



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

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

Sambandet mellan temperatursumma och näringsvärde i svenskt vallfoder

Victoria Ragnmark

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **398**

Uppsala 2012

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **398**

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

Sambandet mellan temperatursumma och näringsvärde i svenskt vallfoder

The relationship between the temperature sum and nutrient content in Swedish forage

Victoria Ragnmark

Handledare: Rolf Spörndly
Supervisor:
Bitr. handledare:
Assistant supervisor:
Examinator: Jan Bertilsson
Examiner:
Omfattning: 30 hp
Extent:
Kurstitel: Masterarbete i husdjursvetenskap
Course title:
Kurskod: EX0552
Course code:
Program: Agronomprogrammet - Husdjur
Programme:
Nivå: Advanced A2E
Level:
Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:
Utgivningsår: 2012
Year of publication:
Serienamn, delnr: Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 398
Series name, part No:
On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>
On-line published:
Nyckelord: Ensilageskörd, temperatursumma, dygnsgrader, vallprognos, energivärde
Key words: Silage, cumulative temperature, harvest prognosis

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Abstract	3
Bakgrund	4
Syfte	5
Litteraturstudie	5
Vallens utvecklingsstadium och smältbarhet.....	5
Näringsvärde	6
Energi.....	6
Protein	7
Fibrer – NDF	7
Skördetidpunkt	7
Ljusinstrålning	8
Temperatur	8
Vatten	9
Tillväxtmodeller	9
Analysmetoder	10
VOS	10
NIR	10
Indelning i produktionsområden	11
Vallprognos	12
Material och metoder	13
Datainsamling och analys.....	13
Resultathantering och statistisk analys	13
Resultat	13
Energi.....	15
Protein	15
NDF – fiber	17
Områden	19
Diskussion	20
Näringsvärde	21
Energi.....	21
Protein	22
NDF	23
Områdesindelning	23
Korrigerig av Vallprognos	24
Slutsats	25
Referenser	25

Sammanfattning

Vallproduktionen i Sverige är av stor betydelse för utfodring av nötkreatur. Vallproduktionen utgör idag 46 % av åkerarealen i Sverige. Skördetillfället avgör till stor del näringsinnehållet i fodret och är därför av stor vikt för att producera ett tillräckligt bra vallfoder. I Sverige finns en webbaserad tjänst (<http://www.vallprognos.se>) tillgänglig där en prognos om skördetillfälle ges utifrån temperatursumma. Summan 250 dygnsgrader (\sum (dygnsmedeltemperatur – 5° C) efter att dygnsmedeltemperaturen överstigit + 5° C fem dagar i rad) anses ge ett energivärde på 10,8-11,0 MJ OE/kg ts vilket skulle vara ett bra tillfälle att skörda förstaskörden. Samma temperatursumma gäller för hela landet, men hypoteser finns att en lägre temperatursumma skulle vara fördelaktigare ju längre norrut vallen produceras då det där är lägre temperaturer men kompenseras med längre dagar. Syftet med den här studien var att jämföra hur väl prognosen på vallens energivärde baserat på temperatursummor från www.vallprognos.se stämmer överrens med utfallet, det vill säga analyser av energivärdet av skördad vall i olika delar av Sverige, samt undersöka om rekommendationerna för skördedatum borde ändras för någon del av landet. Provskördar tas runt om i Sverige av olika organisationer och företag för att bedöma vallens utvecklingsstadium. Dessa analyseras för energi, protein och fiberhalt. I denna studie kopplades dessa analyser ihop med respektive temperatursumma för aktuell skördeplats och datum. Det geografiska läget angavs för varje mätstation. Analysresultaten delades in i en områdesindelning från Svensk Mjök® och bearbetades statistiskt i SAS version 9.3 för signifikanser mellan områden och relation med latitud. Resultatet visade på att det inte fanns någon kontinuerlig förändring av energivärdet beroende på hur långt söder- eller norrut vallen odlas efter områdesindelningen. Däremot kunde ett samband ses mellan temperatursumma och breddgrad. Resultaten visade att en justering av temperatursumman skulle vara fördelaktig för i stort sett hela landet. För en korrekt justering behövs dock fler provskördar från högre temperatursummor.

Abstract

Production of leys is of great importance in Sweden when feeding cattle. Today the production of leys occupies 46 % of the arable land area. Timing of harvest is of great importance when producing good forages since it sets the nutrient value of the forage. In Sweden a web-based service (<http://www.vallprognos.se>) is available for the farmers where a forecast of harvest time is given based on cumulative temperature (\sum (daily mean temperature – 5° C) starting when the daily mean temperature has exceeded + 5° C five consecutive days). The cumulative temperature of 250° C is thought to be the most optimal time for first harvest. The same cumulative temperature is used in all of Sweden but hypothesis suggests that a lower cumulative temperature could be favorable in the northern parts of Sweden since the temperature in these parts is lower but it is compensated with longer days. The purpose of this study was to compare how well the forecast of the energy value of leys, based on cumulative temperature from www.vallprognos.se, is in compliance with analysis of the energy value of harvested forage in different parts of Sweden. The purpose was also to examine if the recommendations of the harvest date should be changed for any part of the country. Test harvests are taken around in Sweden by many organisations and companies and analysed for energy, protein and fibre. In this project these data were then linked to a particular cumulative temperature for the current harvest location and date. The geographic location was specified for each measuring station. The results from the analysis were divided into a zoning made by The Swedish Dairy Association[®] and were then statistically analysed in SAS version 9.3 for significance between zones and relation between latitude and cumulative temperature. The result indicates that there is no continuous change in the energy value depending on how far south or north the leys are produced when the zones were used. In contrast, a correlation is seen between cumulative temperature and latitude. The results showed that adjusting the cumulative temperature would be beneficial for virtually the entire country. However, for a proper adjustment more test harvests from higher cumulative temperatures is needed.

Bakgrund

Vall är sedan tradition av stor betydelse i Sverige. Den är en viktig produktion eftersom den är grunden till framförallt nötkreaturs utfodring, och spelar därför en stor ekonomisk roll både inom mjölk- och köttproduktion. Vallproduktionen utgör dessutom 46 % av den brukade åkerarealen i Sverige (Jordbruksstatistisk årsbok, 2012). Det är viktigt att skörda vallen vid rätt tidpunkt när den innehåller mycket näringsämnen men samtidigt även ger en stor skörd. Genom studier i framförallt Finland har det framkommit att vid temperatursumman 250 dygnsgrader (\sum (dygnsmedeltemperatur - 5° C) efter att dygnsmedeltemperaturen överstigit + 5° C fem dagar i rad) är näringsvärdet som lämpligast för att ta förstaskörden, med en energihalt på 11,2 MJ omsättbar energi (OE)/kg torrsbstans (ts) för timotej (Rinne *et al.*, 1999a). År 2007 introducerades ett internetbaserat verktyg, Vallprognos (<http://www.vallprognos.se>), för lantbrukare i Sverige som ger en prognos när datum att ta förstaskörden infinner sig.

Tillväxt av vall har studerats i många år och olika modeller har utformats för att försöka förutspå skördens näringsvärde i ett försök att finna det optimala skördetillfället. I Finland har många studier gjorts på ämnet och sedan juni 2000 finns det för finska lantbrukare ett webbaserat verktyg, Artturi (<http://www.agronet.fi/artturi>), där en uppskattning av energivärdet i vallen för förstaskörden visas på en karta. I Sverige erbjuds den liknande tjänsten Vallprognos (www.vallprognos.se) som baseras på samma studier. Det svenska projektet Vallprognos är ett samarbete mellan många företag och organisationer och drivs av Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Prognosen bygger enbart på temperatursummor som fås av SMHI:s mätstationer från olika platser runt om i Sverige för att ge en mer precis uppskattning. Vid temperatursumman 250 dygnsgrader beräknas skörden innehålla 10,8-11,0 MJ OE/kg ts och är då lämplig att skörda. Genom att ge en prognos om vilket datum vallen borde skördas ger detta en möjlighet för lantbrukaren att i god tid planera saker som måste göras, till exempel se till att alla maskiner fungerar och att lagringsutrymmena är iordninggjorda. Verktyg som hjälper lantbrukaren att förutspå skördetillfället är speciellt viktiga och användbara extremår som till exempel år 2011 då våren var ovanligt varm och tidpunkten för skörd var ca två veckor tidigare än normalt (Vallprognos, 2011). Det finns ett ytterligare intresse att utveckla precisionen av prognosen på Vallprognos. Samtidigt som fler parametrar ökar precisionen ska det vara enkelt för lantbrukaren att utläsa prognosen.

I den finska modell som används på Artturi ingår även geografiskt läge som en parameter i ekvationen för att uppskatta näringsvärdet vilket inte är fallet för den svenska tjänsten. Tanken där är att det krävs en lägre temperatur desto längre norrut produktionsplatsen är belägen eftersom den kompenseras med en längre dag (personligt meddelande, Rinne 2011). Sedan tjänstens start år 2007 i Sverige har provskördar analyserats för energi, råprotein och fiber (NDF). Provsvarerna redovisas kontinuerligt under skördeperioden på hemsidan som ett extra stöd för lantbrukarna. Dessa provsvar har däremot aldrig analyserats vidare om dess samband med temperatursumman varför det nu finns ett ökat intresse att jämföra de provsvar som kommit in med temperatursumman för det området.

Syfte

Detta examensarbete har utförts som utvärdering av provsvaren och dess samband med temperatursummorna. Resultatet skulle kunna ligga till grund för en eventuell justering av temperatursumman beroende på var i landet vallen odlas. Syftet med den här studien var att jämföra hur väl prognosen på vallens energivärde baserat på temperatursummor från *vallprognos.se* stämmer överrens med utfallet, det vill säga analyser av energivärdet av skördad vall i olika delar av Sverige samt undersöka om rekommendationerna för skördedatum borde ändras för någon del av landet.

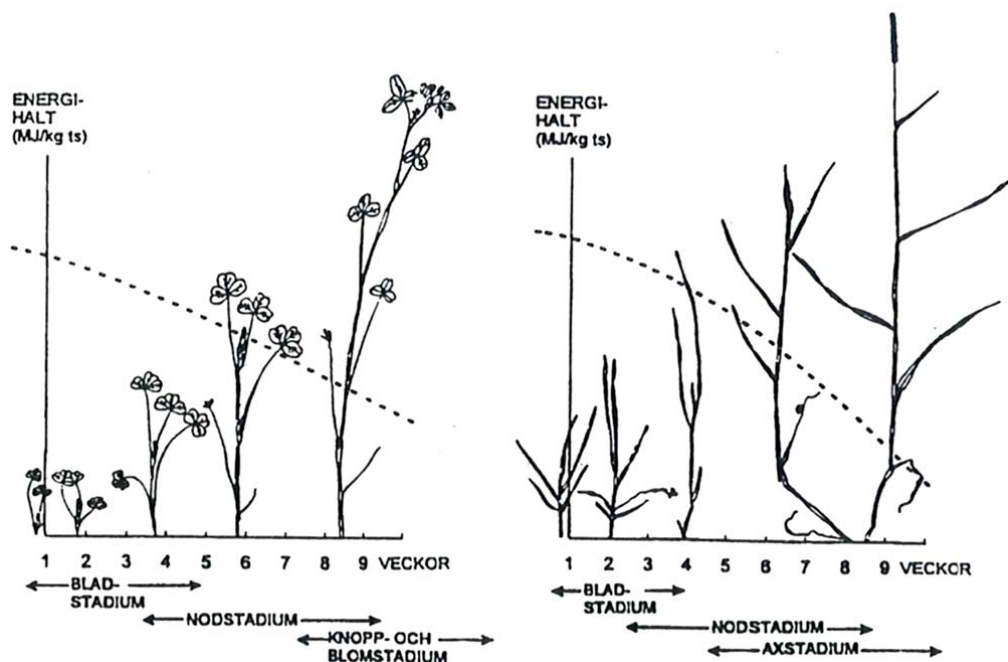
Litteraturstudie

Vallens utvecklingsstadium och smältbarhet

Vid vallproduktion eftersträvas både en hög avkastning och ett högt näringsvärde för att det ska vara lönsamt. Det är en fin balans mellan dessa båda eftersom ett ökat utvecklingsstadium ökar ts-avkastningen men även ger både minskad smältbarhet och näringsinnehåll (Gustavsson *et al.*, 2003; Rinne & Nykänen, 2000; Rinne *et al.*, 1999a; Van Soest *et al.*, 1978; Rinne *et al.*, 1997a; Van Soest, 1994). Generellt gäller att faktorer som hämmar plantans utveckling ger en ökad smältbarhet men en lägre skörd och vice versa (Van Soest *et al.*, 1978). Vallens energivärde är en beskrivning på hur smältbart fodret är och hur mycket av plantans energi djuret kan tillgodose sig (Gustavsson, 1996). Smältbarheten är det viktigaste kvalitetsmåttet för grovfoder (Gustavsson, 1989) och smältbarheten beror på utvecklingsstadium (McDonald *et al.*, 2002; Gustavsson, 1996; Sandersson & Wedin, 1989) och hur klimatet varit under tillväxten (Van Soest *et al.*, 1978). Utvecklingshastigheten beror på en rad faktorer, bland annat temperatur, dagslängd, vattentillgång och näringstillgång i marken (Gustavsson, 1996; Gustavsson, 1989; Van Soest *et al.*, 1978).

Gustavsson (1996) har beskrivit de olika stadierna i vilka plantan befinner sig under utvecklingen som bladstadiet, nodstadiet, axansvällning och axgång. När plantan befinner sig i *bladstadiet*, de första 4 veckorna under utvecklingen, har den som högst smältbarhet och energivärde (Figur 1)(Bruinenberg *et al.*, 2002). I ett tidigt bladstadium har stam och blad i stort sett samma smältbarhet och energiinnehåll (Gustavsson, 1989). Dessa sjunker sedan allteftersom plantan blir äldre i och med att stödjevävnad bildas (Gustavsson, 1996; Van Soest, 1994), plantan lignifieras. Lignin tillhör fiberfraktionen och är nära associerad med kolhydrater även om ligninet i sig inte är en kolhydrat. Lignin är en polymer av flera fenylpropanoidenheter som bildar komplex (McDonald *et al.*, 2002). Smältbarheten hos cellulosa och hemicellulosa begränsas av lignifieringsgraden, det vill säga hur mycket lignin det finns i plantan (McDonald *et al.*, 2002; Gustavsson, 1989). Detta är för att lignin bildar komplex tillsammans med dessa båda och gör dem osmältbara för djuret på grund av komplexens starka bindningar. Lignin lagras successivt in i cellväggarna och gör att cellen blir mer styv för att klara av att bära upp den ökande höjden på plantan (Gustavsson, 1989). Ju mer stödjevävnad som bildas i plantan desto lägre blir smältbarheten och därmed även energihalten (Bernes *et al.*, 2008; Bruinenberg *et al.*, 2002; Gustavsson, 1996; Van Soest, 1994). Cellinnehållet däremot är nästan helt smältbart för alla djurslag (McDonald *et al.*, 2002; Gustavsson, 1989) men idisslare kan även smälta stor del av cellväggen. Bladet har inte lika stor andel cellvägg som stammen eftersom den inte behöver bära mer än sin egen vikt. Detta medför att bladet har högre smältbarhet än stammen samtidigt som smältbarheten

minskar långsammare hos bladet än stammen (Gustavsson, 1989) på grund av lägre lignifiering.



Figur 1. De olika utvecklingsstadierna för rödklöver respektive timotej samt hur smältbarheten mätt i MJ OE/kg ts ändras under utvecklingsstadiet. Energihalten sjunker långsammare hos rödklöver men har en lägre energihalt än timotej från start (Gustavsson, 1996).

I Sverige är blandvall vanligt förekommande. En gräsplanta som till exempel timotej kräver mer stödjevävnad än en baljväxt som rödklöver på grund av dess höjd och bladens längd. Gräsblad har dessutom högre andel cellvägg och lignin än baljväxters blad (Gustavsson, 1989) vilket medför att energihalten sjunker snabbare hos timotej än hos rödklöver (Gustavsson, 1996) av flera olika anledningar. Det är större variation i smältbarheten i en blandvall än i en gräsvall av samma art på grund av olika grad av mognad hos plantorna (Bruinenberg *et al.*, 2002). Mognaden vid skörd kommer således att bestämma det högsta näringsvärde som fodret kan få (Rinne *et al.*, 1999a). I en blandvall är det därför viktigt att ta hänsyn till utvecklingsstadiet hos båda arterna för att få ett så optimalt foder som möjligt (Rinne & Nykänen, 2000).

Näringsvärde

Energi

Energimängden i ett grovfoder beror främst på art och sort samt utvecklingsstadiet (McDonald *et al.*, 2002). Ett bra grovfoder för nötkreatur, för att få så hög konsumtion och så hög andel energi från grovfodret som möjligt, bör ha ett energivärde på minst 11,0 MJ OE/kg ts (Martinsson, 2003; Pettersen, 1997; Camberlain & Wilkinson, 1996). Energivärdet i fodret bestäms dels av fodrets sammansättning men även av dess smältbarhet (McDonald *et al.*, 2002). Energin i ensilage kan variera från 8 - 12 MJ OE/kg ts beroende på grässort/art och hur det konserverats (McDonald *et al.*, 2002; Camberlain & Wilkinson, 1996) vilket gör en stor skillnad i hur väl fodret kommer att fungera i en foderstat. Det vanligaste är dock att energihalten ligger mellan 10 – 12 MJ OE/kg ts (Camberlain & Wilkinson, 1996).

Protein

Proteinhalten i växten är beroende på hur mycket växttillgängligt kväve det finns i marken (Gustavsson, 1996). Så länge det finns ett överskott av växttillgängligt kväve i marken kommer växten att ta upp kvävet. Redan på fjorton dagar kan växten ha tagit upp allt växttillgängligt kväve i marken (Gustavsson, 1996). När plantan sedan växer kommer denna mängd att spädas ut och proteininnehållet i plantan sjunker med stigande ålder (Bernes *et al.*, 2008; Gustavsson *et al.*, 2003). Det är svårt att påverka proteinhalten i växten eftersom det finns en feed-back-mekanism mellan protein och tillväxthastighet (Gustavsson, 1996). En hög proteinhalt i plantan kommer resultera i högre tillväxthastighet och vice versa. Det höga proteininnehållet kompenseras på så sätt genom högre tillväxt och proteinet späds ut snabbare än vid en låg proteinhalt. Proteinnivån i plantan blir alltså densamma vid samma utvecklingsstadium oberoende på hur mycket kväve som tagits upp (Gillet, 1983). Hos klöver tas kväve upp under en längre tid och utspädningen går därför långsammare än hos gräs (Gustavsson, 1996). Råproteinhalten kan variera från 30 – 300 g råprotein (rp)/kg ts mellan olika utvecklingsstadium (McDonald *et al.*, 2002). Ju senare skörd desto större utspädningseffekt och alltså lägre proteinhalt. Ett bra vallfoder till nötkreatur bör ha ett råproteinvärde runt 150 g/kg ts (Camberlain & Wilkinson, 1996).

Fibrer – NDF

Neutral detergent fiber (NDF) är benämningen på en fiberfraktionen i fodret (McDonald *et al.*, 2002). NDF är den främsta komponent som avgör fodrets smältbarhet eftersom det är i denna fraktion som cellväggsfraktionen med cellulosa, hemicellulosa och lignin finns (McDonald *et al.*, 2002) och ökar i samma takt som det fenologiska utvecklingsstadiet (Sanderson & Wedin, 1989). NDF är lägre i baljväxter än i gräs men koncentrationen av lignin är högre (McDonald *et al.*, 2002) vilket leder till ett foder med lägre andel smältbar fiber. NDF påverkar i hög grad foderintaget men dess betydelse för våmfunktionen kräver att fodret inte innehåller för lite fibrer (Camberlain & Wilkinson, 1996). Ett bra vallfoder bör ha NDF runt 500 g/kg ts (Martinsson, 2003; Camberlain & Wilkinson, 1996). Ett för högt NDF är resultatet av ett allt för sent skördat vallfoder som inte bara har lägre smältbarhet utan dessutom sänker det totala foderintaget hos nötkreatur (Camberlain & Wilkinson, 1996).

Skördetidpunkt

Generellt minskar näringsvärdet med ökad ålder hos plantan, ett resultat av en ökad mognad. Mognaden av förstaskörden påverkas främst av temperatur och ljus. Temperatur påverkar plantans smältbarhet i större utsträckning än ljus och utvecklingsstadium (Van Soest *et al.*, 1978). Skördetidpunkten är den faktor tillsammans med klimat som kommer avgöra vilken näringsmässig kvalitet grovfodret kommer att ha. Ju tidigare skörden är tagen desto större andel av plantan består av blad (Kouppola *et al.*, 2008) och desto högre är smältbarheten (Bruinenberg *et al.*, 2002). Ett sätt att uttrycka vallfodrets näringsvärde är koncentrationen av smältbart organisk material i torrs substansen (D-värde eller DOMD (digestible organic matter in dry matter)). Studier gjorda i Finland (Rinne *et al.*, 2006; Rinne *et al.*, 2001; Rinne *et al.*, 1999b) visade att ett bra vallfoder till mjölkkor bör ha ett D-värde runt 700 g/kg ts (70 %), där $1 \text{ MJ OE/kg ts} = 0,016 * \text{D-värdet}$ (Gustavsson *et al.*, 2003; McDonald *et al.*, 2002), vilket ger ett energivärde på 11,2 MJ OE/kg ts. I flera studier har det framkommit att D-värdet minskade med ca 5 g/kg och dag vid fördröjd skörd (Kouppola *et al.*, 2008; Rinne *et al.*, 2006; Rinne *et al.*, 2002a; Rinne *et al.*, 2001) vilket innebär en minskning med 0,08 MJ OE/kg ts och dag. Samtidigt ökade skörden med 180-190 kg ts/ha och dag (Rinne *et al.*, 2002b). I en ny studie av Nilsson *et al.* (2011) visade det sig att ett skördesystem med tre

skördar per år gav både den högsta avkastningen och energiinnehåll vilket betyder att den förlorade avkastningen som får vid varje skörd kan kompenseras med fler skördar och samtidigt få ett grovfoder med högt näringsinnehåll.

Bernes *et al.* (2008) fann i en studie att andelen NDF i en skörd ökade när den senarelades samt att smältbarheten hos NDF och den organiska substansen minskade. Samtidigt som NDF ökar och smältbarheten minskar, minskar även andelen råprotein (Rinne *et al.*, 1997b). I en litteraturstudie av Van Soest *et al.* (1978) på faktorer som påverkar vallfodrets kvalitet innan skörd konstaterades att smältbarheten minskade olika beroende på hur långt norrut vallen odlades. Det konstaterades även att smältbarheten vid moget stadium minskade ju längre söderut vallen odlades.

Ljusinstrålning

Ljusinstrålning är den viktigaste faktorn för tillväxt (Gustavsson *et al.*, 2003; Gustavsson, 1996) eftersom ljuset är plantans energikälla (Gustavsson, 1989). Ljus påverkar däremot endast sekundärt plantans smältbarhet och kvalitet (Van Soest *et al.*, 1978) eftersom dess begränsande effekt är beroende på temperatur (Gustavsson, 1989). Tillväxten av plantan ökar med ökad ljusinstrålning upp till ungefär 30 MJ bruttoenergi (BE)/m² och dag (Gustavsson, 1996) eftersom plantan inte kan tillgodogöra sig mer energi än så. Eftersom ljuset påverkar fotosyntesen ger en ökad ljusintensitet ett högre innehåll av lättlösliga kolhydrater (Gustavsson, 1989) och därmed ett högre energiinnehåll och smältbarhet (Van Soest *et al.*, 1978). Ljusintensiteten är lägre vid högre breddgrader men eftersom dagarna blir längre och temperaturen lägre har växterna vid samma utvecklingsstadium högre smältbarhet än de vid lägre breddgraderna (Gustavsson, 1989). I en studie av Thorvaldsson (1987) hittades inget signifikant samband mellan dagslängd och smältbarhet men hög ljusinstrålning medförde att råproteinhalten i andraskörden sjönk snabbare. Detta troddes troligtvis bero på en ökad ts-skörd.

Temperatur

Näst viktigast för tillväxten efter ljusinstrålning är temperaturen (Gustavsson, 1996) och kan även den vara begränsande för plantans tillväxt (Gustavsson, 1989). Temperaturen påverkar lignifieringsgraden hos plantan samtidigt som den höjer den metaboliska aktiviteten (Gustavsson, 1989; Van Soest *et al.*, 1978). Dessa båda gör att smältbarheten minskar när temperaturen blir högre genom att både blad och stam lignifieras. Temperatur påverkar även fotosyntes och respiration (Gustavsson, 1989). Ökad temperatur leder till att de fotosyntetiserade produkterna omvandlas till strukturmaterial så som lignin. Ljusinducerad fotosyntes gynnar även omvandlingen av nitrat till aminosyror och protein (Van Soest *et al.*, 1978). En planta som inte har kunnat utvecklas på grund av till exempel för låg temperatur kommer därför att ha högre smältbarhet och energi än en planta som är längre fram i utvecklingsstadiet (Gustavsson, 1989).

Det har visats att temperatur främst påverkar hastigheten med vilken smältbarheten minskar, det vill säga en högre temperatur ger en snabbare minskning av smältbarheten per dag (Thorvaldsson, 1987; Van Soest *et al.*, 1978). Thorvaldsson (1987) fann att temperatur var den faktor som påverkade smältbarheten hos timotej mest i norra Sverige. Den optimala dygnsmedeltemperaturen för tillväxt är 17° C hos de flesta gräsarter. En högre temperatur gör att plantan mognar för fort (Gustavsson, 1996). Vid svala ljusa dagar bildas mycket socker men temperaturen hindrar plantan från att mogna vilket ger hög energihalt med hög skörd i och med att den kan skördas senare (Gustavsson, 1996). Det optimala för hög tillväxt utan att

åldrandet (lignifieringen) sker för snabbt är därför en något lägre dygnsmedeltemperatur men en hög ljusinstrålning (Gustavsson, 1996).

Gustavsson (1996) fann att tidpunkten då vallen hade ett energiinnehåll på 11 MJ OE/kg ts kunde variera så mkt som 15 dagar mellan olika år. I Tabell 1 ses ett liknande utfall för årets skördeprognoser där den normala tidpunkten för skörd och datum för skörd enligt prognosen varierade med upp till 16 dagar (Vallprognos, 2011). I en studie av Rinne *et al.* (1999a) konstaterades att temperatur verkade vara en god indikator på hur långt plantan är utvecklad och därmed också dess smältbarhet och energivärde. Temperatursumman kan därför användas som ett riktvärde för att få en skörd med bra näringsvärde (Rinne & Nykänen, 2000).

Vatten

Vattenbrist påverkar växten på ett sådant sätt att det leder till hämmad tillväxt och utveckling (Gustavsson, 1989). Eftersom växten på så sätt inte åldras kommer smältbarheten att vara antingen oförändrad eller bli något högre (Gustavsson, 1989; Wilson, 1983; Van Soest *et al.*, 1978). Även här är en fin balans eftersom allt för stor vattenbrist kommer leda till att ovanjorddelarna kommer att dö (Wilson, 1983) när växten koncentrerar sin energi i rötterna (Brouwer, 1966 citerad i Hirose, 1987). Vattenstress verkar även minska hastigheten med vilken både smältbarheten (Wilson, 1983) och råproteinhalten (Thorvaldsson, 1987) sjunker under tillväxtperioden. På våren och under tidig sommaren är det normalt tillräckligt med vatten i marken för att en vattenbrist skulle kunna uppstå och påverka smältbarheten nämnvärt (Thorvaldsson, 1987). Av denna anledning är det därför mer intressant att ta med vattenparametrar vid skördar under sommaren då det finns risk för vattenbrist.

Tillväxtmodeller

För att estimera när rätt skördetillfälle infinner sig har olika tillväxtmodeller utarbetats (Rinne *et al.*, 2001; Gustavsson *et al.*, 1995; Angus *et al.*, 1980; Hirose, 1987). En del av tillväxtmodellerna är mer komplexa och tar hänsyn till både temperatur, nederbörd, dagslängd och läge medan andra grundar sig på de faktorer som spelar störst roll för tillväxt, till exempel temperaturen (Gustavsson *et al.*, 2003). För att en tillväxtmodell praktiskt ska kunna användas i det dagliga arbetet på gården krävs att den är relativ enkel med få parametrar men med relativt god precision. I en dynamisk modell utformad av Gustavsson *et al.* (1995) uppskattas skördens avkastning i ts, råproteinhalt och OE för timotej i Sverige med data från ljusinstrålning, lufttemperatur, vattenstatus i marken, och kvävekoncentrationer där OE beräknades utifrån plantans utvecklingsstadium. I Norge utvecklades en liknande modell som tog hänsyn till liknande parametrar men skiljer sig i ekvationerna genom att den består av två olika faser beroende på när i utvecklingsstadiet plantan befinner sig (Gustavsson *et al.*, 2003).

Utifrån tidigare försök (Rinne *et al.*, 1999a) har Rinne *et al.* (2001) gjort en modell för att förutse D-värdet hos gräs baserat enbart på temperatursummor och geografiskt läge. Modellen har uppdaterats genom åren med ny opublicerad data men grunden är fortfarande densamma, det vill säga att det behövs en lägre temperatursumma ju längre norrut produktionsplatsen är belägen (personligt meddelande Marketta Rinne, 2011). I Finland finns modellen tillgänglig för lantbrukare på en hemsida på internet där det uppskattade D-värdet presenteras dag för dag baserat på temperaturdata från den Finska Meteorologiska Institutet.

Rinne *et al.* (2002b) undersökte hur användbar en tillväxtmodell var för återväxten och fann att variationen av OE var mindre i återväxten och att fler parametrar än bara temperatur och läge behövdes för att göra en rättvis uppskattning. På en del av de mätstationer som användes i studien mättes dessutom ljusinstrålning vilket kan ge en mer exakt uppskattning av återväxten.

Analysmetoder

Vid analys av vallfoder finns idag en mängd olika metoder. Våmlösligt organiskt material (VOS) är en biologisk metod som länge har använts vid foderanalyser men är relativt tidskrävande. Under senare år har en fysikalisk analysmetod börjat användas i allt högre grad, nämligen Nära Infraröd Reflektans spektroskopi (NIR), som har en större kapacitet att utföra de viktigaste analyserna på en kortare tid (Lindgren, 1988; Lindgren, 1983).

VOS

Våmlösligt organisk substans (VOS) är en biologisk *in vitro*-analysmetod som går ut på att efterlikna våmmiljön hos idisslare. Den är en förenkling av en tvåstegsmetod av Tilly & Terry med några små justeringar (Lindgren, 1988). VOS-metoden går ut på att 0,5 g prov torkas och mals för att sedan blandas med 50 ml av 38° C CO₂-mättad buffert och silad våmvätska i förhållandet 50:1 (49 ml buffert och 1 ml våmvätska). Därefter inkuberas detta i 38° C i 96 h. Våmvätskan sköljs sedan bort och provet torkas vid 105° C i 3 h för att sedan vägas. Efter detta förkolnas provet i 500° C i 40 minuter och vägs sedan igen efter avsvälning. Resultatet korrigeras dessutom för förlust av flyktiga ämnen vid torkningen. VOS beräknas som skillnaden mellan provets innehåll av organisk substans och den utvunna resten av organisk substans. Resultatet anges därför i procent av provets innehåll av organisk substans (Lindgren, 1979).

NIR

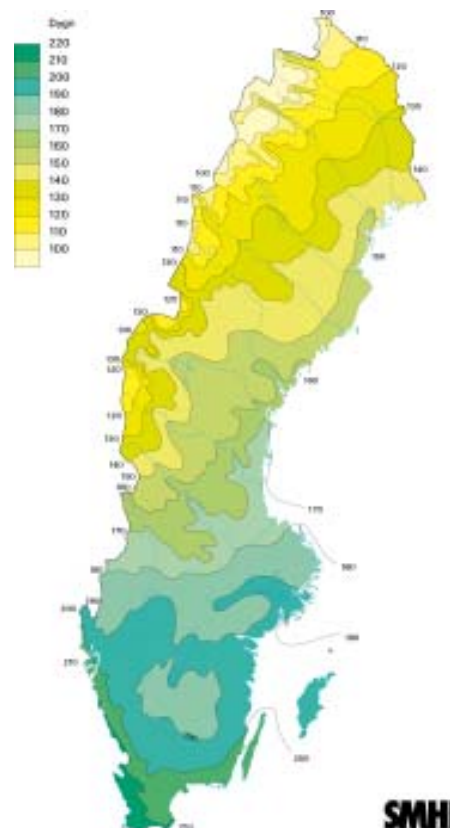
NIR är en fysikalisk spektrofotometrisk analysmetod som bygger på vanligt färgseende i och med att färger registreras när de bryts mot materialet (McDonald *et al.*, 2002; Lindgren 1988; Lindgren, 1983). Analysmetoden är indirekt eftersom resultatet måste jämföras med en referensanalys (vanligtvis gjord med VOS) för att få fram näringsvärdet (Lindgren, 1983). NIR är det område som ligger nära infrarött inom våglängderna 1100-2500 nm (McDonald *et al.*, 2002; Lindgren 1988; Lindgren, 1983). När ljus av denna våglängd belyser materia bildas vibrationer inuti molekylerna och böjningar i bindningarna mellan atomerna (Lindgren, 1988; Lindgren, 1983). NIR-spektrofotometern har känsliga detektorer som registrerar styrkan i de olika vibrationer som uppstår beroende på material (McDonald *et al.*, 2002; Lindgren, 1983). Instrumentet är dock väldigt känsligt och det kan lätt bli instrumentstörningar eftersom styrkan hos vibrationerna är så liten (Lindgren, 1983).

Analysen görs direkt på det torra malda provet vilket gör den till en snabb analysmetod. Flera analyser kan göras på samma prov samtidigt inom 1 minut vilket effektiviserar metoden samt att samma prov kan användas till flera parametrar (Lindgren, 1983). NIR begränsas däremot efter de manuella metodernas osäkra analysmetoder eftersom den måste kalibreras mot känd data (Lindgren, 1983) vilket gör att NIR aldrig kommer bli mer exakt än analysresultatet den kalibrerats mot (Lindgren, 1988; Lindgren, 1983). Detta medför en viss osäkerhet innan ett tillräckligt stort referensmaterial som NIR kan kalibreras mot är insamlat. När NIR-instrumentet har kalibrerats kan bestämning av energivärdet däremot göras med samma noggrannhet som VOS (Lindgren, 1988; Lindgren, 1983). I en jämförelsestudie av Barber *et al.* (1990) mellan olika analysmetoder för att förutsäga smältbarheten i ensilage framkom det att den bästa metoden med avseende på snabbhet, precision och kostnad var NIR, förutsatt att den kalibrerades mot ett väldefinierat foderprov. Studier har även visat på att NIR är en fördelaktig metod att använda för att lätt få fram snabba och billiga resultat på de viktigaste parametrarna i ett färdigt ensilage (Masoero *et al.*, 2007; Lindgren, 1988). En nackdel med

NIR är att det inte går att mäta de flyktiga fettsyror (VFA) eftersom dessa avdunstar under torkningen av provet (Masoero *et al.*, 2007).

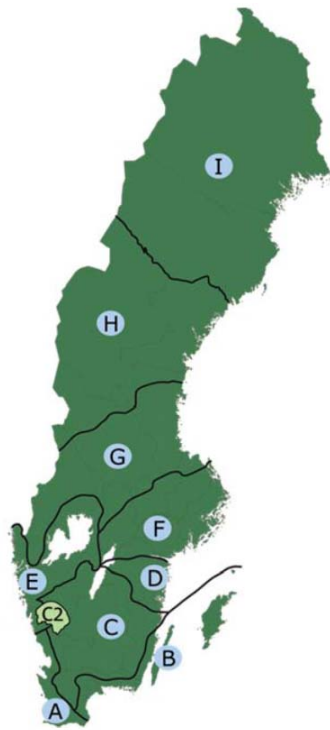
Indelning i produktionsområden

Vegetationsperioden, det vill säga den period som plantan kan växa till, är när dygnsmedeltemperaturen överstiger + 5° C i fem dagar (Figur 2)(SMHI, 2011). Sverige är ett långt land där klimatet skiljer sig till stor del från norr till söder och därmed även temperatur och vegetationsperiod. Från Skånes slättbygder via småländska höglandet till Norrlands skogsbygder hinner både topografi och jordart ändras flera gånger. Som kan ses i Figur 2 har till exempel Småländska höglandet i jämförelse med övriga Småland en kortare vegetationsperiod, liknande den i södra Svealand. I och med de stora skillnaderna i framförallt vegetationsperiodens längd delas Sverige därför in i olika produktionsområden med olika förutsättningar. I Sverige används olika områdesindelningar inom jordbruksstatistiken beroende på produkt. En av dessa indelningar, Statistiska Centralbyråns (SCB) produktionsområden, delar in Sverige i åtta olika produktionsområden som baseras på Höijers indelning från 1921 där hänsyn tas till bland annat berggrund, topografi och klimat. Under årens lopp har denna indelning justerats och bestod år 2000 av 61 naturliga jordbruksområden som i 18 produktionsområden som i sin tur utgjorde åtta större produktionsområden (Larsson, 2006).



Svensk Mjölke[®] har nyligen delat in Sverige i en snarlik indelning som de åtta områden SCB använder sig av i jordbruksstatistiken (Åkerlind, 2011a). Den nya indelning som Svensk Mjölke[®] använder sig av (Figur 3) har tio olika områden som är något modifierade men har även fått två nya områden till skillnad från SCB, nämligen sjuhärad i Västergötland och nordöstra Götaland (Åkerlind, 2011a). Indelningen som Svensk Mjölke[®] använder är förutom klimat och jordmån även baserat på organisatorisk indelning vilket underlättar bearbetning av lagrade foderanalyser. Norra Sverige är endast indelat i två områden men eftersom jordbruk från Väster- och Norrbotten främst sker på kusten och i Jämtland och Ångermanland framför allt sker kring Storsjöområdet blir inte skillnaderna så stora (Åkerlind, 2011b).

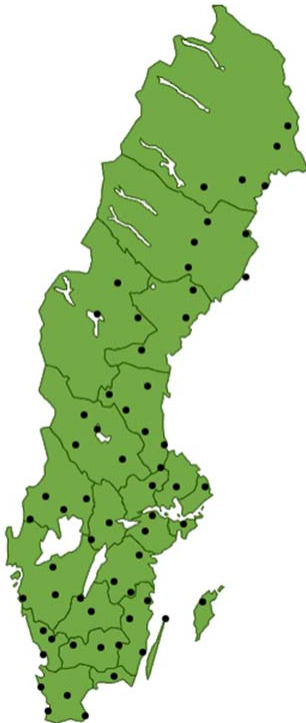
Figur 2. Vegetationsperiodens längd i Sverige. Ju mörkare grön färg desto längre vegetationsperiod (SMHI, 2011).



- A **Sydvästra Götaland** (syd- och västkusten i Halland och i Skåne)
- B **Sydöstra Götaland** (Skånes ostkust, Blekinge- och Kalmarsundskusten, Öland och Gotland)
- C **Mellersta Götaland** (mellersta Götaland)
- C2 **Sjuhärad**
- D **Nordöstra Götaland** (Östgötaslätten och nordöstra Småland)
- E **Nordvästra Götaland/Svealand** (Bohuskusten, Västgötaslätten, Vänerbygden)
- F **Mälardalen** (Mälardalen och Hjälmarsbygden. Större delar av Uppland, Västmanland, Närke och Södermanland)
- G **Norra Svealand/södra Norrland** (norra Svealand och Södra Norrland med sydöstra Dalarna och södra Gästrikland)
- H **Mellersta Norrlands kustland och Storsjöbygden** (mellersta Norrland från kusten och inöver Storsjöbygden, Ångermanland och Jämtland)
- I **Norra Norrland** (Västerbotten och Norrbotten)

Figur 3. Områdesindelning för Svensk Mjölks® skördedata (Åkerlind, 2011a).

Vallprognos



Vallprognos är, som tidigare nämnt, en internetbaserad skördeprognoshemsida som ska underlätta optimal skördetid för vallfoderproducenter. Vallprognos har liksom en liknande tjänst i Finland (<http://www.agronet.fi/artturi>) studier gjorda av Rinne *et al.* (1999) till grund för när det optimala skördetillfället infaller. Skördeprognosen anger när temperatursumman för respektive mätstation (Figur 4) har uppnått summan 250° C (Vallprognos, 2011). Till skillnad från den finska tjänsten Artturi som förutom temperatursumma även använder sig av breddgrader (personligt meddelande Marketta Rinne, 2011), utnyttjar Vallprognos endast temperatursumman i sin prognos och använder samma summa på 250° C i hela Sverige. För varje mätstation finns en graf som visar hur högt temperatursumman har kommit för varje dag och samtidigt förutspå vilket datum temperatursumman har uppnått 250° C (Vallprognos, 2011). Detta gör det möjligt för vallfoderproducenter att planera i förväg när det optimala skördetillfället infinner sig med tanke på det lokala vädret och andra planeringar på gårdsnivå.

Figur 4. De olika mätstationerna som används vid summering av dygnsgrader på Vallprognos (Vallprognos, 2011).

Material och metoder

Datainsamling och analys

Provskördar togs runt om i Sverige vid olika tidpunkter för att få fram den aktuella energimängden i vallen. Proven togs genom att en till tre områden på vallen om 0,5 m² vardera skördades och skickades in för analys. Provskördarna analyserades med hjälp av NIR-metoden av EuroFins[®], Linköping Sverige. Proverna jämfördes med kalibrering som i huvudsak bygger på blandvallsprover (personligt meddelande Brohede, 2012). Om klöverhalten i blandvallsprovet översteg 50 % analyserades råprotein enligt Kjeldahl (NMKL nr 6 3 utg. 1976) och MJ OE/kg ts enligt VOS (Lindgren, 1988) (personligt meddelande Brohede, 2012).

Analysresultaten från alla provskördar skickades in till <http://www.vallprognos.se> till en samlad databas där analysresultaten sparas. För varje resultat angavs datum för provskörd, plats, län, typ av gröda (gräs-, klöver- eller blandvall) samt energi, protein och NDF från analysen. Information om medeltemperatur hämtades till <http://www.vallprognos.se> från SMHI där temperatursumman beräknas som \sum (dygnsmedeltemperatur – 5° C) efter att dygnmedeltemperaturen överstigit + 5° C fem dagar i rad.

Resultathantering och statistisk analys

De olika resultaten delades in efter olika år och enligt områdesindelningen från Svensk Mjök[®] (Åkerlind, 2011a). Den aktuella temperatursumman vid varje skördetillfället för respektive skördeplats hämtades från <http://www.vallprognos.se>. Varje skördeplats kopplades ihop med den mätstation som låg närmast. Då en skördeplats låg mitt i mellan två mätstationer valdes den mätstation som hade den mest topografiskt likvärdiga. Då en del analysresultat hade fått värdet -1 på både energi, protein och NDF togs dessa bort då värdet anses orimligt och det troligtvis har blivit fel vid analysen. Även skördetillfällen som var tagna vid en temperatursumma >300 och <100 dygnsgrader togs ur resultatet då de högre temperatursummorna troligtvis representerade en andraskörd och lägre temperaturer än 100° C inte är relevanta då det inte är aktuellt att skörda vid lägre temperaturer. Breddgrad i latitud kopplades ihop med respektive mätstation.

Analysresultaten analyserades med hjälp av SAS version 9.3 (SAS, 2010). Proc GLM med år och område som klassvariabel och temperatursumma som kontinuerlig variabel tillämpades först. Dessutom testades lutning för varje regression i respektive område. Regressioner gjordes för energi, protein och NDF.

Resultat

På hemsidan www.vallprognos.se finns information för varje mätstation om normalt skördedatum (det datum då temperatursumman 250 dygnsgrader normalt brukar inträffa) samt vad som blev utfallet 2011 och 2012 (Tabell 1). Från dessa kan läsas att utfallet år 2011 blev kring 14 dagar tidigare än normalt. Med normalt avses medeltalet för 30 år (1961-1990)(SMHI, 2011).

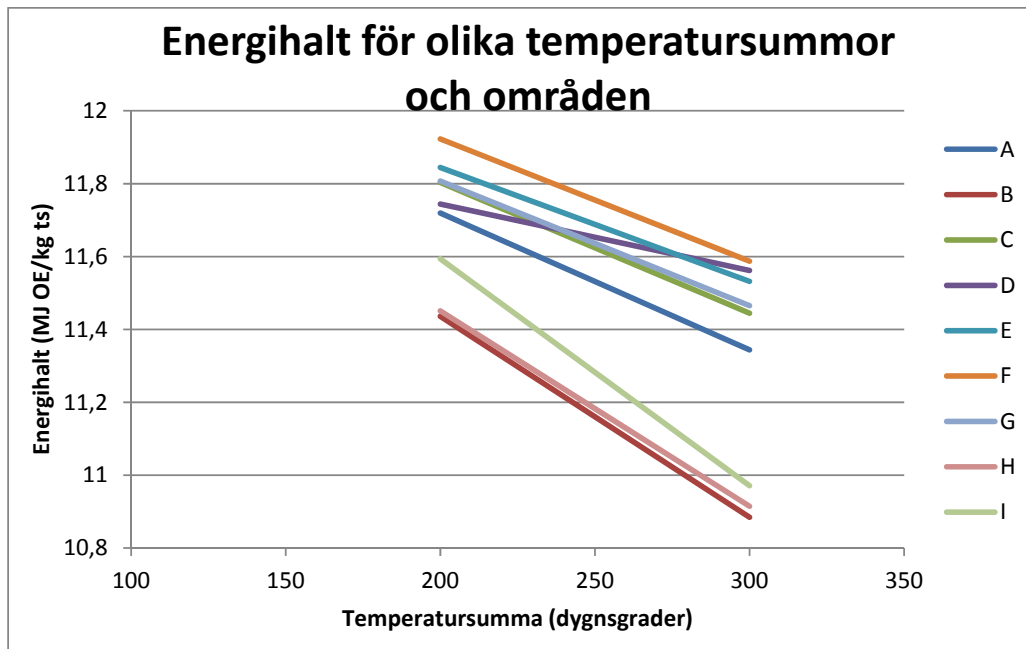
Tabell 1. Variation mellan normalt skördetillfälle för 250 dygnsgrader och utfall år 2011 och 2012 (Vallprognos, 2012)

Område	Ort	Normalt skördedatum	Utfall 2011	Utfall 2012
Sydöstra Götaland	Kalmar	11 juni	28 maj	2 juni
Mellersta Götaland	Jönköping	15 juni	31 maj	6 juni
Sydvästra Götaland	Malmö	3 juni	20 maj	24 maj
Norra Svealand	Gävle	17 juni	1 juni	18 juni
Storsjöbygden	Frösön	28 juni	16 juni	4 juli
Norra Norrland	Umeå	24 juni	16 juni	28 juni

I den övergripande analysen var år, område och temperatursumma starkt signifikanta för samtliga tre variablerna energi, protein och NDF ($p < 0,0001$). Separata analyser gjordes därför inom varje område för att få en tydligare bild över hur energi-, protein- och fibervärdena ändrades med temperatursumman samt vilka värden vallen hade vid 250 dygnsgrader (Tabell 2, Figur 5, Tabell 4, Figur 6, Tabell 5 och Figur 7). Eftersom både rena gräs-, bland- och klöverbullar analyserades har resultatet delats in i värden för alla provskördar samt enbart gräs- och blandvallar då prover innehållandes >50 % klöver analyserades med VOS i stället för NIR (personligt meddelande Brohede, 2012).

Tabell 2. Regression av de olika energivärdena (MJ OE/kg ts) med och utan klöverskördar över samtliga år för respektive område och temperatursumma. Faktorn anger med hur mycket energivärdet minskar per ökad grad (MJ OE/kg ts & 10 grader). N = antal observationer

Område	MJ OE/kg ts för alla provskördar utan klöver vid respektive temperatursumma (dg)							Förändring (MJ OE/kg ts & 10 grader)	N
	220	230	240	250	260	270	280		
A	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,5	11,4	-0,038	126
B	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1	11,0	11,0	-0,055	155
C	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,5	-0,036	374
D	11,7	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	-0,018	107
E	11,8	11,8	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	-0,031	195
F	11,9	11,8	11,8	11,8	11,7	11,7	11,7	-0,034	341
G	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,5	-0,034	236
H	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1	11,1	11,0	-0,054	91
I	11,5	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1	-0,062	166
MJ OE/kg ts alla provskördar vid respektive temperatursumma (dg)									
A	11,5	11,5	11,4	11,4	11,4	11,3	11,3	-0,046	135
B	11,3	11,2	11,2	11,1	11,1	11,0	10,9	-0,058	161
C	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,5	-0,036	374
D	11,7	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	-0,018	107
E	11,8	11,8	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	-0,030	197
F	11,9	11,8	11,8	11,8	11,7	11,7	11,7	-0,034	341
G	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,5	-0,034	236
H	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1	11,1	11,0	-0,054	91
I	11,4	11,4	11,3	11,3	11,2	11,1	11,1	-0,062	166



Figur 5. Regression av energivärdet mot temperatursumma år för respektive område.

Energi

Utifrån regressionen som gjordes (Figur 5) kunde ekvationer fås och en teoretisk temperatursumma vid samma energivärde kunde på så sätt beräknas (Tabell 3). Tidigaste skördetillfälle var för område B vid 207 dygnsgrader medan senaste skördetillfälle var i område D vid 389 dygnsgrader.

Tabell 3. Temperatursumma (dygnsgrader) vid 11,4 MJ OE/kg ts i provskördarna

Område	A	B	C	D	E	F	G	H	I
dygnsgrader	285	207	312	389	342	356	319	209	231

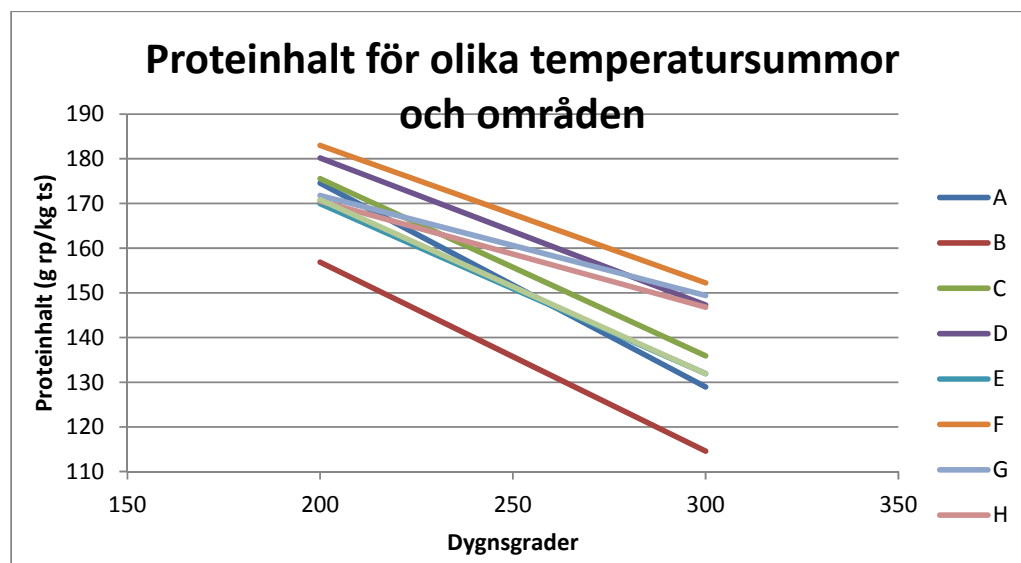
Protein

Regressionen gjord i SAS visade på variation även i proteinhalt samt hur den förändras med ökad temperatursumma (Tabell 4 och Figur 6). Råproteinhalten vid 250 grader för grässkördarna varierade mellan 136 – 168 g rp/kg ts.

Tabell 4. Regression av de olika råproteinvärdena (g rp/kg ts) med och utan klöverskördarna mot temperatursumma (dg) för respektive område och temperatursumma. Förändringen anger med hur mycket råproteinvärdet minskar per ökad grad (g rp/kg ts & 10 grader). N = antal observationer

Dygnsgader									
Område	220	230	240	250	260	270	280	Förändring	N
A	165	161	156	152	147	143	138	-4,6	126
B	148	144	140	136	132	127	123	-4,2	155
C	168	164	160	156	152	148	144	-4,0	374
D	174	170	167	164	160	157	154	-3,3	107
E	162	159	155	151	147	143	140	-3,8	195
F	177	174	171	168	165	161	158	-3,1	341
G	167	165	163	161	158	156	154	-2,2	236
H	166	163	161	159	156	154	152	-2,4	91
I	163	159	155	151	147	144	140	-3,9	166

Dygnsgader									
Område	220	230	240	250	260	270	280	Förändring	N
A	171	167	163	159	155	151	146	-4,1	135
B	155	151	147	143	140	136	132	-3,9	161
C	168	164	160	156	152	148	144	-4,0	374
D	174	170	167	164	160	157	154	-3,3	107
E	162	159	155	151	147	143	140	-3,8	197
F	177	174	171	168	165	161	158	-3,1	341
G	167	165	163	161	158	156	154	-2,2	236
H	166	163	161	159	156	154	152	-2,4	91
I	163	159	155	151	147	144	140	-3,9	166



Figur 6. Regression av råproteinvärdet (rp) mot temperatursumma för respektive område.

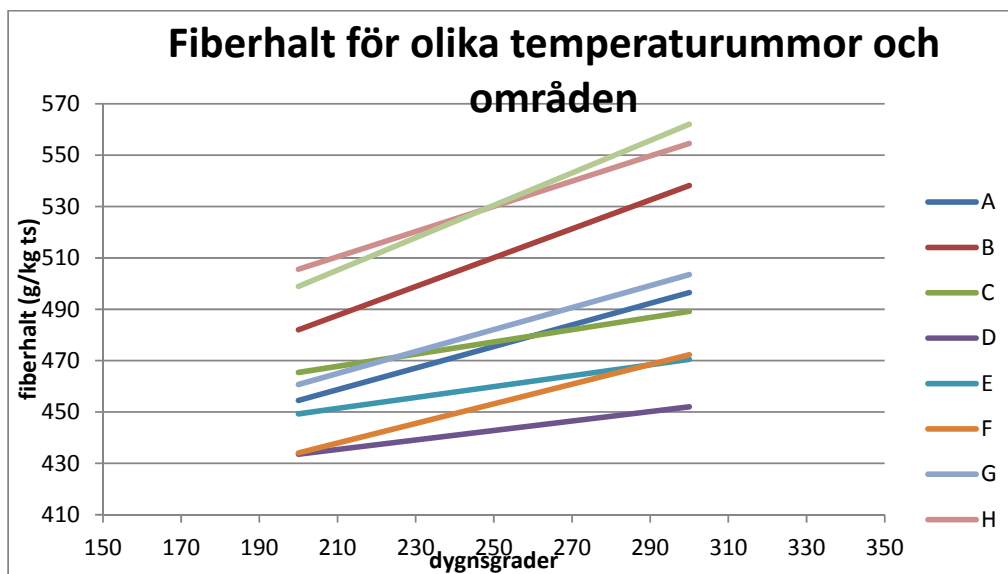
NDF – fiber

Regressionen visade att fiberhalten för grässkördarna varierade mellan 443 – 530 g/kg ts (Tabell 5 och Figur 7). Förändringen per ökad temperatursumma var som högst i område I och lägst för område D.

Tabell 5. Regression av de olika fiberhalterna (g/kg ts) med och utan klöverskördarna mot temperatursumma för respektive område och temperatursumma. Faktorn anger med hur mycket fiberhalten ökar per ökad grad (g/kg ts & 10 grader). N = antal observationer

Område	Dygnsgader							Förändring	N
	220	230	240	250	260	270	280		
A	463	467	471	476	480	484	488	4,2	126
B	493	499	504	510	516	521	527	5,6	155
C	470	473	475	477	480	482	484	2,4	374
D	437	439	441	443	445	446	448	1,8	107
E	454	456	458	460	462	464	466	2,1	195
F	442	446	449	453	457	461	465	3,8	341
G	469	474	478	482	486	491	495	4,3	236
H	515	520	525	530	535	540	545	4,9	91
I	512	518	524	530	537	543	549	6,3	166

Område	Dygnsgader							Förändring	N
	220	230	240	250	260	270	280		
A	459	463	467	472	476	480	484	4,1	135
B	490	495	500	506	511	516	522	5,4	161
C	470	473	475	477	480	482	484	2,4	374
D	437	439	441	443	445	446	448	1,8	107
E	454	456	458	460	462	464	466	2,0	197
F	442	446	449	453	457	461	465	3,8	341
G	469	474	478	482	486	491	495	4,3	236
H	515	520	525	530	535	540	545	4,9	91
I	512	518	524	530	537	543	549	6,3	166



Figur 7. Regression av fibervärdet mot temperatursumma för respektive område.

I Tabell 6 och Tabell 7 har signifikanser mellan de olika områdena för skattat energivärde vid 250 dygnsgrader samt förändring summerats. Samma gemensamma bokstav innebär att ingen signifikant skillnad mellan de olika energivärdena vid $p < 0,05$ fanns. Tabell 6 är en sammanställning av

Tabell 8 där det skattade medelvärdet som ses i Tabell 6 har jämförts med respektive område. Inget område var signifikant skilt från de övriga. Område B, H och I skiljde sig kraftigt från de andra med en lägre energihalt. Område F fick den högst skattade energihalten men skiljde sig inte signifikant åt från område D och E. I Tabell 7 ses att signifikans av hur fort energivärdet förändras efter temperatursumma endast finns mellan A och I. Det finns således ingen signifikans inom grupperna i Figur 5 och endast en antydning till signifikans mellan de båda grupperna förutom för område I.

Tabell 6. Skattning av energivärde vid 250 dygnsgrader för olika områden. Olika små bokstäver indikerar signifikant skillnad, $p < 0,05$

Område	Energi (MJ OE/kg ts)	Signifikans
A	11,6	ac
B	11,2	b
C	11,6	ac
D	11,7	acd
E	11,7	cd
F	11,8	d
G	11,6	ac
H	11,2	b
I	11,3	b

Tabell 7. Signifikans för förändring av energivärdet (MJ OE/kg ts & 10 grader) mellan olika områden. Signifikansnivå $p < 0,05$

Områden	Signifikans
A mot B	0,0601
D mot E	0,2121
B mot I	0,4581
A mot I	0,0157

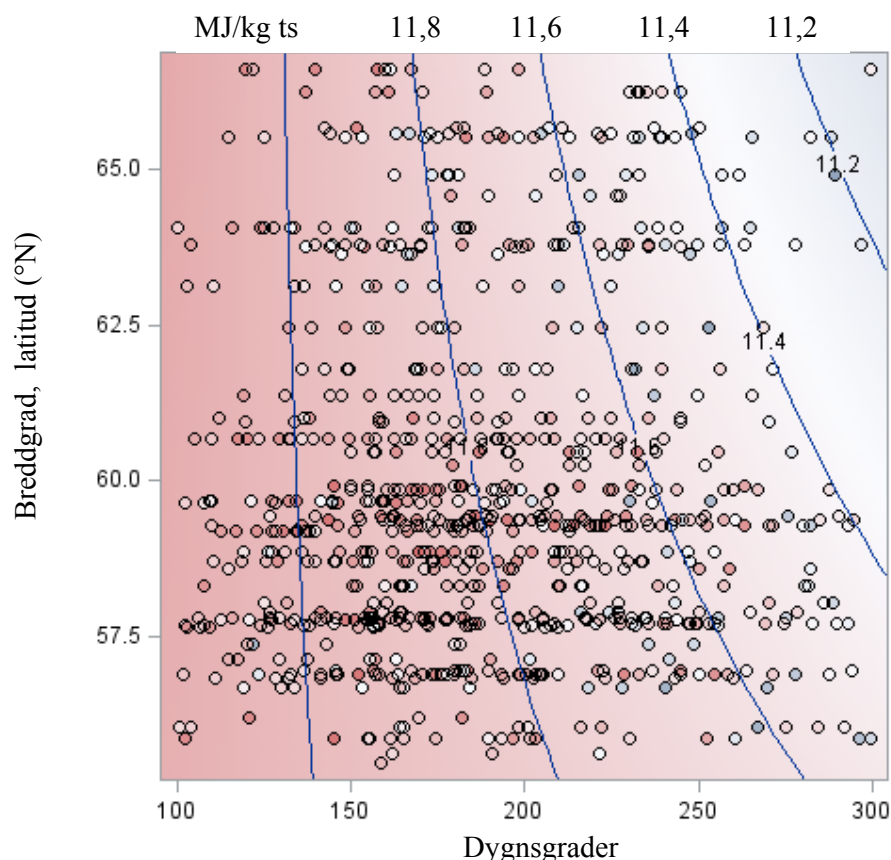
Tabell 8. Signifikans för skillnaden mellan energihalterna vid 250 dygnsgrader för respektive område. Energihalterna som avses åskådliggörs i tabell 6. Signifikansnivå $p < 0,05$

Område	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		<,0001	0,1329	0,0937	0,0224	0,0003	0,1299	0,0002	0,0004
B	<,0001		<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,8128	0,1029
C	0,1329	<,0001		0,6398	0,2637	0,0077	0,8332	<,0001	<,0001
D	0,0937	<,0001	0,6398		0,6100	0,1014	0,8091	<,0001	<,0001
E	0,0224	<,0001	0,2637	0,6100		0,2471	0,4272	<,0001	<,0001
F	0,0003	<,0001	0,0077	0,1014	0,2471		0,0418	<,0001	<,0001
G	0,1299	<,0001	0,8332	0,8091	0,4272	0,0418		<,0001	<,0001
H	0,0002	0,8128	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001		0,2729
I	0,0004	0,1029	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,2729	

För att studera om det fanns en effekt av hur långt norr ut i landet grödan odlades lades varje mätstations latitud in i modellen. Ett klart signifikant samspel visade sig då föreliggande mellan temperatursumma och latitud ($p < 0,01$). Detta illustreras i

Figur 8. Interaktion mellan temperatursumma (x-axeln) och latitud (y-axeln). $P=0,0099$. De vertikala linjerna beskriver hur temperatursumman ändras för samma energihalt i fodret vid olika breddgrader. där y-axeln visar den nordliga breddgraden (från 55 °N till 67,5 °N) och x-axeln visar temperatursumman. I diagrammet ligger även linjerna för energivärdet för

respektive breddgrad vid en viss temperatursumma. Den mittersta linjen utgörs av 11,6 MJ/kg ts. Ur figuren går det till exempel att utläsa att vid ca 57 °N breddgrad är energivärdet ungefär 11,6 MJ/kg ts vid temperatursumman 250 grader. Längre norrut i landet, vid 65 °N, infinner sig energivärdet 11,6 redan vid temperatursumman ca 220 grader.



Figur 8. Interaktion mellan temperatursumma (x-axeln) och latitud (y-axeln). $P=0,0099$. De vertikala linjerna beskriver hur temperatursumman ändras för samma energihalt i fodret vid olika breddgrader.

Områden

Skillnad i tidpunkt för 250 dygnsgrader för respektive område ses i Tabell 9. De områden längst i norr (G, H och I) hade ej kommit upp i temperatursumman 250 dygnsgrader utan beräknades endast på prognos för infallandet. Skillnaden i dagar för skördetillfälle inom respektive område varierade mellan 6 – 17 dagar med ett genomsnitt på 11 dagar.

Tabell 9. Antal dagar som skiljer första och sista prognos av skördetillfälle inom de olika områdena (Vallprognos, 2012)

	Område								
Dagar	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	15	9	10	9	8	17	13*	14*	6*

* Tidpunkt för 250 dygnsgrader ännu ej uppnådd.

Diskussion

Eftersom temperaturdata finns lagrat på Vallprognos hemsida sedan 2007 är det ett intressant verktyg för att se hur långt våren har kommit vid samma tidpunkt mellan olika år (Tabell 1). Normalskörden är ett medeltal över många år (Vallprognos, 2011) och utfallet år 2011 blev för de flesta orter två till tre veckor tidigare än tiden för normalskörd. Detta kan dels bero på en ovanligt varm vår men kan även vara ett tecken på den globala uppvärmning som sker vilket medför tidigare skördedatum. Detta är dock inget som studerats närmare i denna studie. Även utfallet 2012 tyder på att det är ett tidigare skördetillfälle än tiden för normalskörd, i alla fall för de södra delarna av Sverige. För norra delen av Sverige inföll skördetillfället ungefär samtidigt som datumet för normalskörd. För en del platser (till exempel Frösön) inföll skördetillfället även ca en vecka senare än normalt.

Temperatursumman verkar, i enlighet med Rinne *et al.* (1999a), vara en god indikator på energivärdet i vallen och därmed också dess smältbarhet och hur långt plantan är utvecklad varför temperatursummor med fördel används inom vallproduktionen för att förutse näringsvärdet (Rinne & Nykänen, 2000). Då en optimal energihalt för att få så hög konsumtion och så hög andel av energin i foderstaten från grovfodret som möjligt är runt 11,0 MJ OE/kg ts (Martinsson, 2003; Pettersen, 1997; Camberlain & Wilkinson, 1996) innebär detta att det i nästan alla områden är ett något för högt energiinnehåll (Tabell 2) även för de analyser innehållandes klöver vilket kommer diskuteras vidare längre ner. Även i enlighet med studier gjorda i Finland (Rinne *et al.*, 2006; Rinne *et al.*, 2001; Rinne *et al.*, 1999b) på det optimala energiinnehållet om 11,2 MJ OE/kg ts verkar 250 dygnsgrader vara en något för låg summa för vissa områden. Beroende på produktion kan det vara bättre eller sämre med ett energirikt grovfoder. För en höglakterande mjölkko eftersträvas oftast så högt energiinnehåll som möjligt utan att fiberhalten blir för låg medan för till exempel extensiv köttproduktion å andra sidan kan ett så kraftigt grovfoder leda till för feta djur och avdrag från slakterierna. Energimängden i ett grovfoder beror som tidigare nämnt inte enbart på yttre faktorer utan även på sort och art (McDonald *et al.*, 2002; Camberlain & Wilkinson, 1996). Då resultaten från provskördarna i huvudsak består av gräs kan det reella energiinnehållet vara något lägre när klöver blandas in i vallen för ökat proteininnehåll. Ur provskördarna som fåtts från Vallprognos är inte alltid sort och art angivet utan enbart gräs-, bland eller klövervall. Det finns dock på enstaka provskördar angivet olika grässorter så som timotej, rajgräs, ängssvingel och hundäxing men detta är just bara för enstaka prover. Detta medför att det är svårt att dra exakta slutsatser om energivärdet i vallen utifrån de provskördar som finns eftersom de olika arterna kommer att jämföras med varandra utan att hänsyn tas till deras utvecklingsstadium och egenskap. Eftersom det inte går att utläsa vilken grässort de olika provskördarna innehåller finns därför en risk att olika sorter odlas i större utsträckning i olika delar av landet eftersom olika sorter har olika egenskaper och på så vis gynnas olika av jordmån och väderlek. Samma problematik infaller sig då de flesta som odlar vall inte har en ren gräsvall utan oftast en blandning av olika sorter av gräs samt klöverinblandningar och inte kan jämföras rakt av med provskördar från rena gräsvallar. Olika sorter beroende på område behöver däremot inte vara till ett problem för lantbrukarna eftersom chansen är stor att lantbrukaren själv odlar samma sort som provskördarna i området och på så vis jämför med ”rätt” sort.

Regression gjordes dels på samtliga provskördar men även på den när klöverproverna tagits bort och bara gräs- och blandvallsanalyserna återstod. Klöveranalyserna togs bort eftersom dessa analyserades med VOS-metoden, till skillnad från gräs- och blandvallar som analyserades med hjälp av NIR-metoden. Detta gjordes för att minska eventuella skillnader orsakade av analysmetod. Skillnaden mellan samtliga provskördar och när klöverskördarna

tagits bort blev som tidigare nämnt inte så stor som förväntat. Detta beror troligtvis på att de flesta klöverprovskördar fått orimliga värden (det vill säga -1) och togs ur resultatanalysen även när alla provskördar analyserades tillsammans. På så sätt medförde detta att det enbart för område A och B fanns tillräckligt många klöverskördar analyserade med godtagbart resultat att det gav något utslag i energi-, protein- och NDF-värdet (Tabell 2, Tabell 4 och Tabell 5). I område E fanns endast två acceptabla analysresultat med klöver vilket inte påverkade resultatet i sin helhet. De resultat utan klöver ger i regel mer energi men mindre protein eftersom klöver innehåller mindre energi men mer protein per kg ts än vad gräs gör (Gustavsson, 1996). Trots att många resultat från framförallt klöver har fallit bort är det ändå tillräckligt stor mängd data för att få en representativ bild av hur näringsvärdet i provskördarna varierar mellan områdena.

Näringsvärde

Energi

Energivärdet för samtliga områden, A-I, över samtliga år, 2007-2011, vid 250 dygnsgrader varierade mellan 11,2 – 11,8 MJ OE/kg ts (Tabell 2). Ett högre energiinnehåll i vallen vid 250 dygnsgrader tyder på att vallen kan skördas vid en högre temperatursumma än för de områden med lägre energiinnehåll. Energihalten i vallen för alla provskördar låg högst för område F och lägst för område B (Figur 5 och Tabell 2). Område B skiljer sig dock inte signifikant från område H och I vid skattat energivärde (Tabell 6). Att område B som ligger i södra delen av Sverige (Figur 4 och Figur 3) har bland de lägsta energihalterna trots deras normalt soliga väder (SMHI, 2011) skulle kunna beror på att temperaturen där är mycket lägre än övriga Sverige på grund av en nedkylning från Östersjön. Detta skulle på så sätt leda till att 250 dygnsgrader infaller vid ett senare tillfälle trots mycket ljusinstrålning. Visserligen påverkar ljusinstrålningen endast sekundärt plantans smältbarhet och kvalitet (Van Soest *et al.*, 1978) eftersom dess begränsande effekt är beroende på temperatur (Gustavsson, 1989) men troligtvis är det ändå så pass varmt i område B att plantan utvecklas snabbare än temperatursumman ökar. Detta skulle i så fall betyda att 250 dygnsgrader infaller i ett senare utvecklingsstadium sett jämfört med de inre delarna av landet. Eftersom en högre temperatur påskyndar mognadsprocessen och lignifieringen hos plantan (Gustavsson, 1989; Van Soest *et al.*, 1978) samtidigt som en hög ljusinstrålning ökar mängden lättlösliga kolhydrater (Gustavsson, 1989) och även inlagringen av aminosyror och protein (Van Soest *et al.*, 1978) borde vädret i område B (lägre temperatur med fler soltimmar) ge en vall med ett högre energiinnehåll. Eftersom så inte är fallet i område B skulle ett senare skördetillfälle vid 250 dygnsgrader kunna leda till att plantan befinner sig i ett senare utvecklingsstadium med lägre energiinnehåll. Här skulle det alltså vara fördelaktigt med ett tidigare skördetillfälle temperaturmässigt jämfört med resterande Sverige.

Utifrån Tabell 6 kan konstateras att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan energivärdet vid 250 dygnsgrader för område B, H och I. H och I ligger nära varandra men B är bland de områden som ligger längst ifrån H och I. Utifrån områdena går det alltså inte att säga att en lägre temperatursumma skulle vara mer fördelaktig längre norrut jämfört med söderut. Däremot skulle både område B i söder och områdena H och I i norr få en fördel av att skörda vid en lägre temperatursumma i vallen jämfört med resterande Sverige för att få ett så likt energivärde i vallen som möjligt. För samband mellan temperatursumma och läge beroende på breddgrad vilken är en av faktorerna i den finska liknande internetbaserade tjänsten Artturi (personligt meddelande, Rinne 2011; Rinne *et al.*, 2001) sågs först då latitud för varje mätstation användes istället för områdesindelningen (Figur 8). Samspelet mellan breddgrad och temperatursumma visade sig då vara starkt signifikant trots den avvikelser som kunde ses i område B. Resultatet visar på ett samband

mellan temperatursumma och breddgrad vilket skulle kunna användas i en ekvation för att få fram optimal energihalt i skörden. Det är dock svårt att dra några konkreta slutsatser ifrån detta resultat då det skulle behövas fler registreringar i ett större temperaturintervall än vad som kunde fås ur Vallprognos databas. Ur

Figur 8 kan även utläsas att temperatursumman 250 dygnsgrader för de flesta breddgrader är en för låg temperatursumma vilket även det är en intressant iakttagelse. I denna studie verkade mätstationen endast utgöra ca $\frac{1}{4}$ (24,6 %) av variationen som sågs i energihalt. Trots att skillnad mellan mätstation sågs betyder detta att det även är andra faktorer som spelar in, som till exempel år, jordmån och nederbörd. Energihalten var för område F 11,8 MJ OE/kg ts vilket betyder att vallen med fördel skulle kunna skördas vid en högre temperatursumma. Område F skiljde sig dock inte signifikant åt från område D och E som alla ligger inom mittbältet i Sverige där det finns en del slättlandskap i och med Östgötaslätte, Västgötaslätten, Upplandsslätten men även slätterna kring Brålanda i Dalsland.

Energivärdet i provskördarna sjunker olika snabbt beroende på område, se Figur 5 samt förändringskolumnen i Tabell 2. Thorvaldsson (1987) hittade inget signifikant samband mellan smältbarhet och dagslängd vilket resultaten i denna studie stödjer. Område B och I har den högsta minskningen per grad medan område D har den lägsta. Detta skulle förklara varför område B har den lägsta energin då minskningen var större än för de övriga områdena. Beroende på var i Sverige spelar alltså temperaturen större roll och förändringen i näringsvärde påverkar vallen olika. En ökning av temperatursumman påverkar område I i större utsträckning än vad den gör i övriga områden även om förändringen inte var signifikant skild från område B och H (Tabell 7). Enligt Figur 5 ses två tydliga grupper som är skilda från varandra. Område B och H som inte skiljer sig signifikant från den andra gruppen men som rör sig inom ett lägre energiinnehåll och område I som ligger inom samma energiinnehåll som område B och H och som även skiljer sig signifikant från den andra gruppen. Thorvaldsson (1987) fann att temperatur var den faktor som påverkade smältbarheten hos timotej mest i norra Sverige. I flera studier (Kouppola *et al.*, 2008; Rinne *et al.*, 2006; Rinne *et al.*, 2002a; Rinne *et al.*, 2001) har det framkommit att D-värdet minskade med ca 5 g/kg och dag vid fördröjd skörd vilket innebär en minskning med 0,08 MJ OE/kg ts och dag. Resultaten från provskördarna i denna studie visade att energivärdet minskade med i genomsnitt 0,04 MJ OE/kg ts & per 10 grader. Dygnsmedelvärdet är inget som har undersökts i denna studie men troligtvis ligger medelvärdet i Sverige mellan 8 – 11° C i maj och mellan 12 – 15° C i juni (SMHI, 2011) vilket indikerar på en något lägre energiminskning per dag än vad som framkommit i ovan nämnda studier. I en litteraturstudie av Van Soest *et al.* (1978) på faktorer som påverkar vallfodrets kvalitet innan skörd konstaterades att smältbarheten minskade olika beroende på hur långt norrut vallen odlades. I motsats till detta finns det enligt Figur 5 och Tabell 2 inget tydligt samband mellan hastigheten på minskning av energihalten och område i Sverige. Det kan på så vis vara olämpligt att applicera studier gjorda på olika platser och klimat med varandra. Då en högre temperatur gav en procentuellt sett snabbare minskning av smältbarheten (Thorvaldsson, 1987; Van Soest *et al.*, 1978) borde de områden som ligger i de varmare regionerna av Sverige ha en högre minskning av energivärdet per ökad grad. Dock har ingen förändring av hastigheten med vilken energivärdet ändras med avseende på temperaturen undersökts utan endast den hastighet med vilken energivärdet minskar per grad runt 250 dygnsgrader (Tabell 2).

Protein

Proteinvärderna för samtliga områden, A – I, över samtliga år, 2007 – 2011, vid 250 dygnsgrader varierade mellan 136 – 168 g rp/kg ts (

Tabell 4). Även för protein var det område B som hade lägst värde vilket tyder på att vallen skördas senare utvecklingsmässigt sett jämfört med resterande Sverige. Ingen signifikans beräknades på proteinhalten då det framförallt är energihalten som avgör skördetidpunkt. Högst proteinvärde återfanns precis som för energi i område F. I detta område går det alltså utan att riskera ett för lågt proteininnehåll att skörda vid en högre temperatursumma. För de områden som hade tillräckligt många klöveranalyser (område A och B) sjönk proteinhalten snabbare utan klöveranalyserna vilket stämmer väl överrens med tidigare kunskap (Gustavsson, 1996). Då ett grovfoder till nötkreatur bör innehålla minst 150 g rp/kg ts (Camberlain & Wilkinson, 1996) verkade 250 dygnsgrader stämma väl överrens för de flesta områdena utom område B där det liksom för energi var något under rekommendationerna (Tabell 4). Även för proteinmängden i detta område kan det alltså vara fördelaktigt att skörda vid en lägre temperatursumma. Då protein är en viktig beståndsdel i foderstaten och kan i vissa foderstater, till exempel ekologiska, vara svår att få tillräcklig mängd av är det viktigt att inte låta proteinvärdet bli för lågt då detta i stället leder till att andra proteinfodermedel måste kompletteras i foderstaten. Även utifrån proteinhalten ses ett tydligt samband med temperatur varför temperaturen är en god indikator på vallens näringsinnehåll. Liksom för energi ligger område F bland de högsta proteinvärdena (Figur 6). Skillnaden mellan högsta och lägsta värdet verkar dock inte lika stor som för energi och fördelningen av de andra områdena har förändrats något med framförallt område H som en av de långsammaste föränringarna per 10 grader av proteinhalten tillsammans med område G. För dessa två områden innebär alltså en justering av skördetidpunkt inte lika stor förändring av proteininnehållet som för de andra områdena.

För område A, E och I, som alla har en proteinhalt runt 150 g rp/kg ts, är det viktigt att inte justera upp temperatursumman för mycket då det finns risk att skörden kommer innehålla för lite protein. Skillnad i proteininnehåll kan som tidigare nämnt bero på art och sortvariation i de olika provskördarna. Eftersom gräs och klöver i blandvall inte separeras innan analys kan det därför finnas provskördar med mer klöver i vissa områden resulterande i en lägre förändring per grad och ett högre proteininnehåll.

NDF

Fiberhalten för samtliga områden, A – I, över samtliga år, 2007 – 2011, vid 250 dygnsgrader varierade mellan 443 – 530 g/kg ts (Tabell 5). Lägst fiberhalt fanns i område D medan högst fiberhalt fanns i område I och H. Även för NDF sågs ett tydligt samband med temperatursumma eftersom fiberhalten ökar med ökad temperatursumma (Figur 7 och Tabell 5). Även fördelningen i Figur 7 liknar tidigare fördelningen för energi och protein med område B, H och I i ett mognare utvecklingsstadium med mer fiberinnehåll och område D och F i ett tidigare utvecklingsstadium med ett lägre fiberinnehåll vid samma temperatursumma. Även sett ur fiberhaltsperspektiv kan område B, H och I skördas vid en lägre temperatursumma medan område D, E och F kan skördas vid en högre temperatursumma utan att riskera ett för högt fibervärde och sänkt smältbarhet.

Områdesindelning

För att utvärdera områdesindelningen av Svensk Mjölke[®] (Åkerlind, 2011a) som användes i den här studien gjordes en sammanfattning av antal dagar som skiljde mellan skördetillfälle inom de olika områdena (Tabell 9). Utfallet för årets skörd varierade mellan 6 – 17 dagar inom de olika områdena. Då 250 dygnsgrader ännu inte uppnåtts i alla områden (område G, H och I) bör dessa resultat tas med viss försiktighet. Infallandet av 250 dygnsgrader har en spridning inom område B på nio dagar med senaste skördetillfällena på Öland och Gotland vilket visar på att det här skulle kunna ske en viss nedkylning från havet. Eftersom det är så

stor skillnad i skördetillfälle inom de flesta områden tyder detta på att den nya indelning som används i Sverige, som är gjord dels efter geografi och topografi men även till viss del organisatoriskt, inte är helt optimal vad gäller skördetidpunkt och infallandet av 250 dygnsgrader. Det skulle på så vis vara olämpligt att göra en justering för hela området utan istället att en eventuell justering i så fall enbart skulle ske på de mätstationer där ändring är en fördel vilket inte har undersökts i nuläget. Skulle en justering av temperatursummorna göras i nuläget efter de områden som använts i denna studie skulle temperatursumman för till exempel område B och C, där vissa mätstationer ligger väldigt nära varandra, ha en stor skillnad i temperatursumma (207° C för område B och 312° C för område C). Detsamma gäller för andra områden, till exempel H och G. En tydligare bild av hur vallens näringsvärde påverkas av temperatursumman skulle istället göras med indelning för varje mätstation som sitt eget område. Enligt resultaten som kunde utläsas av interaktionen mellan temperatursumma och breddgrad (

Figur 8) syns till skillnad från områdesindelningen ett signifikant samband. Trots att sambandet var relativt svagt kan slutsats även här dras att områdesindelningen inte är optimal ur justering av temperatursumman. En justering i dagsläget efter områdesindelningen skulle kunna resultera i en felaktig temperatursumma och därav förlorat syfte. En eventuell felkälla som skulle kunna spela in på resultatet är avståndet till närmsta mätstation. Då avståndet ibland var långt kan detta gett upphov till en felaktig temperatursumma. I en del fall har även valet av mätstation stått mellan två platser som topografiskt sett helt olika ut. I dessa fall har valet oftast fallit på den mätstation som topografiskt sett stämte mest överrens.

Korrigerig av Vallprognos

Istället för att sätta en gräns vid 250 dygnsgrader på Vallprognos hemsida skulle en gräns sättas efter energihalt för att få så representativa värden för respektive område. Utifrån de resultat som fås i denna studie kan nya ekvationer tas fram för att justera temperatursumma efter energivärdet. På detta sätt är det inte bara temperaturen som skiljer de olika mätstationerna åt utan även gränsen för när skördetillfälle är lämpligt. Vid valt energiinnehåll på 11,4 MJ OE/kg ts för gräsvallar varierade den beräknade temperatursumman mellan 207 – 389° C (Tabell 3). Troligtvis är en temperatursumma på 389° C något för högt och bör tas med försiktighet. Trots detta påvisar denna studie att det finns en väldigt stor variation av skördetillfälle enligt temperatursumma mellan de olika områdena i Sverige samt att 250 dygnsgrader inte är optimalt och att en justering av temperatursumman skulle vara fördelaktig i stort sett i hela landet. Vid en eventuell justering efter områdesindelningen som använts i denna studie skulle områdena sydöstra Götaland (Skånes sydkust, Blekinge, Kalmarsundskusten, Öland och Gotland), mellersta Norrlands kustland med Storsjöbygden samt norra Norrland kunna skörda vid något lägre temperatursumma än 250 dygnsgrader, förslagsvis vid 220 dygnsgrader. Resterande områden i Sverige skulle kunna skörda vid något högre temperatursumma än 250 dygnsgrader, förslagsvis vid 280 dygnsgrader för att få en så lika energihalt i fodret som möjligt. Eftersom det fanns variation av energivärdet vid 250 dygnsgrader mellan områdena och att denna variation inte var kontinuerlig med läget av de olika områdena och att det även var stor variation av skördedatumet inom områden kan det vara olämpligt med en justering av temperatursummorna enbart efter områdesindelningen. Då ett samband kunde ses mellan temperatursumma och breddgrad (

Figur 8) tyder detta på ett liknande samband som används på Artturi och skulle kunna appliceras även i Sverige. Dock måste fler observationer användas i ett större spann på både temperatursumma och energi för att tydliga samband och ekvationer ska kunna konstateras.

Slutsats

Inga signifikanta skillnader för energivärdet från provskördar mellan olika områden hittades. Dock skiljde sig områdena B, H och I signifikant med avseende på energihalt jämfört med övriga områden. Dessutom konstaterades att det fanns samband mellan temperatursumma och breddgrad vilket tyder på att det skulle vara fördelaktigt att justera temperatursumman utefter breddgrad snarare än områdesindelningen. Möjlighet till justering av temperatursumman kan göras på de resultat som kommit fram i denna studie men då områdesindelningen i dagsläget omfattar stora områden med stor variation inom området rekommenderas istället en justering för respektive mätstation efter breddgrad. Även dessa resultat är knapphändiga och fler observationer i ett större spann av temperatursumma och energihalt skulle behövas varför vidare bearbetning är att föredra innan en korrigerig av temperatursumman görs.

Referenser

- Angus, J.F., Kornher, A., Torsell, B.W.R. 1980. A systems approach to Swedish ley production. *Proceedings of the XIV International Grassland Congress, held at Lexington, Kentucky, USA, June 15-24, 1981*. Smith, A.J.; Hay, V.W. (Editors) 478-481.
- Barber, G.D., Givens, D.I., Kridis, M.S., Offer, N.W., Murray, I. 1990. Predictions of the organic matter digestibility of grass silage. *Animal Feed Science and Technology* 28, 115-128.
- Bernes, G.D., Hetta, M. Martinsson, K. 2008. Effects of harvest date of timothy (*Phleum pratense*) on its nutritive value, and on the voluntary silage intake and liveweight gain of lambs. *Grass and Forage Science* 63, 212-220.
- Breuer, R. 1966. Root growth of grasses and cereals. In: The growth of cereals and grasses (eds. F.L. Milthorpe, D.J. Irvins) pp. 153-166. Butterworth, London.
- Brohede, 2012. Personligt meddelande, Lars Brohede, Eurofins, Lidköping, Sverige.
- Bruinenberg, M.H., Valk, H., Korevaart, H., Struik, P.C. 2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science* 57, 292-301.
- Chamberlain, A.T., Wilkinson, J.M. 1996. Feeding the dairy cow. Chalcome Publications, Painshall, Welton, Lincoln, UK.
- Gillet, M. 1983. Carbon and nitrogen relationship in plants. Some practical consequences for grass. In: *Proceedings of the IX General meeting of the European Grassland Federation*, STAD, Sep 5-9 1982 pp. 43-47.
- Gustavsson, A-M. 1989. Vallväxternas kemiska sammansättning och yttre faktorerers inverkan på smältbarheten. *Tionde Nordiske forskerkurs i plantekultur 6-10 mars 1989 Umeå*. SLU, Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap
- Gustavsson, A-M. 1996. Virkning av klima og værforhold på næringsverdi i grovfôr – behov for høstetidsprognoser. *FAGINFO* 2, 92-98.
- Gustavsson, A.-M., Angus, J.F., Torssell, B.W.R. 1995. An integrated model for growth and nutritional value of timothy. *Agricultural Systems* 47, 73-92.
- Gustavsson, A-M., Bonesmo, H., Rinne, M. 2003 . Modelling growth and nutritive value of grass. *Proceedings of the International Symposium "Early harvested forage in milk and meat production"* 23-24 October 2003, pp. 44-58. Kringler, Nannestad, Norway. ISBN 82-7479-016-2.

- Hirose, T. 1987. A vegetative plant growth model: adaptive significance of phenotypic plasticity in matter partitioning. *Functional Ecology* 1, 195-202.
- Jordbruksstatistisk årsbok. 2012. ISBN 978-91-618-1566-1. Jordbruksverket. Printed in Sweden, Örebro. SCB-tryck.
- Kouppola, K., Rinne, M., Nousiainen, J., Huhtanen, P. 2008. The effect of cutting time of grass silage in primary growth and regrowth and the interactions between silage quality and concentrate level on milk production of dairy cows. *Livestock Science* 116, 171-182.
- Larsson, S. 2006. Sveriges jordbruksområden - En redovisning av jordbruksområden och växtzoner i svenskt jord- och trädgårdsbruk. Aktuellt från institutionen för Växtproduktionsekologi (VPE) Nr 1. Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) Uppsala 2006. ISSN 1653 - 8013
- Lindgren, E. 1979. Vallfodrets näringsvärde bestämt *in vivo* och med olika laboratoriemetoder. Rapport 45, SLU, Avdelningen för husdjurens näringsfysiologi. ISSN: 0347-7965.
- Lindgren, E. 1983. The use of near infrared reflectance spectroscopy for predicting energy value of grass. *Swedish Journal of Agricultural Research* 13, 229-233.
- Lindgren, E. 1988. Fodrets energivärde. *Kompendium för HNU 1: Fodrets näringsvärde och utnyttjande. Inst. För husdjurens utfodring och vård. Avdelningen för idisslarnas ämnesomsättning och fodervärdering, 1988.*
- Martinsson, K. 2003. Vad är det som påverkar konsumtionen av vallfoder? *Nytt från Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap. Husdjur* 2:2003.
- Masoero, G., Sala, G., Pieretti, G. 2007. Development of near infrared (NIR) spectroscopy and electronic nose (EN) techniques to analyse the conservation quality of farm silage. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 5, 172-177.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. *Animal nutrition* 6th ed. Harlow, UK
- Nilsson, B., Ericson, L., Martinsson, K. 2011. Vallens avkastning och kvalitet vid olika skördesystem I norra Sverige. *Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Husdjur* 1-2011.
- NMKL. 1976. Nordic Committee in Food Analysis. 1976. Nitrogen. Determination in foods and feeds according to Kjeldahl. Method description No 6.
- Pettersen, K. 1997. Mjölkbondens år. I: Mjölkkor. p. 11-26 (eds. Agneta Engström & Britt-Marie Jafner). Helsingborg Författarna och LTs förslag. ISBN 91-27-35300-1.
- Rinne, M. 2011. Personligt meddelande, Marketta Rinne, Univeristy of Helsinki, Dept. Of Animal Science, Finland.
- Rinne, M., Hellämäki, M., Nousiainen, J., Aura, E., Huhtanen, P. 1999a. Development of timothy during progressing growth and subsequent nutritional implications. *Proceedings of the XII International Silage Conference*, Uppsala Sweden, July 5-7, 1999, pp. 166-167.
- Rinne, M., Huhtanen, P., Jaakkola, S. 1997a. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 2. Cell wall digestibility, digestion and passage kinetics. *Animal Feed Science Technology* 67, 19-35.
- Rinne, M., Huhtanen, P., Jaakkola, S. 2002a. Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. *Journal of Animal Science* 80, 1986-1998.
- Rinne, M., Jaakkola, S., Huhtanen, P. 1997b. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. *Animal Feed Science Technology* 67, 1-17.

- Rinne, M., Jaakkola, S., Kaustell, K., Heikkilä, T., Huhtanen, P. 1999b. Silage harvested at different stages of grass growth v. concentrate foods as energy and protein sources in milk production. *Animal Science* 69, 251-263.
- Rinne, M., Nousianinen, J., Aura, E., Huhtanen, P. 2002b. Modelling D-value development in grass regrowth less useful than in primary growth. *Proceedings of the XIII International Silage Conference* September 11-13 2002, Auchincruive, Scotland. (Gechie L.M. Thomas, C eds.) pp. 286-287.
- Rinne, M., Nousiainen, J., Hellämäki, M., Helminen, J. 2006. Artturi® - a portal for farmers and experts to improve grass silage production and utilization. [Online](2006) Tillgänglig: <http://www.proagria.fi/icar2006/icar2006program.pdf#page=130> [2011-11-15].
- Rinne, M., Nousiainen, J., Mattila, I., Nikander, H., Huhtanen, P. 2001. Digestibility estimates based on a grass growth model are distributed via internet to Finnish farmers. *Proceedings of the XIX International Grassland Congress*, February 11-21 2001. Brazilian Society of Animal Husbandry, São Pedro, São Paulo, Brazil. 1072-1073.
- Rinne, M., Nykänen, A. 2000. Timing of primary harvest affects the yield and nutritive value of timothy-red clover mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland* 9, 121-134.
- Sanderson, M.A., Wedin, W.F. 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. *Agronomy Journal* 81, 864-869.
- SAS, 2010. SAS Ver 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SMHI - Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. 2011. Klimatindikator - vegetationsperiodens längd. 2011-03. Access: 2011-11-17. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.7887>
- Thorvaldsson, G. 1987. The effects of weather on nutritional value of timothy in northern Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica* 37, 305-319.
- Vallprognos. 2011. [Online](2011-07-05) Tillgänglig: <http://vallprognos.se> [2011-11-14]
- Vallprognos. 2012. [Online](2011-06-02) Tillgänglig: <http://vallprognos.se> [2011-06-02]
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. New York: Cornell University Press. ISBN 0-8014-2772-X.
- Van Soest, P.J., Mertens, D.R., Deinum, B. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *Journal of Animal Science* 47, 712-720.
- Wilson, J.R. 1983. Effects of water stress on herbage quality. *Proceedings of the XIV International Grassland Congress, held at Lexington, Kentucky, USA, June 15-24, 1981*. Smith, A.J.; Hay, V.W. (Editors). 470-472.
- Åkerlind, M. 2011a. Årets förstaskörd behöver en energikick. I: KossaNova 5, 3.
- Åkerlind, M. 2011b. Personligt meddelande. Svensk Mjök.

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*