (plate meter) eller genom klippning av provtytor. För att möjliggöra simuleringar samlades för varje gård grundläggande information rörande betet, besättningen och tillskottsutfodringen samt hur länge korna hade betat i varje fälla. Beslutsstödssystemets beräknade värden på mjölkavkastning och betesmängd jämfördes sedan med de registrerade värdena ute på gårdarna.

Hur väl de beräknade värdena stämde överens med de registrerade värdena varierade mycket mellan olika gårdar. Mean prediction error (MPE) är ett mått på det relativa medelfelet i prediktionerna i förhållande till verkligheten. Generellt resulterade prediktionerna med Grazemore DSS i en lägre felprocent på försöksgårdarna jämfört med de kommersiella gårdarna i studien. Grovfodercentrums försöksgård Röbäcksdalen i Umeå hade ett MPE på 13 procent för mjölkavkastningen och 25 procent för betesmängden. Motsvarande värden för alla gårdarna i utvärderingen låg på 13 procent respektive 43 procent. Beslutsstödssystemet var bättre på att förutspå mjölkavkastning än betesmängd. Detta kan bero på att mjölkavkastning är lättare att mäta medan uppskattad

betesmängd bygger på osäkrare mätmetoder med fler möjliga felkällor. Slutsatsen av utvärderingen var att Grazemore DSS har möjlighet att bli ett användbart hjälpmedel för betesplanering, men behöver vidareutvecklas och testas ytterligare (González-Rodríguez *et al.*, 2004).

Material och metoder

Grazemore DSS

Betesförsöket planerades med hjälp av beslutsstödssystemet Grazemore DSS 1.0 (Hetta *et al.*, 2004a). Systemet är uppbyggt av fem moduler: en tillväxtmodell för bete (HGM), en konsumtionsmodell (HIM), ett beslutsstödssystem (DSS), en databas och ett grafiskt användargränssnitt (GUI). En principskiss över strukturen finns presenterad i fig. 4. Grunden i Grazemore DSS är tillväxtmodellen som förutspår tillväxt hos gräs och vitklöver baserat på fällornas biologiska egenskaper, väderdata och olika managementmetoder. Konsumtionsmodellen ansvarar för aktiviteterna relaterade till besättningen. De två viktigaste parametrarna kalkylerade av modellen är beteskonsumtion och mjölkavkastning. Beslutsstödssystemet länkar samman tillväxtmodellen, konsumtionsmodellen och databasen. DSS ansvarar även för presentation av de två modellernas resultat. Användaren arbetar direkt mot databasen och ser resultaten av samspelet mellan HGM och HIM grafiskt presenterade.

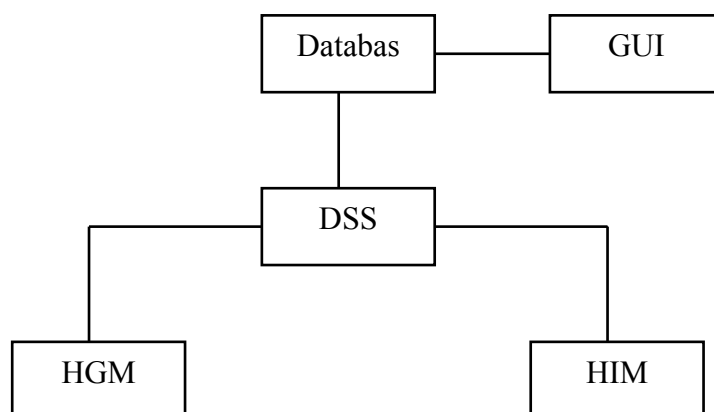


Fig. 4. Grazemore DSS uppbyggnad (efter Hetta *et al.*, 2004b).

Vid simuleringar med DSS anger användaren så kallade betesregler. Dessa regler bestämmer när korna får börja beta en fälla, när de är tvungna att sluta, i vilken ordning nya fällor ska väljas samt när betet ska putsas. De parametrar som användaren kan utnyttja är exempelvis tillgängligt bete (kg ts/ko), betesmängd (kg ts/ha) och antal dagar sedan föregående betning. Baserat på valda regler föreslår sedan programmet en beteskalender över hur korna ska förflyttas mellan fällorna samt när putsning bör göras. Betesreglerna kan antingen utnyttjas fullt ut eller kombineras med manuellt inlagda händelser.

En närmare beskrivning av konsumtionsmodellens uppbyggnad samt simuleringsprocessen i beslutsstödssystemet följer nedan.

Konsumtionsmodellen

De indata som fordras för att använda HIM är grundinformation rörande besättningen, betet och tillskottsutfodringen (Hetta *et al.*, 2004b). Parametrarna i konsumtionsmodellen är listade nedan:

- Antal betande kor
- Förstakalvare (procent av hela besättningen)
- Toppavkastning (kg/ko/dag)
- Kalvningsmönster (procent av djuren som kalvar per månad)
- Kalvningsintervall (dagar)
- Inkalvningsålder (månader)
- Vikt (kg levande vikt)
- Hullpoäng (1-5)
- Betesmängd (kg ts/ha)
- Tillväxthastighet på betet (kg ts/ha/dag)
- Uppehållstid i fälla (dagar)
- Dygnsvistelse (timmar/dygn)
- Areal på fällor (ha)
- PDIE, (g/kg, motsvarar enheten aminosyror absorberade i tunntarmen)
- UFL, (feed unit for lactation, nettoenergivärdet för lakterande djur, en enhet motsvarar 7,1 MJ)
- FFV (forage fill value, fill unit/kg, ett mått på hur mycket av grovfodret djuren kan äta)

Det mesta av informationen ges genom manuell inmatning men betesmängd och kemisk sammansättning erhålls från tillväxtmodellen (Delagarde *et al.*, 2004b). Grazemore DSS innehåller även en elektronisk fodermedelstabell med möjlighet att importera använda fodermedel och dess fodervärden i beräkningarna.

Utdata som fås från HIM är (Hetta *et al.*, 2004b):

- Beteskonsumtion (kg ts/ko/dag)
- Total foderkonsumtion (kg ts/ko/dag)
- Mjölkkavkastning (kg/ko/dag)
- Överbliven betesmängd när djuren lämnar fällan (kg ts/ha)

Konsumtionsmodellen baserar sig på fodervärderingssystemet INRA Fill Unit (FU) System (Dulphy, Faverdin & Jarrige, 1989). Systemet beräknar separat konsumtionsförmågan hos idisslarna och fyllnasvärdet (FV) på fodret, med enheten FU. Fyllnadsvärdet är ett mått på hur mycket av ett foder som djuren kan äta. Referensvärdet av en FU relaterar till ett grovfoder som en mjölkko kan konsumera 140 g ts/kg kroppsvikt^{0,75} av (Delagarde *et al.*, 2004a). Standardvärdet för konsumtionsförmågan är 17 FU för en mjölkko med en vikt på 600 kg och en avkastning på 25 kg. Konsumtionsförmågan är en funktion av djurets egenskaper och grovfodrets fyllnadsvärde, som beror av botanisk och kemisk sammansättning och antal betescykler (återväxter). Kraftfodrets fyllnadsvärde är en funktion av substitutionseffekten och är beroende av kons energibalans.

Modellen räknar först ut potentiell konsumtion och sedan relativ konsumtion vid betesdrift genom att korrigera fyllnadsvärdet på gräset för begränsande faktorer i samband med betesdrift (Delagarde *et al.*, 2004b).

Modellen för potentiell konsumtion antar att potentiell mjölkavkastning stimulerar konsumtionsförmågan. Modellen tar även hänsyn till levande vikt, hullpoäng, ålder, laktationsstadium, dräktighetsstadium och mobilisering av kroppsreserver vid laktationsstart. Den faktiska mjölkavkastningen beräknas utifrån kons näringsstatus där responsen i avkastning är en funktion av skillnaden mellan energibehov och energiintag, reglerad med hänsyn till proteinintag (Delagarde *et al.*, 2004b).

För anpassning till bete antar modellen att FV för betat gräs ökar, dvs korna kan inte äta lika mycket, vid begränsande förhållanden som t ex minskad betestilldelning, försämrad struktur på gräset eller kortare tid då betet är tillgängligt för korna. Vid rotationsbete beräknar modellen ett dagligt medelvärde på betesintaget för en fälla under hela tiden djuren är i fällan. En algoritm som utnyttjar alla ekvationer beräknar slutligen betesintag och mjölkavkastning på besättningsnivå (Delagarde *et al.*, 2004b).

Simulering av beteskalender

Inledningsvis planerades den beteskalender som skulle ligga till grund för sommarens betesförsök. För att komma fram till vilken betesstrategi som var mest lönsam gjordes simuleringar med Grazemore DSS före betessäsongens start. Dessa gjordes för en besättning med 40 kor över perioden 15 juni till 30 augusti. Nedan följer en kort presentation av hur simuleringarna gick till. För en generell beskrivning av simuleringprocessen i Grazemore DSS se Hetta *et al.* (2004c).

Först skapades en ny gård i Grazemore DSS och väderdata för Umeå importerades till programmet. Väderdata i form av en datafil (medelväder över en femårsperiod) köptes från SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut). Därefter matades grundinformation om gården in i programvaran gällande betesfällorna, besättningen och tillskottsfodret. För att undvika förväxta beten vid betesläpp lades putsningar av fällorna in i programmet, hälften 30 maj och resterande 6 juni. Betena förutsattes bli gödslade med totalt 90 kg N/ha, 60 kg före betesläpp och 30 kg under säsongen. Betena antogs ha samma klöverandel (10 procent) som under säsongen 2004. Även kornas vikt och hullklass antogs vara samma som 2004. Dygnsvistelsen i fällorna sattes till 20 timmar.

För att se utfallet av olika betesstrategier simulerades olika alternativ i Grazemore DSS. De olika alternativen som testades var kombinationer av varierande areal och antal fällor med tillskottsfodring av ensilage och kraftfoder, enbart kraftfoder eller inget tillskott alls. För att möjliggöra simuleringar lades betesregler in i DSS. Reglerna valdes så att de skulle passa alla alternativ och ge så bra resultat som möjligt. Vid jämförelse av de olika simuleringarna användes funktionen ”säsongresultat” i Grazemore DSS som anger ett resultat för hela betesperioden beräknat på mjölkintäkter minus foderkostnader. För att möjliggöra uträkningen

har kostnaden för betet samt ensilaget beräknats med hjälp av Agriwises områdeskalkyler (se bilaga 1). För att anpassa kalkylerna till gårdens förhållanden har vissa ändringar gjorts. Priset blev 0,03 kr/kg ts för betet och 0,89 kr/kg ts för ensilaget. Priset på kraftfoder var 1,74 kr/kg (Rahimi, pers. med., 2005) och mjölkintäkten uppskattades till 3,54 kr/kg ECM inklusive nationellt stöd och mjölkbidrag.

Simuleringarna visade på att det var mest lönsamt att endast tillskottsutfodra med kraftfoder jämfört med att även tillskottsutfodra med ensilage eller att inte ge något tillskott alls. Trots att alternativet med både grovfoder och kraftfoder som tillskottsfoder inte var det ekonomiskt mest fördelaktiga valdes detta utfodringsalternativ till försöket. Anledningen var att korna skulle få tillräckligt med fiber i foderstaten och undvika lösa magar. Därför valdes också grovfoder i form av hö. Kostnaden för hö beräknades vara ca 0,40 kr högre/kg ts än för ensilaget och sattes till 1,30 kr/kg ts (Brodin, pers. med., 2005). Antagna mängder tillskottsfoder var 2 kg hö/ko/dag och 7 kg kraftfoder/ko/dag.

Generellt förbättrades inte resultatet i simuleringarna genom att dela upp arealen på 12 eller 8 fällor jämfört med 4 fällor. Till försöket valdes därför 4 fällor med en total areal på 13,3 ha. Eftersom en del av arealen i en av fällorna inte var gräsbevuxen (utvintringsskador), korrigerades betesarealen till 11,9 ha. Valet av betesareal baserade sig mycket på den areal som fanns att tillgå på gården. Antalet kor var som vid tidigare simuleringar 40 stycket. Då areal, antal fällor samt utfodringsalternativ var bestämda testades olika betesregler för det valda alternativet för att hitta bästa säsongsresultat. Simuleringar gjordes då för betesförsökets tidsperiod, 21 juni till 1 augusti. De betesregler som valdes till försöket finns angivna i tabell 2. Simuleringar med dessa regler gav den slutgiltiga beteskalendern inför försökets start.

Tabell 2. *Betesregler använda vid simulering av betesförsöket*

Aktivitet	Regel
Starta beta fälla	> 1700 kg ts/ha
Ordning	Störst betesmängd
Sluta beta fälla	< 80 kg ts/ko/dag tillgängligt i genomsnitt
Putsning	> 4000 kg ts/ha eller > 30 dagar sedan betning

Under försökets gång uppdaterades data gällande besättningen och betet som sedan lades in i Grazemore DSS. Medelvädret byttes efter hand ut mot observerade aktuella väderdata för säsongen från SMHI. Simuleringsprocessen gjordes om under försökets gång, med nya data, men kalendern förblev likväl oförändrad fram tills putsningar lades in manuellt under 4:e och 5:e betesveckan. Detta var nödvändigt eftersom gräset blev högt och förvuxet då det fanns mer bete i fällorna än vad modellen förutspått. Genom ytterligare simuleringar med samma betesregler bestämdes sedan hur korna skulle beta resterande tid av försöket.

Gårdsdata

Betesförsöket utfördes på Grovfodercentrums försöksgård Röbbäcksdalen, vid institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap i Umeå. Försöket pågick under sex veckor, från den 21 juni till den 1 augusti 2005.

Djurmaterial

40 mjölkkor av rasen SRB deltog i försöket. Antagna värden som användes vid simuleringar inför försöket samt besättningens observerade värden finns angivna i tabell 3.

Tabell 3. *Antagna och observerade uppgifter för besättningen i betesförsöket*

Egenskap	Antagna värden	Observerade värden
Vikt	598 kg	570 kg
Toppavkastning	40 kg ECM	41 kg ECM
Hullpoäng (1-5)	3	3
Förstakalvare	38 procent	48 procent
Inkalvningsålder	25 mån	25 mån
Kalvningsintervall	376 dagar	369 dagar

Betet

I försöket roterade besättningen mellan fyra fällor med en sammanlagd areal på 11,9 ha. I tabell 4 finns uppgifter om de fällor som ingick i försöket. Kvävegivan var uppdelad så att 60 kg N/ha spreds innan försökets start och 30 kg N/ha under försökets gång efter tredje eller fjärde avbetningen. Betesfällornas botaniska sammansättning graderades under försökets gång för att bestämma klöverandelen. Inga analyser på betets kvalitet gjordes. För att uppskatta betesmängden i fällorna efter putsning gjordes klippningar av stubben (15-20 cm) ner till marknivå. Den uppskattade betesmängden, 1850 kg ts/ha, lades in i Grazemore DSS.

Tabell 4. *Observerade uppgifter för betesfällorna i betesförsöket*

Egenskap	Fälla 1	Fälla 2	Fälla 3	Fälla 8
Areal	2,66	2,83	2,91	3,50
Klöverandel ¹	0 procent	0 procent	0 procent	4 procent
Gödning	90 kg N/ha	90 kg N/ha	90 kg N/ha	90 kg N/ha

¹Antagen klöverandel vid planeringen av försöket var 10 procent i alla fällor

Tillskottsutfodring

Som tillskottsfoder användes kraftfodret Solid 620 samt hö. Höet innehöll 9,6 MJ/kg och 109 g råprotein/kg. Tillskottsutfodring efter avkastning tillämpades, se fig. 5. Den genomsnittliga givan under försöket var 9 kg kraftfoder/ko/dag och 2 kg hö/ko/dag.

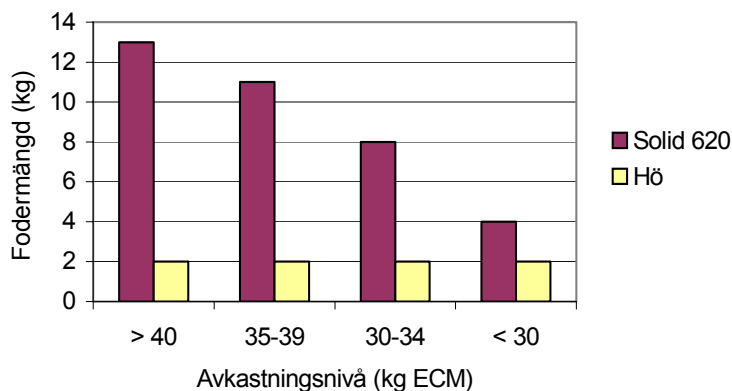


Fig. 5. Tillskottsutfodring (kg/ko/dag) efter avkastning under betesförsöket.

Provtagning och analys

Under försöket registrerades kornas mjölkavkastning två gånger/vecka. Mängden registrerades i kg mjölk och inte som kg ECM. Provytor för uppskattning av betesmängden klipptes under viloperioden i varje fålla. Provytorna klipptes med en specialanpassad motordriven häcksax (Husqvarna 325HS75, Huskvarna, Sverige). Provytorna hade formen av en halvcirkel med ytan 0,73 m² och en stubbhöjd på 8 cm. Totalmängden för varje gräsprov registrerades och ts-halten bestämdes genom torkning i 60°C i minst 20 timmar. För korrigering av stubbhöjden till marknivå vid uträkning av betesmängden lades 1540 kg ts/ha till den klippta provmängden. Denna siffra baserades på provklippningar av stubben ned till marknivå efter ordinarie klippning.

Vid analys av försöksdatan sattes fokus på mjölkavkastningen. En jämförelse mellan de registrerade och de beräknade värdena gjordes. Skillnaden analyserades även statistiskt med regressionsanalys med Minitab ver. 13.20. Vidare beräknades prediktionsfelet i modellen, mean square prediction error (MSPE), vilket är ett uttryck för summan av tre komponenter beroende av medel-bias, linje-bias respektive slumpmässig variation i modellen (Rook, *et al.*, 1991):

$$\text{MSPE} = 1/n \sum (A-P)^2 = (A_m - P_m)^2 + S_p^2(1-b)^2 + S_A^2(1-R^2)$$

där n är det antal observationer som jämfördes, A_m (Actual mean recording) och P_m (Predicted mean value) är medelvärdena för de verkliga respektive uppskattade mjölkavkastningarna, S_p^2 och S_A^2 är variansen av A (Actual recording) och P (Predicted value), b är lutningen på den enkla regressionslinjen mellan A och P och R^2 är korrelationskoefficienten för förhållandet mellan A och P.

Ett positivt medel-bias ($A_m - P_m$) tyder på att modellen förutspår högre värden än de verkliga och vice versa. Linje-bias anger avvikelser från lutningen på

regressionsaxeln från ett fullständigt samband ($b=1$). Om lutningen är mindre än 1 tenderar modellen att förutspå för låga värden då de i verkligheten är små och för höga värden då de i verkligheten är stora. Om lutningen är större än 1 händer det motsatta. En uppdelning av MSPE visar hur stor andel som utgörs av de tre komponenterna, medel-bias, linje-bias respektive slumpmässig variation. Mean predictive error (MPE) anger modellens genomsnittliga prediktionsfel i relation till det uppmätta resultatet och fås genom att dela kvadratroten ur MSPE med medelvärdet (A_m).

Resultaten från den statistiska analysen har även jämförts med utvärderingen av resultaten från 2004 i rapporten från González-Rodríguez *et al.* (2004).

Betesgång vs stallutfodring

I studien utnyttjades beslutsstödssystemet Grazemore DSS också för att jämföra det ekonomiska resultatet vid betesgång i förhållande till att ha djuren installerade under betessäsongen. Den jämförelse som gjordes var mjölkintäkter minus foderkostnader, det så kallade säsongsresultatet, som erhöles av beslutsstödssystemet. Simuleringen gjordes på samma besättning och fällor som inför betesförsöket. Betesperioden bestämdes starta 1 juni och systemet fick föreslå längden på betessäsongen utifrån valda betesregler. Samma priser som vid tidigare simuleringar antogs. Arbetskostnaderna för att driva korna till betet respektive utfodra ensilaget är inte medräknade. Kraftfödergivan bestämdes till 9 kg/ko/dag och mjölkavkastningen antogs vara lika i båda systemen. Konsumerad mängd ensilage för alternativet med installerade kor fick motsvara mängden konsumerat gräs på bete i kg ts som beslutsstödssystemet beräknat.

Resultat

Den slutgiltiga planerade beteskalendern inför försöket, beteskalender 1, samt den uppdaterade genomförda beteskalendern som anger hur korna verkligen betade och hur fällorna putsades, beteskalender 2, finns presenterade i bilaga 2.

I tabell 5 finns en sammanställning av väderdata över Umeå under maj, juni och juli. Använda data i DSS är aktuella värden för säsongen 2005 samt medelvärden över en 5-årsperiod. En så kort period som fem år ger relativt osäkra medelvärden. För en säkrare jämförelse finns medelvärden över en 30-årsperiod angivna i tabellen. Alla väderdata är hämtade från SMHI.

Tabell 5. Väderdata över Umeå i form av aktuella värden under försöket, medelvärden under en 5-årsperiod samt medelvärden under en 30-årsperiod

Väderdata	Dygnstemperatur, medel (°C)			Nederbörd/mån (mm)			Fotosyntetisk aktiv solstrålning/mån (MJ/m ²)		
	Maj	Juni	Juli	Maj	Juni	Juli	Maj	Juni	Juli
Säsong 2005	6,8	13,1	17,4	57	50	56	252	268	272
Medel 5 år	6,8	9,8	12,1	33	35	47	219	236	205
Medel 30 år	7,3	13,0	15,2	41	44	53	271	312	293

En jämförelse mellan de observerade betesmängderna och de av DSS predikterade betesmängderna finns i tabell 6. Modellen underpredikterade betesmängden med i genomsnitt 686 kg ts/ha, en felberäkning på 40 procent (Larsson, 2005). R²-värdet är lågt vilket tyder på att sambandet mellan observerade och predikterade betesmängder är svagt.

Tabell 6. Jämförelse mellan genomsnittlig observerad och predikterad mängd bete i samtliga fällor (efter Larsson, 2005)

n	Betesmängd (kg ts/ha)			R ²	MSPE	MPE	Andel av MSPE		
	A	P	Bias				Bias	Linje	Slump
18	3182	2496	-686	0,07	16256	0,40	0,29	0,01	0,70

n=Antal observationer, A=Observerad betesmängd, P=Beräknad betesmängd (DSS), MSPE= Mean square prediction error, MPE=Mean prediction error

Beslutsstödssystemet förutspådde i beteskalender 1 en medelavkastning på 30,8 kg mjölk/ko/dag. I beteskalender 2 beräknades en genomsnittlig mjölkavkastning på 31,5 kg/ko/dag. Standardavvikelsen var i båda fallen 0,7 kg/ko/dag. De registrerade avkastningsnivåerna hade ett medelvärde på 29,9 kg mjölk/ko/dag med en standardavvikelse på 1,4 kg/ko/dag. De beräknade och de registrerade genomsnittliga mjölkavkastningarna i försöket finns presenterade i fig. 6a och 6b.

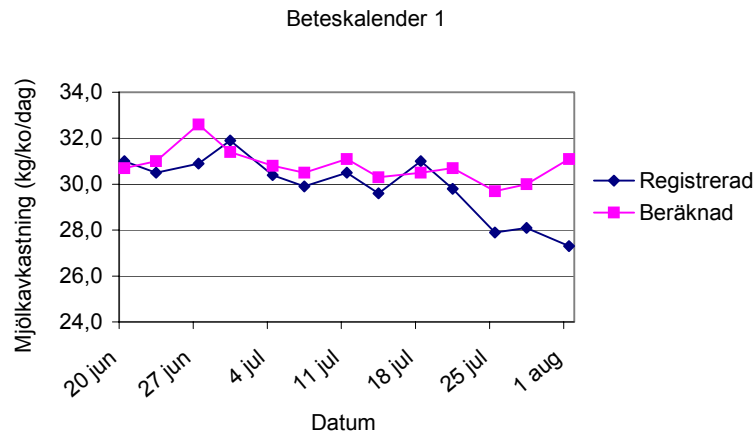


Fig. 6a. Genomsnittlig registrerad mjölkavkastning samt mjölkavkastning beräknad av DSS vid simulering av planerad beteskalender inför försöket (beteskalender 1).

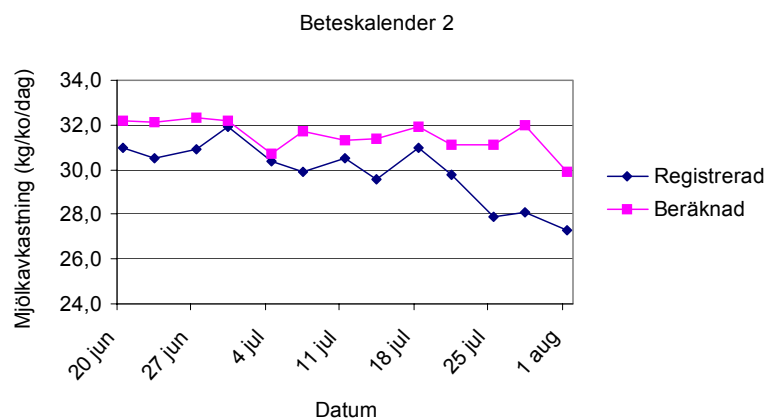


Fig. 6b. Genomsnittlig registrerad mjölkavkastning samt mjölkavkastning beräknad av DSS vid simulering av uppdaterad, genomförd beteskalender (beteskalender 2).

Resultaten från den statistiska analysen av mjölkavkastningen finns presenterad i tabell 7. Värdena i tabellen visar ett negativt bias för både beteskalender 1 och 2, vilket innebär att modellen förutspådde något högre mjölkavkastningar än vad som observerades. MPE anger att beslutsstödsystemet i genomsnitt beräknade 5 respektive 6 procent fel. R^2 -värdena visar att 25 procent av variationen i mjölkavkastning i beteskalender 1 och 40 procent av variationen i mjölkavkastning i beteskalender 2 kan förklaras med modellen.

I tabell 7 finns även resultaten från Röbbäckdalen 2004 i Gonzáles-Rodríguez *et al.* (2004). Det året underpredikerade modellen avkastningen. Felprocenten var högre än vid årets betesförsök.

Tabell 7. Jämförelse mellan registrerad mjölkavkastning under årets försök och avkastning beräknad av DSS vid simulering av planerad beteskalender inför försöket (2005 (1)) samt uppdaterad genomförd beteskalender (2005 (2)). Jämförelse mellan registrerad mjölkavkastning under utvärderingen 2004 och avkastning beräknad av DSS vid simulering av genomförd beteskalender för samma period (2004)

Kalender	n	Mjök (kg/ko/dag)			R ²	MSPE	MPE	Andel av MSPE		
		A	P	Bias				Bias	Linje	Slump
2005 (1)	13	29,9	30,8	-0,9	0,25	2,1	0,05	0,38	0,00	0,62
2005 (2)	13	29,9	31,5	-1,6	0,40	3,7	0,06	0,71	0,01	0,28
2004	14	33,5	30,0	3,5	0,00	18,4	0,13	0,66	0,30	0,04

n=Antal observationer, A=Registrerad mjölkavkastning, P=Beräknad avkastning (DSS), MSPE= Mean square prediction error, MPE=Mean prediction error

Det simulerade säsongresultatet, mjölkintäkter minus foderkostnader, var 154 000 kr för beteskalender 1 och 155 000 kr för beteskalender 2. Ett exempel på uträknat säsongresultat finns i bilaga 3. I verkligheten blev säsongresultatet 147 000 kr med hänsyn till den något lägre registrerade avkastningen. Detta resultat förutsätter samma genomsnittliga beteskonsumtion på 10,4 kg ts/ko/dag som systemet förutspådde i beteskalender 2. Med Agriwises kalkyl (bilaga 1) som underlag beräknades kostnaden för betet till 500 kr för hela säsongen. Kostnaden för tillskottsutfodringen beräknades till 29 900 kr i den beteskalender som korna följt.

Vid simuleringen av hela betessäsongen för jämförelse med utfodring på stall under samma period föreslog beslutsstödssystemet att korna skulle gå på bete till och med den 4:e september. Den förutspådda medelavkastningen var 30,6 kg mjölk/ko/dag under betessäsongen och det uppskattade genomsnittliga betesintaget var 10,6 kg ts/ko/dag. Säsongresultatet i form av mjölkintäkter minus foderkostnader uppgick i det betesbaserade systemet till 348 000 kr. Då den betade mängden gräs ersattes av ensilage erhöles ett säsongresultat på 313 000 kr. Skillnaden blev 35 000 kr under en tidsperiod på tre månader.

Diskussion

Simuleringar

Vid simuleringarna i DSS hade valet av betesregler stor betydelse för det ekonomiska resultatet. Det var svårt att med samma betesregler utnyttja de olika alternativen, med varierande areal, antal fällor och tillskottsutfodring, maximalt. Genom att testa nya betesregler för de alternativ som hade sämre utfall kunde resultatet förbättras. Varje betesalternativ bör därför simuleras flera gånger med olika regler för att hitta det förslag som ger bäst resultat för det enskilda alternativet. I annat fall kan resultatet bli missvisande.

Produktionskostnader för grovfoder och bete är svåra att beräkna. Till simuleringarna användes priser från Agriwises områdekalkyler. Detta innebär att många schablonartade uppgifter utnyttjades även om viss modifiering av kalkylerna, för anpassning till gårdens förhållanden, gjordes.

Resultatet från jämförelsen mellan betesgång och stallutfodring visar att utnyttjandet av ett billigt fodermedel som bete ger möjlighet till ekonomiska vinster i driften. I jämförelsen antogs att konsumerad mängd ensilage på stall var lika stor som beteskonsumtionen i kg ts. Det är dock möjligt att konsumtionsmängden skulle skilja sig åt beroende på faktorer som t ex kvalitet på respektive fodermedel.

Betesmängd under försöket

Grazemore DSS förutspådde i genomsnitt 40 procent fel under försöket vilket var sämre än under utvärderingen 2004. Då låg felprediktionen på 25 procent (González-Rodríguez *et al.*, 2004). Korna följde den i förväg planerade beteskalender 1 under de första tre veckorna av försöket. Betesmängden blev dock snabbt större än vad modellen förutspått och ett stort överskott av gräs i fällorna utnyttjades inte. Eftersom gräset under försöket blev mycket högt och kvaliteten på betet försämrades putsades fällorna under försöksvecka 4 och 5. Slutsatsen av utvärderingen blir att Grazemore DSS inte lyckades skapa en betesplanering som gav ett högt gräsutnyttjande i mjölkproduktionen.

Att modellen förutspått en lägre betesmängd än vad som observerats kan bero på brister i modellens förmåga att hantera klimatets påverkan på grästillsväxt, speciellt vid höga tillväxthastigheter. I början av juni mellan putsning och försöksstart var vädret mycket gynnsamt för betets tillväxt. Kvävemodellen i programmet är dessutom mycket förenklad. En annan möjlighet är att korna betat mindre gräs än vad DSS förutspått. Betet hade sannolikt en sämre kvalitet än vad modellen räknade med på grund av gräsets sena utvecklingsstadium.

Den avvikande artsammansättningen i fällorna kan också påverka resultatet. Tillväxtmodellen i beslutsstödsystemet är anpassad för rajgräs och vitklöver och

inte för svenska beten som ofta har en sammansättning av ängsvingel, timotej och rödklöver. De beten som ingick i försöket hade dessutom en mycket stor andel kvickrot. Tillväxtmodellen och hur bra programmets näringsvärden stämmer överens med betets verkliga värden undersöks i ett annat examensarbete (Larsson, 2005).

Som tidigare nämnts är de mätmetoder som använts vid gräsprovtagningen betydligt osäkrare än för mjölkavkastningen. I 2004 års försök användes en fransk formel för att korrigera för stubbhöjden, men eftersom svenska och franska betesförhållanden skiljer sig åt korrigerades metoden. I årets försök har därför provklippningar gjorts ända ned till marknivå för att möjliggöra denna beräkning. Fler prov skulle dock behöva tas för säkrare uppskattning av betesmängder vid olika stubbhöjder efter putsning och provtagning.

Mjölkavkastning under försöket

Den genomsnittliga mjölkavkastningen under försöket på 29,9 kg/ko/dag med en daglig kraftfodertilldelning på 9 kg/ko i genomsnitt kan anses vara ett tillfredställande resultat. I litteraturen kan dock försök med högre avkastningar hittas. Sayers, Mayne & Bartram (2000) uppnådde 34,8 kg mjölk/ko/dag med en tillskottsutfodring på 10 kg koncentrat/ko/dag.

Resultaten från den statistiska analysen visar på att modellens förmåga att beräkna mjölkavkastningen var mycket bra. Modellen förutspådde 5 respektive 6 procent fel vilket var betydligt bättre än felprediktionen på 13 procent föregående år. Om mjölmängden hade registrerats som kg ECM, istället för kg mjölk som i försöket, hade troligen något högre mjölkavkastningar registrerats och ännu lägre felprediktioner erhållits.

R^2 -värdena på 0,25 för beteskalender 1 och 0,40 för beteskalender 2 är relativt låga. Värdena är dock betydligt bättre än det R^2 -värde (0,00) som erhöles under utvärderingen 2004 (González-Rodríguez *et al.*, 2004). Eftersom spridningen på mjölkavkastningen är liten ska dock inte alltför stor vikt läggas vid R^2 -värdet. I detta fall är MPE ett bättre mått på hur bra modellen är.

Uppdelningen av MSPE visar att modellens prediktionsfel till största delen beror på medel-bias eller slumpmässig variation. Önskvärt är att så stor andel som möjligt ska bero av slumpen och beteskalender 1 har därför en bättre bakomliggande orsak till prediktionsfelet än kalender 2. Medel-bias reflekterar skillnaden i verkliga och förutspådda värden och blir således större för beteskalender 2. Modellen har ett mycket lågt eller obefintligt linje-bias, vilket är positivt eftersom ett högt värde visar på brister i modellens struktur.

Att felprocenten var lika låg, till och med något lägre, för beteskalender 1 var oväntat eftersom beteskalender 2 innehåller mer korrekta uppgifter. Bland de uppgifter som skilde sig åt i beteskalender 1 och 2, som dessutom tycktes påverka resultatet relativt mycket vid simuleringarna, kan nämnas betesmängd efter

putsning, klöverandel i fällorna samt mängden kraftfodertillskott. Detta bör undersökas ytterligare genom en känslighetsanalys av DSS för att värdera hur stor inverkan olika parametrar har på resultatet. De nya uppgifterna i beteskalender 2 påverkade prediktionen av mjölkavkastning i båda riktningar. Exempelvis ledde en större betesmängd efter putsning till en högre avkastning medan en lägre klöverandel i fällorna drog ned avkastningen. Hade de osäkrare uppgifterna i beteskalender 1 istället påverkat modellens avkastningsprediktioner i samma riktning hade felprocenten kunnat bli större.

I fig. 6a och 6b ses en trend att modellen var bättre på att förutspå mjölkavkastningen i början av säsongen än efter genomförda putsningar. Att skillnaden i förutspådd och verklig avkastningen ökade då korna fick tillgång till de putsade betena med förväntad högre kvalitet på gräset kan vara kopplat till den lägre tilldelningen samt den stora mängden dött material som låg kvar i fällorna.

En jämförelse mellan resultaten från de två utvärderingarna 2004 och 2005 visar att Grazemore DSS var bättre på att förutspå mjölkavkastningen men sämre på att beräkna betesmängden under 2005 års försök. Det verkar inte finnas ett tydligt samband mellan hur bra modellen förutspår de båda parametrarna. En förklaring kan vara att felberäkningen av betesmängden ledde till ett överskott av gräs som korna inte utnyttjade och därmed inte hade så stor betydelse för mjölkavkastningen. Med den höga betestilldelningen kunde korna under säsongens försök konsumera en liknande mängd bete som den modellen förutspådde och därmed även producera mjölk i likhet med vad modellen beräknade. En uppskattning av den verkliga beteskonsumtionen visar att den genomsnittliga mjölkavkastningen på 29,9 kg/ko/dag krävde en konsumtion på 9,0 kg ts bete/ko/dag för att täcka det energibehov som inte täcktes genom tillskottsutfodring under försöket. Denna beräkning förutsätter att betet i medeltal hade ett energiinnehåll på 10,5 MJ/kg ts. Kornas energibehov baseras egentligen på kg producerad ECM och inte kg mjölk vilket innebär att energibehovet och därmed konsumtionen av bete antagligen varit något högre än 9 kg ts. DSS beräknade en beteskonsumtion på 10,4 kg ts/ko/dag i den genomförda beteskalendern där en mjölkavkastning på 31,5 kg/ko/dag förväntades.

Framtidsutsikter för Grazemore DSS

Många beslutstödssystem, däribland Grazemore DSS, är fortfarande under utveckling och inte färdiga att användas på gårdsnivå (Peyraud, Mosquera-Losada & Delaby, 2004). Dessa beslutstödssystem används i dagsläget som redskap inom forskning eller utbildning. Målet är dock att systemen i framtiden även ska utnyttjas av lantbrukare och rådgivare. Tidigare publicerade beslutstödssystem visar att utnyttjandet av dem generellt varit lägre än förväntat. GRAZEPLAN introducerades 1998 i Australien och sex år senare hade 200 personer lärt sig använda programmet (Moore, 2005). Många tekniska nyheter möter ett visst motstånd innan de är väl genomarbetade och nyttan av dess användning blivit känd. Framtidstron på beslutstödssystem som hjälpmedel inom lantbrukssektorn är dock stor runt om i världen.

För att ett beslutsstödssystem ska bli framgångsrikt krävs att det är lätt att använda, att modellen förutspår värden med bra säkerhet och att systemet är flexibelt för att passa olika användare. Grazemore DSS har under studien upplevts som smidigt att arbeta med. De indata som krävs för att arbeta med beslutsstödssystemet är enkla och konkreta. Presenterade resultat är lätta att tolka och det grafiska användargränssnittet är pedagogiskt uppbyggt. En inläringstid för att arbeta med programmet krävs dock och viss erfarenhet och kunskap om betesskötsel är nödvändig för att kunna utnyttja programmet på rätt sätt. Som tidigare nämnts är ett beslutsstödssystem endast till för att underlätta vid beslutsfattande och inte för att ersätta beslutsfattaren.

Grazemore DSS kan bli ett bra hjälpmedel för att testa hur olika managementstrategier påverkar resultatet på gården och på så vis underlätta planeringen av betessäsongen. Trots detta kan programmet få svårt att etablera sig på gårdsnivå då många lantbrukare föredrar de traditionella metoderna. För att beslutsstödssystemet skall få ett stort genomslag krävs att några nytänkande producenter är beredda att prova programmet, på egen hand eller via en rådgivare. Om det sedan visade sig att användningen av hjälpmedlet innebar fördelar och förespråkades av lantbrukare själva skulle programmets genomslagskraft öka betydligt.

Innan Grazemore DSS kan bli en kommersiell produkt behövs dock ytterligare utveckling, framför allt på tillväxtmodellen (HGM) och dess förmåga att beräkna betesmängd. Sambandet mellan korrektheten i beräknad betesmängd och mjölkavkastning bör också ses över. Även säkrare uppskattning av betesmängder efter mekanisk putsning under svenska betesförhållanden vore önskvärt. Resultaten från detta examensarbete samt från Larsson (2005) kan förhoppningsvis leda ännu närmare en slutgiltig version av systemet.

Sammanfattningsvis har erfarenheterna och resultaten från försöket varit både positiva och negativa. Programmets förmåga att skapa en datoroptimerad betesplanering som ger ett högt utnyttjande av bete i mjölkproduktionen i norra Skandinavien var otillräcklig. Den observerade mjölkavkastningen i försöket samt DSS förmåga att beräkna denna var däremot tillfredsställande. Efter vidare forskning och utveckling, framför allt av tillväxtmodellen, skulle Grazemore DSS kunna bli ett användbart hjälpmedel för optimering av betesutnyttjande.

Tack till

Ett stort tack till Regional jordbruksforskning för norra Sverige (RJN) som hjälpt till med finansieringen av detta examensarbete. Tack också för de stipendier från NL-fakultetens samlingsfond (SLU) och Gösta Rittners resestipendium som gjorde det möjligt för mig att delta vid The International Grassland Congress (IGC 2005), Cork, Irland. Konferensen hade starka anknytningar till mitt examensarbete och var till stor nytta och glädje.

Jag vill tacka min handledare Mårten Hetta för stort engagemang och god handledning under min tid som examensarbetare vid institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Tack också till min examinator Kjell Martinsson och min opponent Eva Spörndly för deras värdefulla synpunkter på mitt arbete. Personalen i ladugården ska ha tack för allt praktiskt arbete under betesförsökets genomförande. Sist men inte minst vill jag rikta min tacksamhet till all personal på institutionen. Jag har verkligen trivts bra hos er och ni har fått mig att känna mig som en i gänget.

Summary

Karlsson, L. 2005. The Grazemore DSS to optimise the utilisation of grazed grass in milk production. Undergraduate thesis.
ISSN 0348-3851

This undergraduate thesis is a continuation of the work within the EU project Grazemore (QLRT-2000-02111), where the Grazemore Decision Support System (DSS) was developed to increase the utilisation of grazed grass in Europe. The study includes a literature review and an evaluation of the use of grazing rules within the Grazemore DSS. The aim of the study was to investigate if the DSS is able to provide a grazing management strategy that gives a high utilisation of grazed grass in milk production in the north of Scandinavia.

When correctly utilised, grazed grass is a cheap and excellent feed with positive effects on both animals and their products. Experiments have shown that it is possible to achieve high production results with moderate amounts of concentrate. The milk production and herbage intake at pasture is affected by many factors such as production potential of the animals, herbage allowance, supplementary feeding and season.

There are different types of grazing methods which can be divided into two major categories, continuous stocking systems and rotational grazing systems. Rotational grazing is often considered to have many advantages and to be more flexible compared to continuous stocking.

Grazing systems are complex, weather dependent systems and the challenge in grazing management is to find a balance between the grass growth and the herbage intake. A number of DSS have been developed to improve decision making in grazing management systems. One of them is Grazemore DSS, a user friendly software that makes it possible to simulate different grazing strategies and the influence of the weather on the milk production.

To evaluate the ability of Grazemore DSS to design a grazing calendar by using user defined grazing rules, a grazing experiment was planned and performed during the summer 2005. Simulations in the program were run to get a suggestion of how the cows should graze, grazing calendar 1. Deviations and updates during the season resulted in the simulated grazing calendar 2. 40 dairy cows of the Swedish Red and White breed were used in the experiment that lasted for six weeks. The herd rotated between four paddocks with a total area of 11.9 ha. Average supplementary feeding was 2 kg hay/cow/day and 9 kg concentrate/cow/day.

During the experiment, the actual milk yield was recorded twice weekly. The difference between actual and predicted milk yield by Grazemore DSS was analysed statistically with regression analysis and the mean square prediction error

(MSPE) was estimated. Plots of grass were cut in order to get an idea of the herbage mass during the experiment.

The herbage mass during the experiment was higher than predicted by the model and a big surplus of grass in the paddocks was not utilised. A comparison between actual milk yield and the milk yield predicted by the DSS is presented in table 7. The average milk yield during the experiment was 29,9 kg/cow/day with a standard deviation of 1,4 kg/cow/day. The DSS predicted a milk yield of 30,8 kg/cow/day in grazing calendar 1 and 31,5 kg/cow/day in grazing calendar 2. The standard deviation was 0,7 kg/cow/day in both cases. The statistical analysis showed that the model had a prediction error of 5 and 6 percent respectively. This can be compared with 13 percent in an evaluation of the software during the season 2004.

Table 7. Comparison between milk yield registered during the experiment 2005 and milk yield predicted by the Grazmore DSS in suggested grazing calendar (2005 (1)) and performed grazing calendar (2005 (2)). Comparison between milk yield registered during the evaluation 2004 and milk yield predicted by the DSS in performed grazing calendar (2004)

Calendar	n	Milk (kg/cow/day)			R ²	MSPE	MPE	Part of MSPE		
		A	P	Bias				Bias	Line	Random
2005 (1)	13	29,9	30,8	-0,9	0,25	2,1	0,05	0,38	0,00	0,62
2005 (2)	13	29,9	31,5	-1,6	0,40	3,7	0,06	0,71	0,01	0,28
2004	14	33,5	30,0	3,5	0,00	18,4	0,13	0,66	0,30	0,04

n=Number of observations, A=Actual milk yield, P=Predicted milk yield (DSS), MSPE= Mean square prediction error, MPE=Mean prediction error

Simulations in the Grazmore DSS were also run to compare the economical results letting the cows graze, in relation to stall feeding, during the grazing period. The income from milk minus the feed costs were estimated to be 35 000 SEK higher for the grazing system during a period of three month.

Grazmore DSS ability to provide a grazing management strategy that gives a high utilisation of grazed grass in milk production in the north of Scandinavia was insufficient. The milk yield observed in the experiment and the programs ability to predict this value were however satisfactory. After further research and evaluation, mainly concerning the herbage growth model and its ability to predict herbage mass, Grazmore DSS has potential to be a helpful tool for optimising grass utilisation.

Key words: Decision Support Systems, simulations, grazing management, milk production, herbage mass, herbage intake, utilisation of grazed grass.

Author's address: Linda Karlsson, Department of Agricultural Research for Northern Sweden, SLU, Box 4097, S-904 32 Umeå, Sweden.

Litteratur

- Barrett, P.D., Laidlaw, A.S. & Mayne, C.S. 2004. Development of a European herbage growth model (The EU Grazemore project). In: Lüscher, A., Jeangros, B., Kessler, W., Hoguenin, O., Lobsiger, M., Millar, N. & Suter, D., (eds.), *Proceeding of the 20th general meeting of the European grassland federation, Grassland Science in Europe 9*, 653-655.
- Buckly, F., Dillon, P., Crosse, S., Flynn, F. & Rath, M. 2000. The performance of Holstein Friesian dairy cows of high and medium genetic merit for milk production on grass-based feeding systems. *Livestock Production Science* 64, 107-119.
- Clark, D.A. & Kanneganti, V.R. 1998. Grazing management systems for dairy cattle. In: Cherney, J.H. & Cherney, D.J.R., (eds.), *Grass for dairy cattle*. CABI Publishing, Wallingford, UK. 311-334.
- Cros, M.J., Duru, M., Garcia, F. & Martin-Clouaire, R. 2001. Simulating rotational grazing management. *Environment International* 27, 139-145.
- Cros, M.J., Duru, M., Garcia, F. & Martin-Clouaire, R. 2003. A biophysical dairy farm model to evaluate rotational grazing management strategies. *Agronomie* 23, 105-122.
- Cros, M.J., Duru, M., Garcia, F. & Martin-Clouaire, R. 2004. Simulating management strategies: the rotational grazing example. *Agricultural Systems* 80, 23-42.
- Christie, H., Mayne, C.S., Laidlaw, A.S., Patterson, D.M. & McGilloway, D.A. Effect of sward manipulation and milk yield potential on herbage intake of grazing dairy cows. In: Rook, A.J. & Penning, P.D., (eds.), *Grazing management, Proceedings of the British grassland society, Occasional symposium no. 34*, 85-90.
- Delaby, L., Peyraud, J.L. & Faverdin P. 2005. Pâtur'IN: a user-friendly software tool to assist dairy cow grazing management. In: Murphy, J.J., (ed.), *Utilisation of grazed grass in temperate animal systems, Proceeding of a satellite workshop of the XXth international grassland congress*, Cork, Ireland. p 207.
- Delagarde, R., Faverdin, P., Peyraud, J.L & Barratte, C. 2004a. *The herbage intake model (HIM)*. WP4 Grazemore report. Mimeo. 22 pp.
- Delagarde, R., Faverdin, P., Barratte, C., Bailhache, M. & Peyraud, J.L. 2004b. The herbage intake model for grazing dairy cows in the EU Grazemore project. In: Lüscher, A., Jeangros, B., Kessler, W., Hoguenin, O., Lobsiger, M., Millar, N. and Suter, D., (eds.), *Proceeding of the 20th general meeting of the European grassland federation, Grassland science in Europe 9*, 650-652.
- Donnelly, J.R., Moore, A. & Freer, M. 1997. Decision support systems for Australian grazing enterprises – 1. Overview of the GRAZPLAN project, and a description of the MetAccess and LambAlive DSS. *Agricultural Systems* 54, 57-76.
- Dulphy, J.P., Faverdin, P. & Jarrige, R. 1989. Feed intake: the fill unit system. In: Jarrige, R., (ed.), *Ruminant nutrition: Recommended allowances and feed tables*. INRA, John Libbey Eurotext, Paris, France. 61-71.
- González-Rodríguez, A., López Díaz, J., Vázquez Yáñez, O. & Hameleers, A. 2004. *Grazemore Project: Report on farm validation and basic data of farms*. Centro de investigaciones agrarias mabegondo, milestone M23, work package 8. p 20.
- Hetta, M., Alvarez-Torre, N., Eriksson, H. & Martinsson, K. 2004a. Development of a Decision support system for grazing management of dairy cows. In: Lüscher, A., Jeangros, B., Kessler, W., Hoguenin, O., Lobsiger, M., Millar, N. and Suter, D., (eds.), *Book of abstracts, Proceeding of the 20th general meeting of the European grassland federation*. p 124.
- Hetta, M., Norrskén-Eriksson, M., Alvarez-Torre, N., Persson, S., Eriksson, H. & Martinsson, K. 2004b. *Grazemore DSS 1.0: Decision support system for dairy production on grazed grass: general and technical description*. Department of Agricultural Research for Northern Sweden. Umeå, Sweden. 32 pp.
- Hetta, M., Norrskén-Eriksson, M., Alvarez-Torre, N., Persson, S., Eriksson, H. & Martinsson, K. 2004c. *Grazemore DSS 1.0: Users guide*. Department of Agricultural Research for Northern Sweden. Umeå, Sweden. 43 pp.

- Hoden, A., Peyraud, J.L., Muller, A., Delaby, L., Faverdin, P., Peccatte, J.R. & Fargetton, M. 1991. Simplified rotational grazing management of dairy cows: effects of rates of stocking and concentrate. *Journal of Agricultural Science* 116, 417-428.
- Hogson, J. 1990. *Grazing management: Science into practice*. Logman Scientific & Technical. Harlow, UK. 203 pp.
- 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.
- Kristensen, E.S. & Jensen M. 1989. Græsmarkens udnyttelse til mælkeproduktion – styrning og produktionsresultater. *Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg 661*, 15-53. ISSN 0105-6883.
- Kristensen, T., Thøgersen, R. & Hansen, H. 2003. Afgræsning med malkekvæg. I: Strudsholm, F. & Sejrsen, K., (red.), *Kvægets ernæring og fysiologi, DJF rapport, husdyrbrug 54*, 201-226.
- Larsson, E. 2005. *Grazemore DSS för att bestämma foderkvalitet i betesbaserad mjölkproduktion*. Examensarbete. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, Sverige. Manuskript.
- Mannetje, L.'T. 2000. The importance of grazing in temperate grasslands. In: Rook, A.J. & Penning, P.D, (eds.), *Grazing management, Proceedings of the British grassland society, Occasional symposium no. 34*, 3-13.
- Mayne, C.S. 1997. Grazing strategies for the high yielding dairy cows. In: Spörndly, E., Burstedt, E. & Murphy, M., (eds.), *Managing high yielding dairy cows at pasture*. Swedish university of agricultural sciences, Department of animal nutrition and management, Report 243, 25-33. ISSN 0347-9838.
- Mayne, C.S., Newberry, R.D. & Woodcock, S.C.F. 1988. The effects of a flexible grazing management strategy and leader/follower grazing on the milk production of grazing dairy cows and on award characteristics. *Grass and Forage Science* 43, 137-150.
- Mayne, C.S., Wright, I.A. & Fisher, G.E.J. 2000. Grassland management under grazing and animal response. In: Hopkins, A., (ed.), *Grass: its production and utilization*, 3rd edition. Blackwell Science Ltd. Oxford, UK. 247-291.
- Mayne, C.S., Rook, A.J., Peyraud, J.L., Cone, J.W., Martinsson, K. & Gonzalez, A. 2004. Improving the sustainability of milk production systems in Europe through increasing reliance on grazed pasture. In: Lüscher, A., Jeangros, B., Kessler, W., Hoguenin, O., Lobsiger, M., Millar, N. and Suter, D., (eds.), *Proceeding of the 20th general meeting of the European grassland federation, Grassland science in Europe 9*, 584-586.
- Moore, A.D. 2005. Paying for our keep: grassland decision support in more-developed countries. In: McGilloway, D.A., (ed.), *Grassland: a global resource, Proceeding of the XX International grassland congress*, Dublin, Ireland. 403-414.
- Peyraud, J.L., Mosquera-Losada, R. & Delaby, L. 2004. Challenges and tools to develop efficient dairy systems based on grazing: how to meet animal performance and grazing management. In: Lüscher, A., Jeangros, B., Kessler, W., Hoguenin, O., Lobsiger, M., Millar, N. and Suter, D., (eds.), *Proceeding of the 20th general meeting of the European grassland federation, Grassland science in Europe 9*, 373-384.
- Phillips, C.J.C. 1988. The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. *Grass and Forage Science* 43, 215-230.
- Power, D.J. 2002. *Decision support systems: concepts and resources for managers*. Quorum books, London, UK. 251 pp.
- Rook, A.J., Gill, M., Willink, R.D. & Lister, S.J. 1991. Prediction of voluntary intake of grass silages by lactating cows offered concentrate at flat rate. *Animal Production* 52, 407-420.
- Sayers, H.J., Mayne, C.S. & Bartram, C.G. 2000. The effect of level and type of supplement and changes in the chemical composition of herbage as the season progress on herbage intake and animal performance of high yielding dairy cows. In: Rook, A.J. & Penning, P.D, (eds.), *Grazing management, Proceedings of the British grassland society, Occasional symposium no. 34*, 85-90.

- Scollan, N.D., Dewhurst, R.J., Moloney, A.P. & Murphy J.J. 2005. Improving the quality of products from grassland. In: McGilloy, D.A., (ed.), *Grassland: a global resource, Proceeding of the XX International grassland congress*, Dublin, Ireland. 41-56.
- Spörndly, E. 1996a. Herbage intake of dairy cows. *Swedish university of agricultural sciences, Department of animal nutrition and management, Report 236*. 43 pp. ISSN 0347-9838
- Spörndly, E. 1996b. The effect of fouling on herbage intake of dairy cows on late season pasture. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science 46*, 144-153.
- 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.
- Vazquez, O.P. & Smith T.R. 2001. Evaluation of algorithms used to simulate pasture intake in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science 84*, 860-872.
- Williams, J.C. & Hall, M.H. 1994. Four steps to rotational grazing. The Pennsylvania state university. *Agronomy Facts*, 43. 3 pp.

Personliga meddelanden

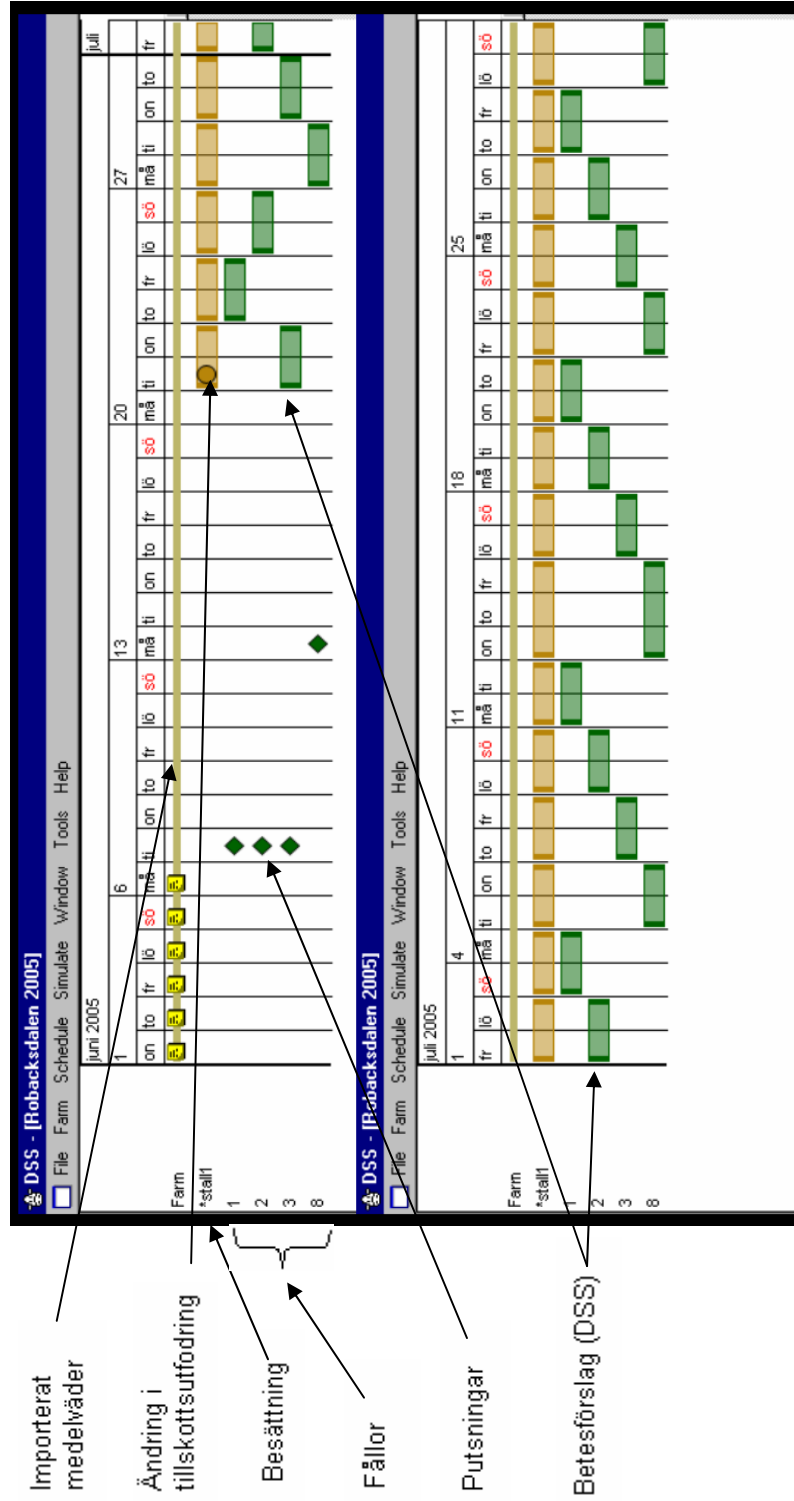
- Brodin, S. 2005. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Rahimi, K. 2005. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Spörndly, E. 2005. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet.

SLUs		agnwise	
Områdeskalkyler 2005		Betesvall på åker	
		Nö -området	
Betesvall, på åker	Ange stödområde	2a	▼
Näringsinnehåll per kg ts: 10,9 MJ	Ange antal stödenheter	61-	▼
	Ange P-AI klass	III	▼
	Ange K-AI klass	III	▼
Intäkter och särkostnader per hektar	Avkastning, kg/ha 2.600		
	Kvant	pris	kr
INTÄKTER			
Bete, avsalu (efter förluster)	kg ts		0
Bete, egen förbrukning	kg ts	2.600	0,03 78
			0
Miljöstöd, öppet odl.land.	kr	1,0	2050 2.050
Kompensationsbidrag, vall	kr	1,0	875 875
SUMMA INTÄKTER			3.003
SÄRKOSTNADER			
Utsäde, betesvall	kg	7,0	30,40 213
Gödsling kg NS 27-4	kg	333	2,30 766
Gödsling fosfor (P)	kg	0	11,35 0
Gödsling kalium (K)	kg	0	4,85 0
Drivmedel, traktor	tim	2,9	98,00 284
SUMMA SÄRKOSTNADER 1			1.263
Traktor, underhåll	tim	2,9	25,00 73
Slätterkross, underhåll	tim	1,4	126,00 176
Stängsel, underhåll	kr	2.060	4% 82
Ränta rörelsekapital	kr	734	7% 51
SUMMA SÄRKOSTNADER 2			1.645
Slätterkross, avskr + ränta	tim	1,4	243,00 340
Stängsel, avskr + ränta	kr	2.060	11,8% 243
Arbete	tim	5,0	155,00 775
SUMMA SÄRKOSTNADER 3			3.003
Allt värde mark (inkl. stöd)	kr		0
SUMMA SÄRKOSTNADER 4			3.003
TÄCKNINGSBIDRAG			
TB 1 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 1			1.740
TB 2 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 2			1.358
TB 3 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 3			0
TB 4 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 4			0

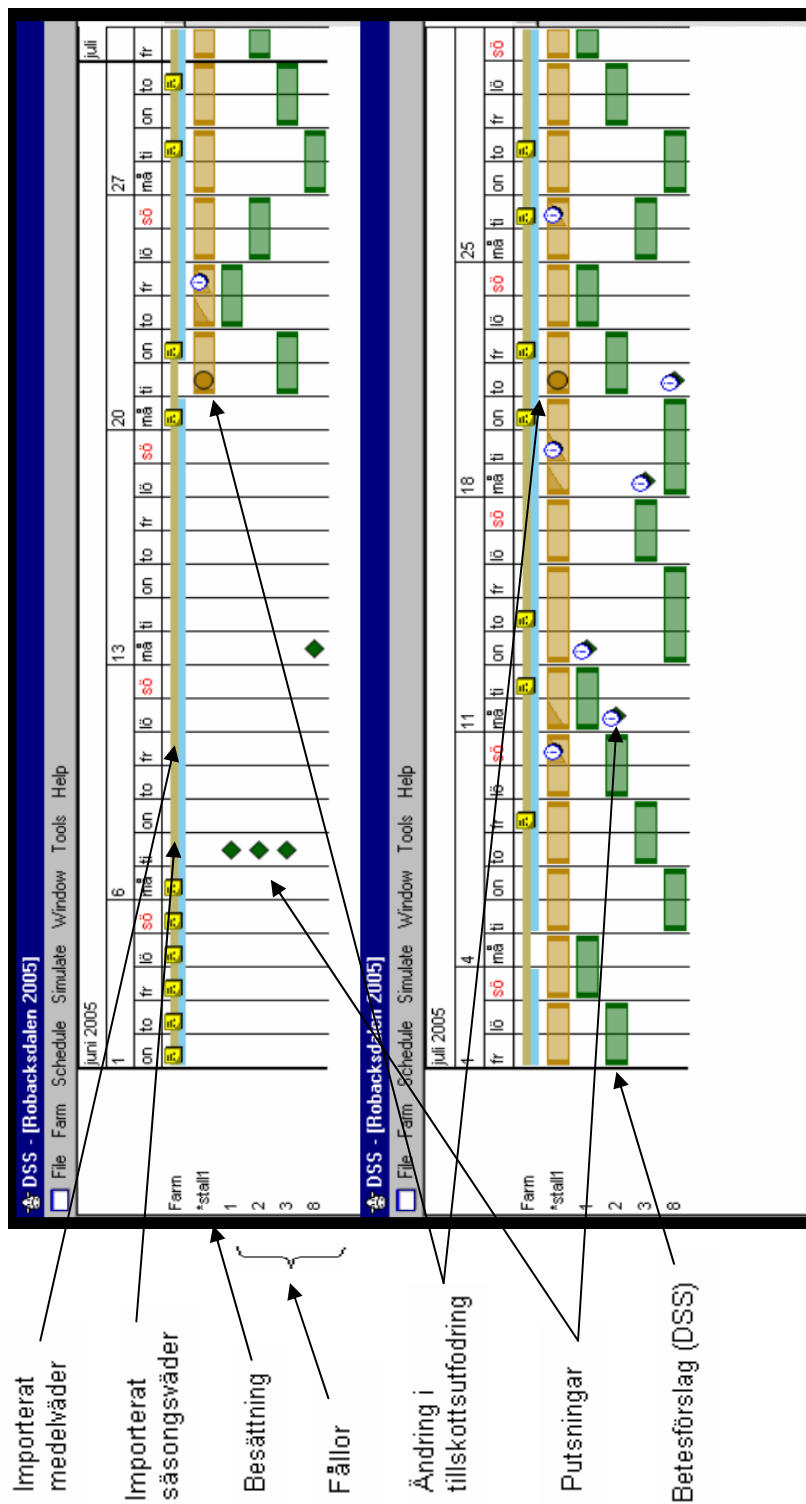
Områdeskalkyl för betesvall på åker, använd vid beräkning av priset på bete.

SLUs		agn wise	
Områdeskalkyler 2005		Slåttervall, ensilage	
		Nö -området	
Omfattning: 40-60 ha vall + grönfoder, två ensilageskördar, plansilo, Näringsinnehåll per kg ts: 11 MJ, 136 gram råprot, Hanteringskedja: Fålthack, 2 tvåaxlade tippvagnar, Inläggning i silo med lastmaskin, 3 man under skörd,		Ange område för arealersättning	6
		Ange stödområde	2a
		Ange antal stödenheter	61-
		Ange P-AI klass	III
		Ange K-AI klass	III
Intäkter och särkostnader per hektar		ts-halt 23%	
		Avkastning, kg/ha 6.000	
		Kvant	Pris kr
INTÄKTER			
Ensilage, avsalu (efter förluster)	kg ts	0	0,00 0
Ensilage, egen förbrukning	kg ts	6.000	0,89 5.340
Miljöstöd, öppet odl.land.	kr	1	2.050 2.050
Kompensationsbidrag, vall	kr	1	875 875
Arealersättning, gräsenilage	kr	0,0	0 0
SUMMA INTÄKTER		8.265	
SÄRKOSTNADER			
Utsäde, slåttervall	kg	7,0	30,40 213
Gödsling kg NS 27-4	kg	450	2,30 1.035
Gödsling fosfor (P)	kg	0	11,35 0
Gödsling kalium (K)	kg	0	4,85 0
Drivmedel, traktor	tim	5,6	98,00 549
Drivmedel, lastmaskin	tim	3,4	115,00 391
Myrsyra	l	104	10,97 1.141
SUMMA SÄRKOSTNADER 1		3.329	
Traktor, underhåll	tim	5,6	25,00 140
Slåtterkross, underhåll	tim	1,4	126,00 176
Hackvagn, underhåll	tim	3,4	158,00 537
Lastmaskin, underhåll	tim	3,4	65,00 221
Ränta rörelsekapital	kr	1.119	7% 78
SUMMA SÄRKOSTNADER 2		4.481	
Slåtterkross, avskr + ränta	tim	1,4	243,00 340
Hackvagn, avskr + ränta	tim	3,4	506,00 1.720
Lastmaskin, avskr + ränta	tim	3,4	92,00 313
Arbete	tim	9	155,00 1.395
SUMMA SÄRKOSTNADER 3		8.249	
Altvärde mark (inkl. stöd)	kr	0	
SUMMA SÄRKOSTNADER 4		8.249	
TÄCKNINGSBIDRAG			
TB 1 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 1		4.936	
TB 2 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 2		3.784	
TB 3 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 3		16	
TB 4 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 4		16	

Områdeskalkyl för slåttervall, använd vid beräkning av priset på ensilage.



Beteskalender 1. Simulerad kalender inför betesförsöket.



Beteskalendar 2. Simulerad genomförd kalender.

Results And Costs X

View: Current Save Delete Compare to:

Total milk yield	52055 kg	x	Milk price (kr/kg):	3,54	=	185337
Average milk yield	1247 kg/day					
Average cow milk yield	31,4 kg/cow/day					
Total grazing intake	17450 kg DM	x	Gross price (kr/kg DM):	0,03	=	524
Total supplemental intake	17887 kg DM	x	Feed price (kr/kg DM):	Details	=	29875
						154908

Average farm area	11,9 ha					
Total growth	2409 kg DM/ha					
Average growth	9,8 kg DM/ha/day					
Total silage	10213 kg					
Total N	151 kg N/ha					

Close

Ett exempel på säsongresultat (mjölkintäkter minus foderkostnader) vid simulering av betessäsongen 2005 i Grazemore DSS.



Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
SLU
Dept. of Agricultural Research for Northern Sweden

DISTRIBUTION

SLU, Röbbäcksdalen

Box 4097

904 03 UMEÅ

Tel. 090-786 81 00 Telefax 090-786 87 04

Arkitektkopia Umeå

ISSN 0348-3851

ISRN NLBRD-4:05 SE
