

# Regional Jordbruksforskning för norra Sverige

## Slutrapport



*Gårdsbesök 2022 (Foto: Juana Chagas)*

Projekt

### **Näringsvärde i norrländska betesvallar samt dess koppling till spektrala mätningar och metanproduktion**

*Nutrient content in pastures in Norrland  
and its relation to spectral measures and methane production*

Forskargrupp

Juana Catarina Cariri Chagas<sup>1</sup>, Gun Bernes<sup>1</sup>, Mohammad Ramin<sup>1</sup>, Julianne Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV), Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå; <sup>2</sup>Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE), SLU, Umeå

*Umeå, 2025*

## **Innehåll**

1. Projektinformation
2. Bakgrund
3. Material och metoder
4. Resultat
5. Slutsatser
6. Tack
7. Referenser
8. Resultatspridning
9. Projektets utveckling i förhållande till ursprunglig plan
10. Information om övrig finansiering
11. Bilaga – Slutrapport till SLF, Annex

## 1. Projektinformation

Titel: Näringsvärde i norrländska betesvallar samt dess koppling till spektrala mätningar och metanproduktion (*Nutrient content in pastures in Norrland and its relation to spectral measures and methane production*)

Forskargrupp:

Juana Catarina Cariri Chagas THV, SLU (projektledare)

Gun Bernes, THV, SLU

Mohammad Ramin, THV, SLU

Julianne Oliveira, VPE, SLU

Start och slut på projektet: maj 2022 till juni 2024

Förlängning till: december 2024

Total beviljad summa: 1 597 780 kr

## 2. Bakgrund

Vilket näringsvärde har det bete som erbjuds till de norrländska mjölkorna? Projektet syftade till att förbättra tillgängliga data rörande betets näringsinnehåll mm, som grund för förbättrad och ökad användning av bete för mjölkkor i norra Sverige. De betesprover som analyserades kom från ett projekt som finansierats av SLF. Ytterligare laboratorieanalyser möjliggjordes med finansiellt stöd från Carl Tryggers Stiftelses (CTS). Beskrivningen nedan härrör från alla dessa projekt för att ge relevant information rörande de prover som analyserats inom RJN-projektet.

## 3. Material och metoder

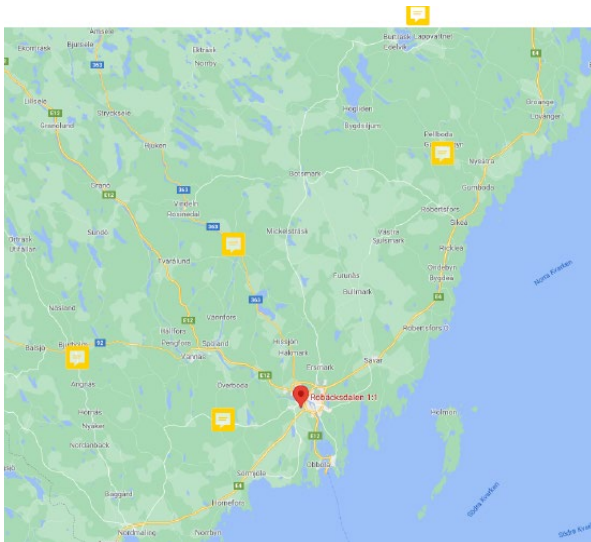
### 3.1. Gårdsdata

I projektet besöktes fem västerbottniska mjölkgårdar, se Figur 1. Dessutom ingick Forslunda naturbruksgymnasium samt SLUs forskningsstation Röbäcksdalen, båda belägna i utkanten av Umeå.

Fältstudierna genomfördes under betessäsongerna 2021 och 2022. En av gårdarna kunde dock bara delta 2021, därför kontaktades en annan, som därmed bara deltog 2022.

Lantbrukarna intervjuades rörande gårdens arealer, betenas skötsel, betesstrategi, foderstat under sommaren, djurhälsa, stängsling, tidsåtgång för olika moment mm. En del uppgifter uppdaterades sedan vid de tre gårdsbesök som gjordes i första halvan av juni (3-17 juni 2021, 2-15 juni 2022), i mitten av juli (9-21 juli 2021, 11-20 juli 2022) samt andra halvan av augusti (17-31 augusti 2021, 15-25 augusti 2022). År 2021 hanns inte augustibesöket med på två av gårdarna pga dåligt väder.

En sammanställning av intervjuerna mm gårdsdata har avrapporterats i slutrapporten till SLF (annex). I den föreliggande rapporten har vi bara tagit med de delar som gäller analyserna inom RJN-projektet och de kompletterande analyserna från CTS-medlen.



**Figur 1.** Ungefärlig plats för de besökta gårdarna. Den röda punkten är SLU Rönbäcksdalen utanför Umeå. I närheten av Umeå finns även Forslunda naturbruksgymnasium.

### 3.2. Registreringar i fält

Vid varje gårdsbesök mättes betets mängd och kvalitet, se nedan. Mätningarna gjordes i den fålla där korna skulle beta därnäst. Det var därmed i de flesta fall inte samma fålla som följdes över säsongen. I varje fålla valdes tre områden ut som skulle vara representativa och ligga minst 20 m från varandra och minst 20 m från närmaste stängsel. Inom varje område sattes käppar ut på fyra punkter, dvs totalt 12 per fålla. Käpparna stod ca 3 m från varandra (Figur 2).

Vid varje mätpunkt användes en enkel betesplatta för att mäta betets höjd och densitet. Plattan är en kvadrat i lättmetall (ca 28 × 28 cm) som löper på en graderad stång. Mätningarna gjordes högst 0,5 m från respektive mätpunkt. Plattan sänktes över grödan och lästes av efter ca 3 sekunder på tre ställen runt varje mätpunkt (Figur 3). Dessutom mättes höjden på det längsta bladet inom rutan.

Efter att alla registreringar var gjorda klipptes en yta på 0,5 × 0,5 m på ca 3 cm höjd vid varje mätpunkt med grässax (Figur 4). Allt material samlades in, inklusive eventuell förna/dött material, och togs till labbet.



**Figur 2.** Mätpunkterna markerades med käppar märkta med punktens identitet (A1-C4).



**Figur 3.** Mätning med enkel betesplatta.



**Figur 4.** Klippning gjordes med grässax på ca 3 cm höjd.

### 3.3. Registreringar på lab

De färska proven vägdes. Varje prov delades sedan upp i gräs, klöver, örtogräs och dött material (Figur 5). I gräsfraktionen ingick även eventuella gräsogräs såsom kvickrot, kärrkavle och tuvvtåtel. I fraktionen med dött material ingick såväl lösa döda växtdelar från exempelvis putsning som döda hela plantor.

Fraktionerna lades i märkta torkpåsar och torkades vid 60°C i 48 timmar. Efter torkningen vägdes de för att få ett mått på mängden torrs substans och dess botaniska sammansättning. Det döda materialet exkluderades sedan från den vidare hanteringen. Gräs, klöver och ogräs slogs samman per mätpunkt och tillfälle och maldes med en knivkvarn (SM 300) med 1 mm såll.

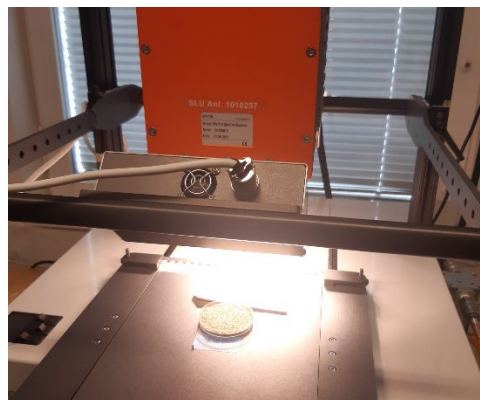
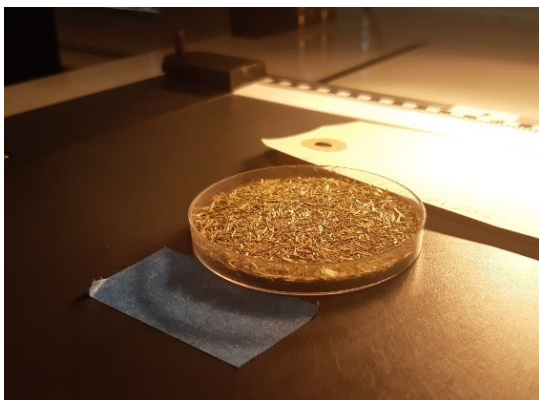


**Figur 5.** Botanisk analys genom sortering på lab.

De malda proverna (192 st 2021, 216 st 2022) scannades med en hyperspektral kamera (Specim SWIR sensor, Figur 6 och 7). Denna mäter reflekterat ljus i det kortvågiga infraröda området av det elektromagnetiska spektrat (1000-2500 nm), med 288 spektrala band. Vart och ett av dessa spektralband representerar en specifik våglängd av ljus, vilket möjliggör identifiering och differentiering av material, till exempel växtprov. Vårt mål var att utforska potentialen i att använda denna typ av sensorer som alternativ till våtkemiska laboratorieanalyser. Den hyperspektrala informationen användes för att uppskatta bland annat råprotein, NDF och energi med hjälp av multivariata regressionsmodeller.

De spektrala data bearbetades och utifrån PCA-analys valdes 48 prover per år ut, 8 från varje gård, för vidare analys. Dessa prover skulle vara representativa och täcka hela den spektrala variationen.

För kemisk analys sändes 10 g av varje utvalt prov till DairyOne, USA. Analys av torrsubstans, aska och råprotein gjordes enligt AOAC (2005). Organisk substans bestämdes utifrån mängden aska. ADF och aNDF analyserades enligt ANKOM. Icke-fiber-kolhydrater (NFC) och omsättbar energi (MJ) räknades ut. Dessa analysresultat kan korreleras mot alla registreringar som gjorts per individuell mät punkt.



**Figur 6 och 7.** Torkat och malt prov analyseras med den hyperspektrala kameran.

Därefter slogs 5 g av proven (innehållande gräs, klöver och ogräs) från vardera av de 12 mätpunkterna från varje gård och provtagningstillfälle samman. Det blev därmed 16 prover från 2021 och 18 st från 2022 dvs totalt 34 sammanslagna prover. Även av dessa prover sändes 10 g för kemisk näringsanalys hos DairyOne och samma parametrar analyserades med samma metoder som för de utvalda mätpunktsproven. Dessa prover analyserades senare också med den hyperspektrala kameran.

För att utvärdera smältbarheten och förutspå metanproduktionen gjordes analyser vid institutionens lab i Umeå med en teknik kallad *in vitro*-gasproduktion, som efterliknar kons matsmältningsprocess. Tekniken gör det möjligt att testa ett stort antal foderprover och dra tillförlitliga slutsatser när det gäller exempelvis hur mycket metan som potentiellt skulle produceras vid utfodring/bete. För analysen användes 1 g av varje sammanslaget prov i varje körning, som upprepades tre gånger. Proven inkuberades under 48 timmar i en lösning av vomvätska och buffert (Chagas *et al.*, 2019). Utifrån resultaten uppskattades vilken mängd total gas respektive metan som skulle produceras *in vivo* (hos det levande djuret), enligt en modell från Ramin & Huhtanen (2012).

I tillägg till de analyser som planerats inom SLF- och RJN-projekten fick vi extra medel från Carl Tryggers Stiftelse för att göra ytterligare *in vitro*-analyser av parametrar som kan vara av intresse för att karaktärisera bete. Dessa var, verklig smältbarhet av organisk substans (true organic matter digestibility, TOMD), flyktiga fettsyror (volatile fatty acids, VFA) samt ammoniak, vilka analyserades enligt Chagas *et al.* (2019). Dessutom analyserades tillgängligt råprotein (utilisable crude protein, uCP) enligt Vaga *et al.* (2017). Även dessa data presenteras i denna rapport.

Resultaten från alla de analyser som gjorts av de 34 sammanslagna proverna kan korreleras mot varandra.

### 3.4. Bearbetning av data

Data gällande botanisk analys och mängd biomassa samt näringsvärden enligt DairyOne har bearbetats statistiskt med programvaran NCSS (medeltal, variansanalys, korrelationer). För beräkningarna rörande *in vitro* parametrar mm användes MIXED procedur i SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, version 9.4).

Ts-halten som skulle kopplas till data från för enskilda klippta rutor räknades ut som vikten av de torkade fraktionerna av gräs, klöver, ogräs och dött material delat med vikten av det färska provet. Den klippta mängden per ruta räknades om till avkastning i kg ts per hektar.

Ts-halten hos de 34 sammanslagna proverna per gård och besökstillfälle räknades ut som medeltalet av ts-halterna enligt ovan för de 12 ingående rutorna bakom varje prov, multiplicerat med ts-halten enligt Dairy Ones analys av de torkade sammanslagna proverna.

För data från den hyperspektrala analysen provades modellerna ”partiell minsta kvadrat” (PLS) och ”stödvektormaskin” (SVM) med mjukvaran R för att uppskatta halterna av organisk substans, råprotein, aNDF, NFC, omsättbar energi, verklig smältbarhet *in vitro* av organiska substansen (TOMD), metan och total gasproduktion *in vitro*. Den spektrala reflektansen mätt med SWIR-kameran användes som förklarande variabel och vid korsvalidering. De bästa modellerna för varje parameter valdes ut baserat på bestämningskoefficienten ( $R^2$ ) och rotmedelkvadratfelet (RMSE).

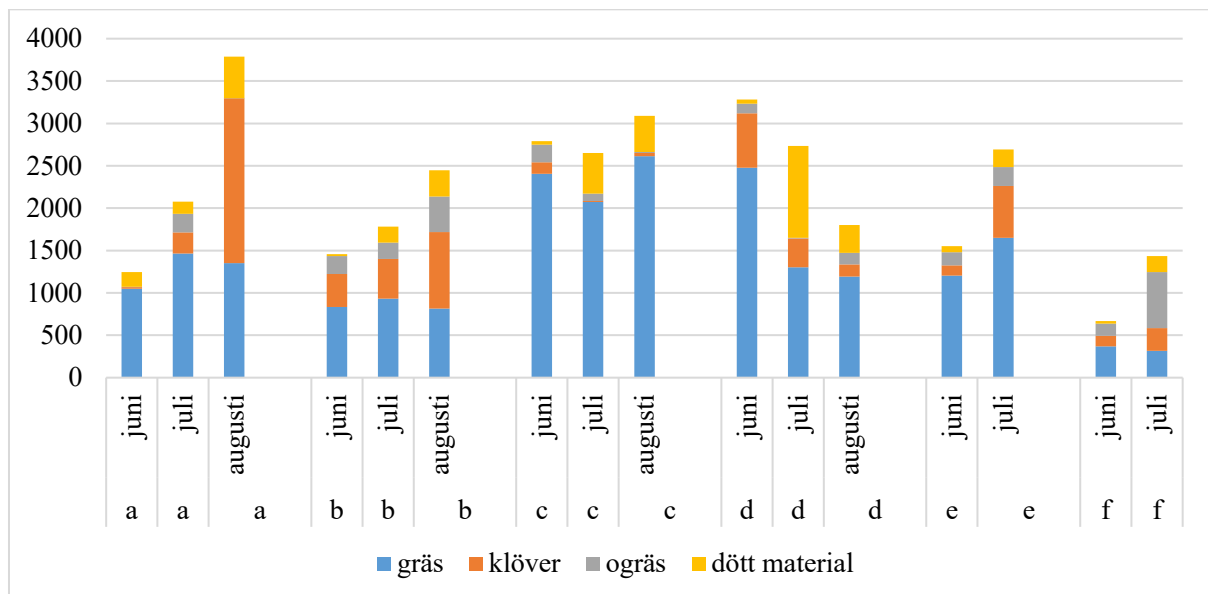
## 4. Resultat

### 4.1. Betesmängd enligt klippta prov

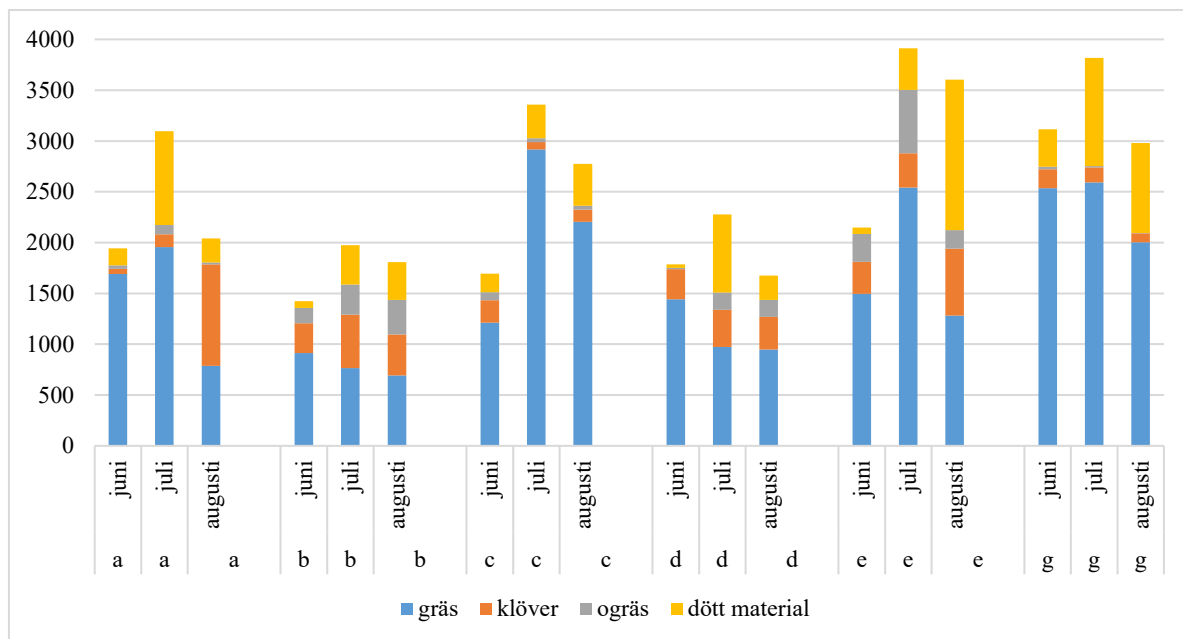
Vid besöken var det i medeltal 15 dagar (4-34) sedan mätfällan senast hade betats eller putsats, om fällan inte var ny för året. I genomsnitt var tiden från senaste avbetning kortast i juni. I juni hade de fällor där registreringarna gjordes som mest betats tre gånger tidigare, i juli som mest fyra och i augusti som mest åtta. Fällorna var i vallålder 1-5.

Torrsubstanshalten (ts) var i medeltal 199 g kg<sup>-1</sup>, med en variation från 110 till 296 g kg<sup>-1</sup>. Den genomsnittliga ts-halten för varje provtagningsmånad var 185, 232, and 171 g kg<sup>-1</sup> för juni, juli respektive augusti.

Mängden torrsubstans var enligt de klippta proverna i genomsnitt 2 218 kg ts/ha sommaren 2021 och 2 524 kg ts/ha år 2022, med stor variation mellan rutorna inom varje fälla. Också mellan gårdar och tillfällen var det stor variation, vilket ses på staplarnas skiftande höjd i Figur 8 a och b. I genomsnitt över de två åren var avkastningen signifikant lägre vid mätningen i juni jämfört med juli och augusti. Figur 8 a och b visar även på fördelningen av de olika fraktionerna enligt den botaniska analysen, se mer om det i nästa avsnitt.



**Figur 8a.** Mängd i kg ts/ha, totalt och per fraktion på gård a-f år 2021. Varje stapel är ett medeltal av 12 klippta rutor per betesfälla och tillfälle.



**Figur 8b.** Mängd i kg ts/ha, totalt och per fraktion på gård a-g år 2022. Varje stapel är ett medeltal av 12 klippta rutor per betesfälla och tillfälle.

#### 4.2. Botanisk sammansättning

Det var mycket stor variation i botanisk sammansättning mellan enskilda mätpunkter/rutor. Exempelvis varierade mängden klöver mellan 0 och 80 % av ts och andelen örtogräs mellan 0 och 63 %. Tabell 1 visar medeltal samt lägsta och högsta genomsnittliga värde per gård och besökstillfälle. De vanligaste örtogräsen var maskros, groblad, smörblomma och skräppa. Vi gjorde ingen bedömning av andelen olika gräs- eller klöverarter men det fanns både vit- och rödklöver.

Andelen dött material var lägst vid junibesöket (tabell 2). Det fanns en tendens till att fler putsningar innebar mer dött material. Vallåldern och hur många gånger på säsongen som fällan hade betats hade mycket liten inverkan på mängden dött material enligt våra data. De fällor som mätningarna gjordes i hade en genomsnittlig vallålder på 3,1 år (1-5).

Klöverhalten var signifikant högre vid augustibesöket jämfört med i juni och juli, vilket stämmer väl med erfarenheten att andelen klöver ökar under säsongen.

**Tabell 1.** Botanisk sammansättning, procent. Medeltal samt min- och maxvärden av 34 prover sammanslagna per gård och provtagningstillfälle under betessäsongerna 2021 och 2022.

	Medeltal	Minimum	Maximum
Gräs	62	22	87
Klöver	15	0	51
Örtogräs	8	1	46
Dött material	14	1	41

**Tabell 2.** Botanisk sammansättning, procent. Medeltal och variansanalys av prover från 408 rutor klippta vid besök i juni, juli och augusti under betessäsongerna 2021 och 2022

	juni	juli	augusti	<i>P</i> -värde
Gräs	74,2 <sup>a</sup>	58,0 <sup>b</sup>	53,5 <sup>b</sup>	<0,001
Klöver	12,7 <sup>b</sup>	12,9 <sup>b</sup>	21,4 <sup>a</sup>	<0,001
Örtogräs	7,4 <sup>ab</sup>	10,1 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	0,01
Dött material	5,7 <sup>b</sup>	19,0 <sup>a</sup>	19,0 <sup>a</sup>	<0,001

<sup>a,b</sup> Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt.

#### 4.3. Betets näringsinnehåll enligt kemisk analys

Enligt vår analys av alla klippta prover hade torrsubstanshalten samband med andelen dött material (0,55;  $P < 0,01$ ).

Enligt den kemiska analysen av de 48 selekterade proven från varje år fanns en positiv korrelation mellan längden på det längsta bladet i varje mätruta och halten NDF (0,65,  $P < 0,01$ ). Samtidigt sjönk halterna energi och protein med ökad bladlängd (korrelation -0,44 respektive -0,36;  $P < 0,01$ ). Samma tendenser ses med höga värden med betesplattan.

Näringsinnehållen i de 34 sammanslagna och de 48 utvalda proverna stämmer väl, korrelationen mellan de båda dataseten är i medeltal 0,91 för de olika variablerna.

I tabell 3 och 4 redovisas näringsvärden enligt den kemiska analysen av de sammanslagna proven. Näringsinnehållet skilde inte signifikant mellan 2021 och 2022, men varierade mellan gårdar och provtagningstillfällena. De tendenser som kan ses i tabell 4 till högre halter av torrsubstans och NDF och lägre nivåer av råprotein och omsättbar energi i juli jämfört med juni och augusti kan troligen delvis kopplas till den generellt högre temperaturen i juli.

Vallåldern hade inget samband med näringsinnehållet.

**Tabell 3.** Näringsinnehåll, medeltal, min och max för 34 prover sammanslagna per gård och provtagningstillfälle från betessäsongerna 2021 och 2022. Observera att dött material sorterades bort före analys.

	Medeltal	Minimum	Maximum
Org. substans, g/kg ts	90,5	87,1	93,2
Råprotein, g/kg ts	198	97	301
Oms. energi, MJ/kg ts	10,2	9,2	11,0
NDF, g/kg ts	469	358	568
NFC, g/kg ts	241	160	323

NDF: Neutral detergent fibre, fibermått. NFC: Non fibre carbohydrates, icke-fiber-kolhydrater.

**Tabell 4.** Näringsinnehåll, medeltal och variansanalys per besökstillfälle i 34 sammanslagna prov från 2021 och 2022. Observera att dött materialet sorterades bort före analys

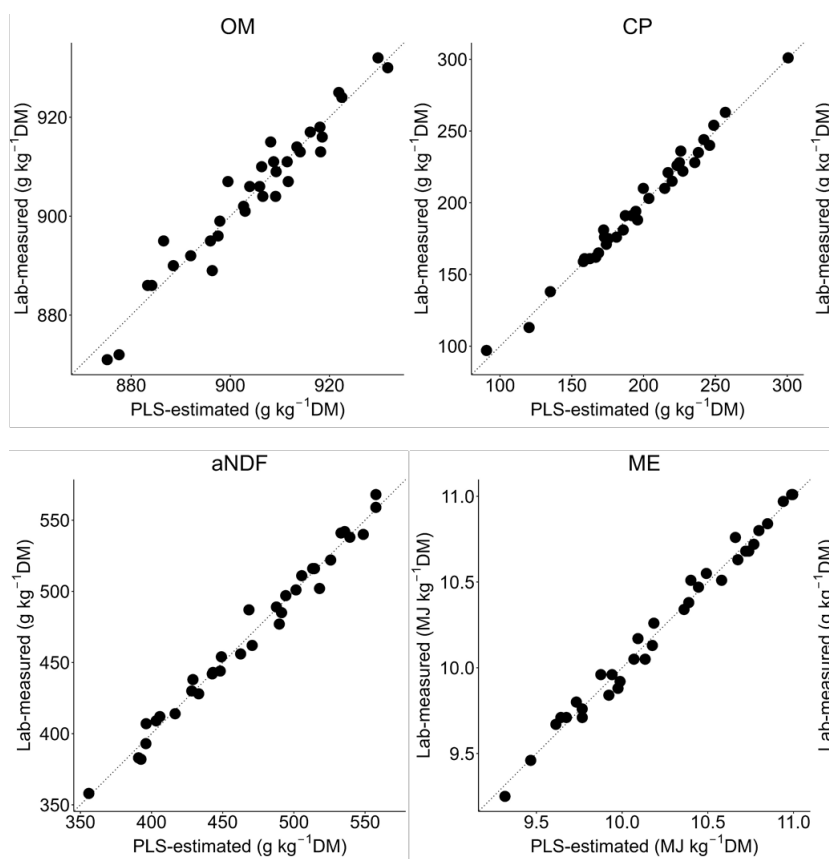
	Månader			SEM	P-värde	
	juni	juli	augusti		Gård	Månad
Org. substans, g/kg ts	912a	904ab	893b	3.3	0.012	<0.001
Råprotein, g/kg ts	205a	170b	210a	10.3	0.025	0.017
NDF, g/kg ts	446b	490a	463ab	11.7	<0.001	0.028
ADF, g/kg ts	262b	306a	299a	6.1	0.167	<0.001
Oms. energi, MJ/kg ts	10.4a	9.97b	10.3a	0.11	0.003	0.012
NFC, g/kg ts	257	247	233	10.3	<0.001	0.288

NDF: Neutral detergent fibre, fibermått. NFC: Non fibre carbohydrates, icke-fiber-kolhydrater.

<sup>a,b</sup> Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt.

#### 4.4 Näringsinnehåll enligt hyperspektral analys

De preliminära skattningarna från den hyperspektrala bildsensorn visar lovande resultat för de flesta näringsparametrar (bestämningkoefficient,  $R^2$ , från 0,83 till 0,99). Några exempel ses i Figur 9. PLS-modellen gav bättre resultat än SVM för flertalet näringsvariabler. Nästa steg är att arbeta med ett större dataset för att förbättra modellen. Våra resultat är ändå en god indikation på potentialen i att använda hyperspektral teknik för att bedöma beteskvalitet, och att den kan vara till hjälp vid utvecklingen av framtida lösningar för att följa betets näringsvärde.



**Figur 9.** Plottar med uppskattade data enligt PLS-modellen och mätdata enligt labanalys. OM: organisk substans, CP: råprotein, ME: omsättbar energi.

### In vitro-parametrar från betesproven

De undersökta betesproven hade i genomsnitt 82 % smältbarhet (TOMD) och metanproduktionen i våmmen uppskattades till 38 ml/g ts. Vi såg att dessa variabler inte skilde mellan de båda år som studien pågick, men däremot fanns skillnader mellan de månader som provtagningen gjordes. De högsta värdena för betets smältbarhet och därmed också för metanproduktionen observerades i juni (85 % respektive 40,5 ml/g ts). Det var också den månad då proverna hade högst andel gräs (Tabell 2). Proverna från juli hade lägst värden för smältbarhet och metan. Vanligtvis innebär hög smältbarhet att mer energi är tillgänglig för djuret, och det stämmer med att betesprovernas innehåll av omsättbar energi tenderade att vara lägst i juli (Tabell 4).

Tabell 5 visar att det fanns signifikanta skillnader både mellan gårdar och mellan månader ( $P < 0,05$ ) för alla uppmätta *in vitro* parametrar utom smörsyra ( $P = 0,171$ ). Koncentrationerna av total gas, metan, TOMD, ammoniak, uCP, totala VFA, ättiksyra och propionsyra varierade signifikant över betessäsongen. Generellt uppnåddes de högsta värdena för dessa parametrar i juni, med lägre värden observerade i juli och augusti.

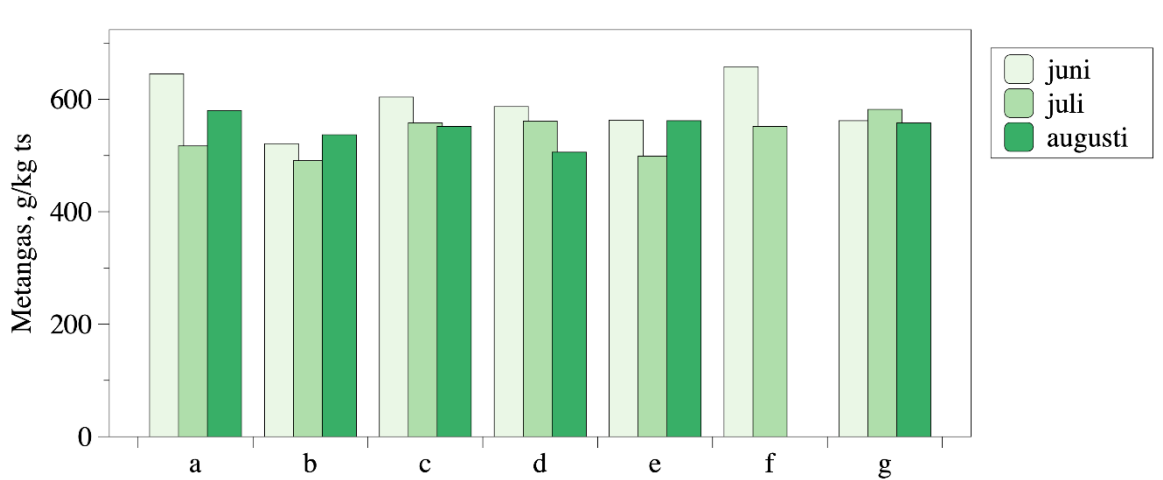
**Tabell 5.** Resultat av *in vitro* analys av betesprover från de studerade norrländska mjölkgårdarna.

Parameter <sup>1</sup>	Månader			SEM	P-värde <sup>2</sup>	
	juni	juli	augusti		Gård	Månad
Total gas <i>in vitro</i>	255a	230b	232b	4,1	0,149	<0,001
Metan <i>in vivo</i>	40,5a	36,6b	37,8b	0,71	0,022	0,001
TOMD	853a	766c	815b	10,4	0,192	<0,001
Ammoniak	117b	102b	154a	8,3	<0,001	<0,001
uCP	212a	179b	207	5,1	<0,001	<0,001
TVFA	3,44a	2,96b	3,25ab	0,095	0,03	0,001
Ättiksyra	633b	650a	649a	4,05	<0,001	<0,001
Propionsyra	280a	269b	269b	3,80	<0,001	<0,001
Smörsyra	86,3	80,9	82,4	2,00	0,480	0,171

<sup>1</sup>TOMD: True *in vitro* organic matter digestibility, dvs verklig smältbarhet hos organisk substans (g kg<sup>-1</sup>). Total gas och metanproduktion (ml g<sup>-1</sup> ts), uCP: utilisable crude protein, dvs tillgängligt råprotein (g/kg ts), TVFA: total mängd fria fettsyror (mmol) och fria fettsyror (mmol/mol). <sup>2</sup>Olika bokstäver anger signifikanta skillnader ( $P < 0,05$ ; Tukey's test). SEM: standardfel.

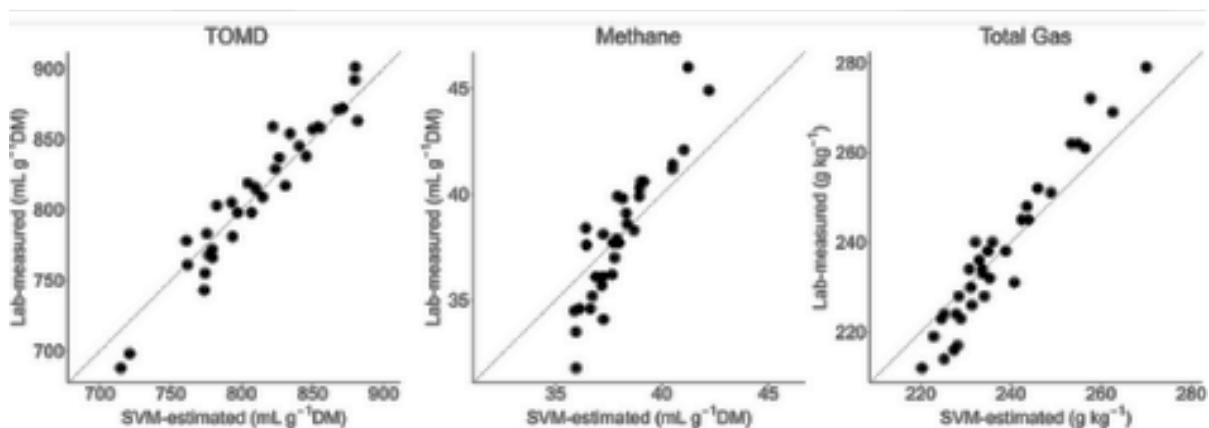
De uppskattade värdena på metanavgång *in vivo* i denna studie av betesprover är högre än de värden som observerats för fullfoder till mjölkkor (60 % ensilage, 40 % kraftfoder). En lakterande mjölkko som väger 600 kg och äter 20 kg ts/dag av ett sådant fullfoder kommer att producera cirka 450 g metan per dag (39,1 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). Eftersom bete inne håller mer fibrer än kraftfoder får våmmen fler byggstenar för metan. Den potentiella metanproduktionen i våmmen hos en ko med samma egenskaper som ovan som enbart betar skulle vara cirka 556 g metan per dag (48,4 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). Det är samma förhållanden som om kon enbart

skulle äta grovfoder. Variationen i metanavgång mellan prover från olika gårdar och månader illustreras i figur 10.



**Figur 10.** Potentiell produktion av metan från våmmen från kor på norrländska beten (gård a-g)

De preliminära skattningarna från den hyperspektrala bildsensorn visar lovande resultat för smältbarhet och gasproduktion. SVM-modellen fungerade bäst för dessa parametrar, med god överensstämmelse mellan observerade och predikterade värden från kalibrerings- och valideringsdataseten, se Figur 11. Tekniken kan potentiellt användas för att förutsäga hur mycket gas och särskilt metan som kan bildas från kor på olika beten. Ytterligare data behövs dock för att säkerställa att modellerna är robusta och kan användas på många olika typer av betesvallar.



**Figur 11.** Plottar med uppskattade data enligt SVM-modellen och mätdata enligt labanalys. TOMD = total smältbar organisk substans.

## 5. Slutsatser

Vår studie visar att *in vitro*-tekniker kan ge tillförlitliga uppskattningar av smältbarhet, proteinkvalitet och våmförjäsning. När resultaten kombineras med data rörande kemisk sammansättning kan de vara till hjälp för lantbrukare att optimera betesutnyttjandet under säsongen och utifrån detta justera utfodringen på stall. Detta är särskilt viktigt för kor i tidig

laktation. Det finns också diskussioner kring den nedgång i mjölkavkastning som kan inträffa vid övergången från stall till bete. En ökad kännedom om betets kvalitet, särskilt balansen mellan tillgänglig energi och protein kan förebygga produktionsminskningen, öka fodereffektiviteten och förhindra onödiga kväveförluster.

Resultaten antyder att betet i juni innehåller högre halt råprotein och högre nivåer av våmolösligt protein, vilket ökar proteintillgängligheten i tunntarmen, vilket är viktigt för högmjölkkande kor. Detta innebär att under tidig sommar kan merparten av kons proteinbehov tillgodoses via betet och proteinhalten i stallfodret bör kunna vara lägre än nuvarande rekommendationer. I stället bör fodrets energihalt öka. Observera dock att detta inte är en definitiv rekommendation utan en hypotes med vilken vi vill visa hur de insamlade data kan användas i praktiken.

Sammanfattningsvis visar de resultat som presenterats här det praktiska värdet av uppskattningar av beteskvaliteten när man vill optimera näringstillförseln till mjölkkor i norra Sverige. Eftersom kemiska analyser kan vara dyra har vi kombinerat våra data med fjärranalystekniker (framför allt i SLF-projektet). Detta angreppssätt bidrar till att utveckla maskininlärningen inom området och byggandet av robusta databaser vilket i slutänden kan ge användbara verktyg för att optimera betesutnyttjandet på gårdsnivå. Denna utveckling kan bidra till förbättrat resursutnyttjande, minskade kväveutsläpp och ökad lönsamhet på gårdsnivå.

Resultaten visar att det finns en stor variation i det bete som erbjuds till norrländska mjölkkor vad gäller näringsvärde. Skillnaderna är stora både inom gård och över säsongen. Betets smältbarhet och förväntade metanutsläpp verkar samvariera med näringsinnehållet. En högre andel gräs i betena i juni var kopplad till högre smältbarhet och högre beräknat metanutsläpp.

Den hyperspektrala kameran på lab visade lovande potential för att följa betets kvalitet, liksom den förväntade metanproduktionen. Det krävs dock ytterligare förbättringar av de uppskattade värdena. För att uppnå detta behövs ett ökat antal prover och att vi utforskar anledningarna till variation mellan platser och månader.

De presenterade resultaten ger information om näringsvärdet i norrländska beten för mjölkkor under olika delar av betessäsongen. Resultaten kan också länkas till de spektrala mätningar vi gjort, vilket sammantaget ger en utvidgad databas i utvecklingen av spektrala tekniker för användning i betessammanhang.

## **7. Tack**

Projektet har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning samt Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige och Carl Tryggers Stiftelse. Vi vill också tacka SustAinimal för stödet och de deltagande lantbrukarna för den tid de lagt ned och för att de delat med sig av sina erfarenheter och data. Vi har också haft god hjälp av våra kollegor Sanna Bergqvist, Junxiang Peng och Petra Fant samt besökande studenter: Amélie Laval, Gabriel Burel, Giulia Vaccargiu, Katarzyna Kozicka, Emma Angeard, Morgane Fouquemberg, Paul Chauvet.

## 7. Referenser

- ANKOM Technology. (2020). Method 15: Neutral detergent fiber in feeds—Filter bag technique (for DELTA). ANKOM Technology.
- AOAC International. (2005). Official methods of analysis of AOAC International (18th ed., pp. 24–56). Gaithersburg, MD: AOAC International.
- Chagas, J. C., Ramin, M., & Krizsan, S. J. (2019). In vitro evaluation of different dietary methane mitigation strategies. *Animals*, 9(12), 1120. <https://doi.org/10.3390/ani9121120>
- National Research Council (NRC). (2001). Nutrient requirements of dairy cattle (7th rev. ed.). Washington, DC: National Academy Press.
- Ramin, M., & Huhtanen, P. (2012). Development of an in vitro method for determination of methane production kinetics using a fully automated in vitro gas system—A modelling approach. *Animal Feed Science and Technology*, 174(3–4), 190–200. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.03.008>
- Vaga, M., Hetta, M., & Huhtanen, P. (2016). Effects of heat treatment on protein feeds evaluated in vitro by the method of estimating utilisable crude protein at the duodenum. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(2), 295–308. <https://doi.org/10.1111/jpn.12646>

## 8. Projektets utveckling i förhållande till ursprunglig plan

De flesta aktiviteter och mål för projektet har följt planen. Nedan nämns dock några avvikelser.

- a) 48 prov från varje år valdes ut för näringsanalys vid DairyOne som jämförelse med spektrala data från satellit och Yara N sensor (SLF-delen av projektet). Urvalet gjordes baserat på utvärdering med den hyperspektrala kameran. I ansökan angavs 50 prov men vi valde 48 för att få ett jämnt antal prover från varje gård varje år (8 prov per vardera av 6 gårdar).
- b) Proven från alla provpunkter slogs ihop per gård och månad, vilket gav totalt 16 prov från år 2021 och 18 från år 2022. Anledningen att det var färre år 1 var att det inte var möjligt att ta alla augustiprover pga försämrat väder. De sammanslagna proverna sändes för analys vid DairyOne.
- c) De 16 proven från 2021 och 18 från 2022 analyserades i en gas *in vitro* studie för uppskattning av producerad mängd total gas och metan. Dessutom analyserades uCP, ammoniak, VFA och smältbarhet (Carl Tryggers Stiftelses del av projektet).
- d) En forskare från institutionen för VPE, Julianne Oliveira, kom med i projektgruppen för att arbeta med de spektrala studierna och fjärranalys (ersatte Julien Morel från SLF-delen av projektet). Hon har bidragit till att länka ihop och tolka data från RJN-projektet till de spektrala data som togs fram i SLF-projektet.
- e) Ett avslutande seminarium ska hållas hösten 2025. Vi har velat vänta tills resultaten var klara från alla de olika delprojekten. Grazing Living Labs/SustAinimal kommer att stötta evenemanget.
- f) Vi väntar fortfarande på resultat från den NIR-analys som skulle göras av NIBIO. Målet är att göra slutliga regressionsanalyser med alla data ingående, fjärranalys, NIR-data och

labanalyser, för att avgöra vilken teknik som är mest tillförlitlig och utvärdera de olika metodernas praktiska användbarhet.

## 9. Resultatspridning

Bernes, G., Chagas, J. C. C., Morel, J., Ramin, M., & Stark, A.-S. (2022). Bete på norrländska mjölkgårdar. Svenska Vallbrev, (7), 1–2.

Chagas, J. C., Bernes, G., Oliveira, J., Morel, J., & Ramin, M. (2023). Studier på norrländska beten – näringsvärde, metanutsläpp och nya mätmetoder. Svenska Vallbrev, (2), 1–3.

Bernes, G., Chagas, J. C. C., Morel, J., Stark, A.-S., & Ramin, M. (2023). Mjölkkobete i praktiken – data från sju norrländska gårdar. I Rapport från Vallkonferens 2023 (Rapport nr 34). Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU.

Morel, J., Oliveira, J., Bergqvist, S., Chagas, J. C. C., Ramin, M., & Bernes, G. (2023). Multispectral drone imagery for pasture assessment. I Rapport från Vallkonferens 2023 (Rapport nr 34). Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU.

Oliveira, J., Chagas, J. C. C., Bernes, G., Fant, P., Angeard, E., Morel, J., & Ramin, M. (2024). Spectroscopy for assessing the nutritional value of pastures and enteric methane emissions from dairy cows in northern Sweden. In Grassland Science in Europe (Vol. 29). European Grassland Federation.

Chagas, J. C. C., Bernes, G., Oliveira, J., & Ramin, M. (2025). Characterizing the nutritional value of high-latitude pastures for dairy cows using an in vitro technique. Abstract submitted to the annual meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), 2025.

Projektpresentation och preliminära resultat vid seminarium Bete i norr – Grazing Living Labs - Nod norr, 26 januari 2023.

Projektpresentation och preliminära resultat vid fältvandring med Länsstyrelsen Västerbotten, sommaren 2023.

### *Under utarbetning*

- Bernes et al. Mjölkkobete i norr – en gårdsstudie. Institutionsrapport.
- Chagas et al. Nutritional and botanical characterisation of high-latitude pastures: What do northern Swedish pastures offer to dairy cows? Ska skickas till Grass and Forage Science.

## 10. Information om övrig finansiering

Övriga disponibla resurser för projektet:

- 750 000 kr 2020-2022 (SLF-projektet)
- 200 000 kr 2022-2024 (Carl Tryggers Stiftelse)
- SustAinimal (stöd för planerat slutseminarium)
- NIR-analyser inklusive transporter till Norge bekostat av NIBIO

# Projektuppföljning (kr)

Agresso  
Anv: 894SFN  
Best.nr: 83455  
07/01/2025

## Projekt 26000\*

	Utfall Tidigare år	Utfall 202400-202412	Summa	Budget 2024	Total budget
<b>Statsanslag</b>	55 000	380 828	435 828	0	0
<b>Bidragsintäkter</b>	0	543 381	543 381	0	0
<b>Summa Intäkter</b>	55 000	924 209	979 209	0	0
Löner	-94 264	-362 925	-457 189	0	0
Lokaler	-12 358	-60 681	-73 039	0	0
Materiel m m	-23 070	-42 099	-65 168	0	0
Köpta tjänster	-41 219	-115 229	-156 449	0	0
Resor	0	-6 146	-6 146	0	0
Avskrivningar	-6 637	-13 274	-19 911	0	0
OH-påslag	-39 431	-154 969	-194 400	0	0
<b>Summa Kostnader</b>	-216 979	-755 323	-972 302	0	0
<b>Resultat exkl semesterkostnader</b>	-161 979	168 887	6 908	0	0
Semesterkostnader	-9 674	23 088	13 415	0	0
<b>Semesterkostnader</b>	-9 674	23 088	13 415	0	0
<b>Semesterkostnader</b>	-9 674	23 088	13 415	0	0
<b>Resultat inkl semesterkostnader</b>	-171 652	191 975	20 322	0	0
Oförbrukade bidrag/uppdrag		160 897			
Kontraktfordringar		0			
Kapital		-191 974			
Årets utfall		191 975			
Projektavslut under perioden		0			
<b>Totalt att disponera</b>		<b>160 898,00</b>			

I denna rapport är tecknen omvända, dvs minustecken = kostnad, negativ intäkt, underskott

## **11. Bilaga – Slutrapport till SLF, Annex**

## Bete i ett norrländskt perspektiv (R-20-62-325)

*M Ramin, J C C Chagas, G Bernes, J Morel, A-S Stark, J Oliveira*

### **Bakgrund**

Vilket näringsvärde har det bete som erbjuds till de norrländska mjölkorna? Hur sköts betena i praktiken? Vad kostar betet? Det var några av de frågor vi hade inför detta projekt. Ett annat mål var att länka spektrala mätningar till verkliga data och upprätta samband och modeller, i första hand för betesvallens avkastning.

### **Material och metoder**

#### ***Gårdsdata***

I projektet besöktes fem västerbottniska mjölkgårdar och dessutom Forslunda naturbruksgymnasium samt SLUs forskningsstation Röbbäcksdalen. Fältstudierna genomfördes under betessäsongerna 2021 och 2022. En av gårdarna kunde dock bara delta 2021, därför kontaktades en annan gård, som därmed bara deltog 2022. De intervjuer som gjordes omfattade dessutom ett par lantbrukare från Väster-norrland. Lantbrukarna intervjuades rörande gårdens arealer, betenas skötsel, betesstrategi, foderstat under sommaren, djurhälsa, stängsling, tidsåtgång för olika moment mm. En del uppgifter uppdaterades sedan vid de tre gårdsbesök som gjordes i första halvan av juni (3-17 juni 2021, 2-15 juni 2022), i mitten av juli (9-21 juli 2021, 11-20 juli 2022) samt andra halvan av augusti (17-31 augusti 2021, 15-25 augusti 2022). År 2021 hanns inte augustibesöket med på två av gårdarna pga dåligt väder.

#### ***Registreringar i fält***

Vid varje gårdsbesök mättes betets mängd och kvalitet, se nedan. Mätningarna gjordes i den fälla där korna skulle beta därefter. Det var därmed i de flesta fall inte samma fälla som följdes över säsongen. I varje fälla valdes tre områden ut som skulle vara representativa och ligga minst 20 m från varandra och minst 20 m från närmaste stängsel. Inom varje område sattes käppar ut på fyra punkter, dvs totalt 12 per fälla. Käpparna stod ca 3 m från varandra. Varje mätpunkts position bestämdes med GPS.

En drönare (P4 multispectral drone, DJI, Shenzhen, Kina) flögs över fältet för att få multispektrala bilder. Flygningarna gjordes på 75 till 120 m höjd. Den sensor som var fästad på drönaren fångar ljusinformation i fem skilda färgband (blå, grön, röd, red edge och nära infrarött). Dessutom togs ”vanliga” foton (RGB sensor). För att samordna drönarbilderna med skalan i verkligheten lades fem kontrollpunkter ut, vars position registrerades med GPS.

Vid varje mätpunkt användes en enkel betesplatta för att mäta betets höjd och densitet. Plattan är en kvadrat i lättmetall (ca 28 x 28 cm) som löper på en graderad stång. Mätningarna gjordes högst 0,5 m från respektive mätpunkt. Plattan sänktes över grödan och lästes av efter ca 3 sekunder på tre ställen runt varje mätpunkt. Dessutom mättes höjden på det längsta bladet inom rutan.

Efter att alla registreringar var gjorda klipptes en yta på 0,5\*0,5 m på ca 3 cm höjd vid varje mätpunkt med grässax. Allt material samlades in, inklusive eventuell förna/dött material, och togs till labbet.

#### ***Registreringar på lab***

De färskta proven vägdes. Varje prov delades sedan upp i gräs, klöver, örtogräs och dött material. I gräsfractionen ingick även gräsogräs. I fraktionen med dött material ingick såväl döda hela växter som lösa växtdelar från exempelvis putsning. Fraktionerna torkades och vägdes för att få ett mått på s-avkastning och botanisk sammansättning. Det döda materialet togs inte med i efterföljande hantering.

Gräs, klöver och ogräs slogs samman per mätpunkt och tillfälle och maldes med en knivkvarn (SM 300) med 1 mm såll. De malda proverna (192 st 2021, 216 st 2022) scannades med en hyperspektral kamera. De spektrala data bearbetades och utifrån PCA-analys valdes 48 prover per år ut, 8 från varje gård. Dessa prover skulle vara representativa och täcka hela den spektrala variationen.

För kemisk analys sändes 10 g av de utvalda proven till DairyOne, USA. Analys gjordes av råprotein (AOAC 990.03; AOAC International, 2005), aNDF (ANKOM, 2020) och energi (National Research Council, 2001). Dessa analysresultat kan korreleras mot alla registreringar som gjorts per mätpunkt.

Därefter slogs 5 g av varje prov innehållande gräs, klöver och ogräs ihop från vardera av de 12 mätpunkterna från varje gård och provtagningstillfälle. Det blev därmed 16 prover från 2021 och 18 st från 2022 dvs 34 prover totalt. Även av dessa prover sändes 10 g för näringsanalys hos DairyOne.

### ***Mejeridata***

Gårdarnas mjölkproduktion över året har studerats genom att data från de hämtningar som görs varannan dag har erhållits från Norrmejerier, från 1 maj 2016 till 30 november 2022. Listorna omfattar besätningarnas leverans i kg mjölk, mjölkens halter av fett, protein och urea samt mängd fria fettsyror (FFA), celler och totalantal bakterier.

För att se eventuell effekt av värme på mjölkavkastningen har temperaturuppgifter hämtats från SMHIs grid-data med beräknad dygnsmedeltemperatur för rutor om 4 x 4 km. Rutan där respektive gårds position ingår enligt latitud, longitud (WGS 84) har använts. Data har jämförts med mängden levererad mjölk innan, under och efter perioder med dygnsmedeltemperaturer på 20°C eller mer. Eftersom det även normalt är relativt stor variation mellan enskilda leveranser har ingen statistisk beräkning gjorts.

### ***Ekonomiska data***

Data från sju gårdar har funnits tillgängliga för beräkningar av gårdsspecifika produktionskostnader för vallfoder och bete. Dessa uppgifter har sammanställas med andra produktionsparametrar, som till exempel mjölkavkastning, mjölk kvalitet och hälsoläge, för att ge en helhetsbild av betes ekonomiska effekt på gårdens ekonomi. De fem gårdarna i Västerbotten har via brev förberetts för ett möte där vi med hjälp av gårdsspecifika data såsom bokföring, maskinpark, skötselmetoder, betesperiod etc. beräknat produktionskostnaden för grovfoder skördat med maskin respektive mule. För de två gårdarna i Västernorrland har äldre material från tidigare beräkningar uppdateras och anpassats.

### ***Bearbetning av data***

Data gällande botanisk analys och mängd biomassa samt näringsvärden enligt DairyOne har bearbetats statistiskt med NCSS (medeltal, variansanalys, korrelationer) och R (standardavvikelse).

Ts-halten som kopplades till data från de enskilda klippta rutorna räknades ut som vikten av de torkade fraktionerna av gräs, klöver, ogräs och dött material delat med vikten av det färska provet. Den klippta mängden per ruta räknades om till avkastning i kg ts per hektar. Ts-halten hos de 34 proverna per gård och besökstillfälle räknades ut som medeltalet av halterna enligt ovan för de 12 ingående rutorna bakom varje prov multiplicerat med ts-halten enligt Dairy Ones analys av de torkade sammanslagna proverna.

För kornas konsumtion från betet utgick vi från foderstater från lantbrukarna eller från Växa, i den mån det fanns. Annars gjorde beräkningar enligt en formel från Spörndly (2003) utifrån kornas energibehov enligt uppgiven medelvikt och en avkastning på 20, 30 respektive 40 kg ECM. Den energi som kon enligt aktuell foderlista fick på stall drogs sedan bort:  $((1,11 \times ((5,0 \times \text{kg ECM}) + (0,507 \times \text{kons vikt}^{0,75}))) - 13,6) - (\text{energi från foder på stall}) = Y$  vilket motsvarar antalet MJ som behövs från betet.  $Y / \text{medeltal för energihalten i betet från gården} = \text{behovet av mängd bete i kg ts}$ .

Drönarbilderna bearbetades med hjälp av Pix4D Mapper (Prilly, Schweiz) för att ge s.k ortomosaiker i blått, grönt, rött, NIR, red edge, NDRE och NDVI. Rumsliga koordinater för provtagningsområdena användes för att skapa polygoner och medianvärdet för varje spektralband extraherades. Lokaliseringen av provtagningsplatsen kontrollerades manuellt mot NDVI-ortomosaiken och prover med otillfredsställande precision kasserades. Detta resulterade i totalt 294 prover tillgängliga för regressionstest. En 10-faldig korsvalidering användes för att justera regressionsmodellerna, med ts-avkastningen som responsvariabel och de olika rasterdata som förklarande variabler. Modelljusteringar och utvärdering utfördes med programmet R (version 4.2.1.). Regression gjordes med modellerna partiell minsta

kvadrat (PLS), stödvektormaskin (SVM), multivariat adaptiv regression spline (MARS), artificiellt neuralt nätverk (NNET) och random forest (RF). Modellernas prestanda utvärderades baserat på rotmedelkvadratfelet (*RMSE*) och bestämningskoefficienten ( $R^2$ ).

Medeltal för data från mejerierna har räknats ut för sju sommarperioder omfattande 15 juni till 15 augusti åren 2016-2022 respektive sex vinterperioder, 1 november till 31 mars samma år. Data gällande avkastning från två gårdar har dock uteslutits pga förändringar i koantal över tiden. Avkastningsdata från SLUs försöksgård har inte heller använts, då korna tidvis ingår i försök som kan påverka resultaten. För den gård som bara var med 2021 har vi bara använt data till sommaren 2021. För den som bara var med 2022 har data från och med sommaren 2016 använts. Data har bearbetats med Proc MIXED i SAS för att se eventuella skillnader mellan perioder och gårdar. År togs med i modellen som slumpvariabel (random effect). I beräkningarna är mängden mjölk den mängd som levererats, utan justering för exempelvis koantal eller andel nykalvade. Dock har alla gårdar ganska jämn kalvning över året. Beräkningar har också gjorts för tiden kring betessläpp då data för fem mjölkleveranser före betessläpp har jämförts med de fem första efter. Vid den bearbetningen har statistikprogrammet NCSS använts.

För att beräkna de gårdsspecifika kostnaderna har modellen ”Hemmaproducerat foder” använts. Där fördelas gårdsspecifika kostnader för maskiner, arbete, diesel osv. mellan de olika grödorna i växtföljden och kan redovisas exv som kostnad per kg utsödat foder. ”Skördad” mängd bete har i den här beräkningen hanterats utifrån lantbrukarens uppskattning av kornas konsumtion under stallperioden. Kostnaden för arbete har satts till 250 kr/tim för alla. Areal och antal djur är ett medel över de senaste tre åren medan kostnaderna för förnödenheter är enligt priser 2022. I kostnaderna för foder skördat med maskin är inga kostnader för fasta lager medräknade, däremot kostnader för täckplast och balplast. Kostnader för utfodringsteknik på stall är inte med, däremot all körning inom gården för att hantera foder. Vi har skiljt mellan bete på åker respektive på betesmark eftersom EU:s jordbrukarstöd skiljer däremellan. I beräknad kostnad för foder skördat med maskin finns även ett antal timmar för täckning, rengöring, provtagning etc. I kostnad för foder skördat med mule finns arbete med stängsling och underhåll av stängsel med, men inte förändrad arbetstid med djurskötsel under betesperioden.

## Resultat och diskussion

### *Sammanställning av intervju svaren*

De lantbrukare som har deltagit i studien är intresserade av bete. De vill utnyttja betet på bästa sätt och tycker att det är trevligt att ha djuren på bete. I texten nedan har vi försökt sammanfatta svaren från intervjuerna och har även lagt in en del citat, i kursiv stil.

### *Betesstrategi*

De deltagande gårdarna har mellan 40 och 200 kor. Sex av gårdarna har ekologisk produktion. Två har uppbundna kor, de övriga har lösdrift, varav fem har mjölkgrup och två robot.

Som bete till korna används i huvudsak åkerbeten, mer eller mindre permanenta. Bete på återväxt efter slåtter används på tre av gårdarna. Ibland betas också återväxt av grönfoder om den skördats tidigt, vilket korna uppskattar. Bete efter att en skörd tagits på betesfällan förekommer på de flesta gårdar.

Antalet betesfällor varierar mellan 3 och 20 på gårdarna i studien. Korna betar en dag per fälla på tre av dem. På två gårdar byter man fälla var tredje dag och på de andra varierar det mellan 2-10 dagar.

*Man kan se på korna hur betestillgången är. När de står vid grinden tidigare än vanligt kan dåligt bete vara en av anledningarna.*

Betesperioden varar från mitten/slutet av maj och 3-4 månader framåt. Hur snart korna släpps tillbaka på en viss fälla varierar över säsongen; en lantbrukare säger att det ska ha gått minst en vecka, en annan nämner tre veckor. Mot slutet av säsongen blir det längre tid i varje fälla eller färre kor per fälla. En av gårdarna tillämpar stripbetning under senare delen av säsongen med gradvis ökad yta vartefter betestillväxten avtar.

Under två till tre veckor i början och slutet av sommaren går korna bara ute dagtid. På de båda robotgårdarna kan korna i övrigt gå ut och in som de vill. Även på tre av gårdarna med mjölkgrup kan korna gå som de vill dygnet runt, förutom vid mjölkningsdags. På två gårdar släpps korna ut mellan mjölkningarna både dag och natt. Strategin påverkar naturligtvis arbetstiden. Förutom den tid som går åt för mjölkningen tillkommer tid för att fösa korna ut och in. Detta beräknades ta 15-60 min per dag. *Kor som är sent i laktationen är ofta mer ovilliga att gå in.*

Antalet kor per areal bete avsedd för korna varierar mellan 2 och 8 per hektar med ett medeltal på 4.

Avståndet från ladugården till betesfällorna varierar både inom och mellan gårdar. Ett par av gårdarna har merparten av fällorna nära till. På några av de andra har korna som längst ca 700 m att gå, på en är det 1 km att gå när de ska beta återväxt. Avståndet kan ha betydelse när korna fritt får välja att gå ut.

Som stängsel för mjölkorna används på de flesta gårdar ett enkelt vitt elband, 2-7 cm brett. En gård använder i stället galvaniserad järntråd. På några gårdar har man förstärkt det yttre stängslet.

*Så länge det finns gott om bete är det inte mycket problem med att djuren vill rymma.*

För att stängslen ska fungera bra betonas att man är noga vid uppsättning och att tråden är helt sträckt. Man behöver kolla varje dag att det är ström runt om och laga vid behov. Trimning under tråden görs en eller flera gånger på några gårdar. Lantbrukarna ombads skatta tidsåtgången för stängsling och stängselskötsel per år. Omräknat varierade det mellan 1,3 och 6,0 timmar per ha kobete (medel 3,8).

Tillgång till vatten är en viktig faktor i mjölkproduktionen. Robotgårdarna har inget vatten på betet. Tre gårdar har kar stående i varje fälla. En permanent slang kopplas in då korna är där. En gård har ett stativ med fyra koppar och 100 m slang, som kan köras till aktuell betesfälla. Rengöring av kar/koppar görs från vid varje betesbyte till några gånger per säsong. Den beräknade tidsåtgången per gång varierar från 10 minuter till 1 timme. Stora kar tar längre tid att tömma och fylla. Det blir ofta upptrampat vid vattenställena och det är en fördel om man kan flytta karen under säsongen och/eller att man fyller på med sand eller grus omkring. Även utgången från lagården och drivgångarna blir fort upptrampade. På flera gårdar har man en betongplatta just utanför kornas utgång. På en av gårdarna har man en särskild ”skräpfälla” närmast lagården, där korna får gå de dagar som det är dåligt väder, så att det inte ska bli söndertrampat i alla fällor. Man har dessutom gjutit betong i delar av ledgatan. Betongelement med gummiduk eller markduk med jord används på andra gårdar. Att fylla med grus där det är som geggigast är en annan metod. Sandig mark klarar sig relativt bra, liksom om korna kan gå på en välpackad körväg.

På de flesta gårdarna finns det ingen skugga på merparten av kobetena. Vid de totalt 34 gårdsbesöken var det bara vid 10 tillfällen som det fanns någon skugga på det aktuella betet och då oftast bara i ena kanten, dvs bara någon del av dagen. Däremot var det flera tillfällen då det var varmt och inga kor var ute på de gårdar där de kunde välja själva. Korna betade då mest nattetid. På några gårdar håller man korna inne vid temperaturer över 25 grader, eller tar in dem vid lunch.

### *Växtodling*

Gårdarnas areal varierar mellan 115 och 440 hektar. Beten av olika typ utgör mellan 13 och 22 % av arealen. Detta innefattar såväl bete på åkermark som permanenta beten och skogsbete. På en gård pågår också nyodling för bete. Mark som bara ungdjur betar är inkluderad men inte bete på vallåterväxt. Den betesareal (inklusive återväxt) som används specifikt för mjölkorna utgör 0,12-0,50 ha/ko på olika gårdar. Det lägsta värdet är på en konventionell gård och det högsta på en ekologisk, men det finns inget generellt samband mellan betesareal och produktionssystem.

Betesvallarna ligger i 3-7 år och bryts oftast av med ett år havre/ärt el dyl, eller spannmål med insädd. *Havre/ärt med insädd ger en bättre vall än korn med insädd, pga tidigare skörd.*

På två gårdar har man två år med ettåriga grödor. På en av gårdarna sker sällan omsädd, däremot hjälpsås fällorna vart eller vartannat år.

*Av ekonomiska skäl vill vi inte lägga om betesvallen alltför ofta.*

På tre av gårdarna används samma fröblandning till betena som till slåttervallarna. Blandningarna innehåller förutom olika gräs även rödklöver eller både röd- och vitklöver. De speciella blandningar för bete som övriga gårdar använder innehåller ca 10 % vitklöver plus gräs, främst timotej och ängssvingel.

På fem av de ekologiska gårdarna gödslas betesvallarna bara i samband med omläggning, ofta 25-30 ton flytgödsel per ha. Samma mängd ges på de konventionella gårdarna men dessutom 150-300 kg handelsgödsel NS 27-4 varje vår.

För putsning används betesputs med knivar eller hammarslagor, eller samma rotorslätterbalk eller rotorslättermaskin som för vallskörden. Putsning görs allt från en gång per sommar till efter varje avbetning. Vid augustibesöken på gårdarna hade den fälla som vi mätte i som mest putsats fyra gånger.

Att hålla tillbaka ogräs anges som en anledning för de som putsar vallarna ofta. Handplockning av skräppor görs några gånger per säsong på ett par av gårdarna. En lantbrukare använder Roundup vid vallbrott. I övrigt görs ingen regelrätt ogräsbekämpning på gårdarna.

Skörd av betena innan första avbetning görs ibland, främst för att förhindra förväxning på försommaren. Två av lantbrukarna anger att en tredjedel av kornas betesareal skördas så. På en gård tas alltid en förstaskörd då betet är nysått. En lantbrukare tycker sig se att skörd innan bete verkar ge en tätare grässvål. Ibland tas här även en andra skörd innan korna släpps på.

### *Korna*

I intervjun ställdes en fråga om iakttagelser av kornas beteende på betet:

*Ett antal kor går aldrig ut självmant, framför allt äldre och högmjolkare medan andra nästan alltid vill gå ut, det är mest yngre djur. (robotmjölkning)*

*Korna har favoritställen där de betar mycket. Det är ofta en bit bort från gården där det är lite högre och kanske fläktar lite mer när det är varmt. Närmast ingången till lagården betas det sämre, troligen för att det är mer trampat och gödslat där.*

På en av robotgårdarna tog det flera år att få kotrafiken att flyta bra under betesperioden, främst gällande att få korna att gå ut individuellt. I början fick de försas ut. Man brukar dra ned på antalet kor under betesperioden med ca 15 %, eftersom alla fortfarande vill in och mjölkas samtidigt på morgonen. Man ökar också antalet djur i väntfällan för att ingen ko ska vända och gå ut igen innan den hinner bli mjölkad. Dessutom ökas den tillåtna stilleståndstiden i roboten till 2,5 tim på natten sommartid.

Lantbrukarna tillfrågades om de tyckte sig se någon effekt av betet på mjölkavkastningen. Några tyckte att det kan bli en liten nedgång just vid betessläpp men att produktionen brukar vara stabil under sommaren. I ett avsnitt nedan redovisas vad mejeridata visar rörande mjölmängd, fetthalt mm.

Flera av lantbrukarna påpekade att hög lufttemperatur påverkar mjölkproduktionen, oavsett om korna är på bete eller inne och att korna under varma perioder betar mer på natten.

*Varma dagar brukar korna bara stå och flämta, även efter att de kommit in. De betar någon timme efter morgonmjölkningen och på natten.*

Det blir varmt även inne i lagården när det har varit varmt ute en längre period. På en av robotgårdarna finns åtta fläktar och de går för fullt när det är varmt och svalkar en del. En annan gård har en fläkt och ska eventuellt skaffa fler.

Värmen kan även påverka fruktsamheten.

*Korna orkar inte visa brunst om det är mycket varmt. Det kan ge ojämn kalvningsfrekvens.*

Det var annars flera av lantbrukarna som tyckte att det generellt är lättare att upptäcka brunst under betessäsongen än under stallperioden. På ett par lösdriftsgårdar tyckte man dock tvärtom, då man har mindre uppsikt över korna sommartid. Med hjälp av aktivitetsmätare eller hormonmätare i roboten kan man dock avhjälpa detta.

Även regn påverkar kornas benägenhet att beta och på flera gårdar hålls korna inne om det är mycket regnigt. Det minskar också risken för att marken blir söndertrampad då den är blöt och mjuk.

På frågan om eventuella effekter av betet på kornas hälsa gavs bland annat följande kommentarer:

*Korna är friskare på sommaren.*

*Det är mindre klövproblem under betesperioden.*

*Problem med klövarna kan komma i augusti, troligen pga blötare underlag och mjukare klövar.*

Proceduren kring kalvning under betesperioden skiljer en del mellan gårdarna, men på de flesta får sinkor/kalvkvigor gå med de mjölkande korna eller får i alla fall ändrad skötsel från två veckor före beräknad kalvning. Det händer att kor kalvar ute. Det kan vara svårt att hämta kalven, men själva kalvningen är oftast inget problem.

### Utfodring

Utfodringen av kraftfoder och grovfoder under sommaren görs med samma teknik som under stallperioden. Givorna av kraftfoder är på de flesta gårdar ungefär desamma under betesperioden som resten av året. För grovfoder säger man på tre gårdar att korna får ungefär hälften så mycket grovfoder som under stallperioden under den period då de betar som mest, på tre gårdar ges 25-35 % av vintergivan och på en får korna inget grovfoder alls då de betar dygnet runt. På en gård är mängden grovfoder ca 70 % av det korna får under stallperioden. Man räknar här med som mest 4-5 kg ts konsumtion från betet.

*Man ser på grovfoderkonsumtionen inne och på mjölkproduktionen om korna försörjer sig på betet.*

*Vi ökar grovfodergivan om det är en regnig period.*

På en gård ges direktskördad grönmassa som tillskott under den senare delen av betessäsongen, för att ta tillvara på det gröna på ett mer effektivt sätt och för att jämna ut eventuellt ojämn betestillgång.

Övergången från stallperiod till bete hanteras lite olika. På en av robotgårdarna får korna direkt beta så mycket de vill så att inte betet växer ifrån. Dörren står öppen utan övergångsperiod och korna får själva styra andelen bete/innefoder. Tre lantbrukare anger att man minskar på kraftfodret en del och två säger att man trappar ned på grovfodret. På ett par gårdar ser man vid övergången till att ha ett fiberrikt grovfoder som motverkar att korna blir lösa i magen. Tidigt betessläpp innan betet är alltför rikligt ger också en lättare övergång. På fyra av gårdarna byter man kraftfodersort vid betessläpp och behåller den till slutet av sommaren. Övergången från bete till stall är mer flytande, men innefattar ofta att korna börjar hållas inne nattetid och att grovfodermängden ökas. På en gård får korna ensilagebal ute, på en annan får de tillgång till alla hagarna och dessutom en del färskt gräs på stall.

### Mejeridata

Tabell 1 visar medeltal av data från mejeriets analyser av levererad mjölk för ”sommar” dvs 15 juni till 15 augusti respektive ”vinter” dvs 1 november till 31 mars. Mjölkmängden är generellt något lägre under sommaren medan FFA, celltal och totala bakterier är något högre.

En enkel beräkning av mängden levererad mjölk dagarna kring betessläpp visar inte på någon skillnad före och efter. Den säsongsskillnad som kan ses i Tabell 1 är alltså inte tydlig precis i samband med betessläpp, enligt de data som ingått i våra beräkningar. De rutiner man har för övergången till betesperioden verkar fungera bra.

Det går för det mesta inte att se någon tydligt samband mellan mängden levererad mjölk och lufttemperaturen, trots att flera lantbrukare nämnt att de ser att korna är tydligt påverkade. Det tyder på att man är duktig på att motverka de negativa effekterna, t ex genom att minska tiden korna behöver vara ute i värsta värmen, ge mer foder inne och använda fläktar. Variationen mellan enskilda mjölkleveranser är också normalt relativt stor, beroende på många andra faktorer än temperaturen, exempelvis antalet mjölkande kor.

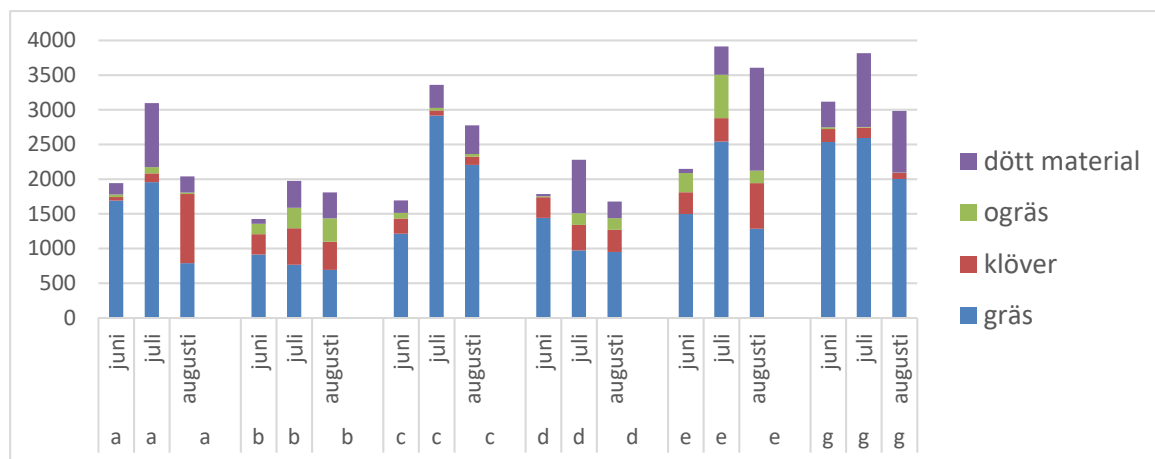
**Tabell 1.** Mjölkmängd och mjölksammansättning. Sommar är medeltal av data från 15 juni till 15 augusti, Vinter är data från 1 november till 31 mars under åren 2016 till 2021.

	Sommar	Vinter	N	P period	P gård	P samspel
Mjölk, kg/hämtning	4421	4676	52	<0,01	<0,01	0,61
Fett, %	4,18	4,39	89	<0,01	<0,01	0,03
Protein, %	3,38	3,48	89	<0,01	<0,01	0,01
Urea, %	3,85	3,92	89	0,45	0,04	0,07
FFA, mmol/100 g fett	0,683	0,631	89	0,05	<0,01	0,91
Celltal, 1000/ml	167	136	89	<0,01	<0,01	0,28
Tot. bakt., 1000/ml	6,65	5,46	66	0,20	<0,01	0,10

### Betesmängd

Vid besöken var det i medeltal 15 dagar (4-34) sedan mätfällan senast hade betats eller putsats. I genomsnitt var tiden från senaste avbetning kortast i juni. I juni hade de fällor där registreringarna gjordes som mest betats tre gånger tidigare, i juli som mest fyra och i augusti som mest åtta.

Mängden torrsbstans var i genomsnitt 2 218 kg ts/ha sommaren 2021 och 2 524 kg ts/ha år 2022, med stor variation mellan rutorna i respektive fälla. Också mellan gårdar och tillfällen var det stor variation, vilket illustreras i Figur 1. I genomsnitt över de två åren var avkastningen signifikant lägre vid mätningen i juni jämfört med juli och augusti. Figuren visar även på fördelningen av de olika fraktionerna enligt den botaniska analysen, se mer i nästa avsnitt.



**Figur 1.** Mängd i kg ts/ha, totalt och per fraktion på gård a-g år 2022. Varje stapel är ett medeltal av 12 klippta rutor per betesfälla och tillfälle.

Korrelationen mellan medeltalen av mätningarna med betesplattan och den klippta mängden torrsbstans i motsvarande mätpunkt var i medeltal 0,77 ( $P < 0,01$ ), räknat på alla värden 2021 och 2022. Motsvarande korrelation mellan längden på det högsta strået i varje ruta och mängd ts var 0,74 ( $P < 0,01$ ). Detta visar att enkla instrument kan ge relativt god uppfattning om mängden tillgängligt bete.

### Botanisk sammansättning

Det var mycket stor variation i botanisk sammansättning mellan enskilda mätpunkter. Exempelvis varierade mängden klöver mellan 0 och 80 % av ts och andelen örtogräs mellan 0 och 63 %. De vanligaste örtogräsen var maskros, groblad, smörblomma och skräppa. Tabell 2 visar medeltal, min och max av de genomsnittliga värdena per gård och besökstillfälle.

Andelen dött material var lägst vid junibesöket. Det fanns en tendens till att fler putsningar innebar mer dött material. Vallålder och hur många gånger på säsongen som fällan hade betats hade mycket liten inverkan på mängden dött material. Klöverhalten var signifikant högre vid augustibesöket jämfört med i juni och juli, vilket stämmer väl med erfarenheten att klöverhalten ökar under säsongen.

**Tabell 2.** Botanisk sammansättning, procent, medeltal samt min- och maxvärden av 34 medeltal per gård och besökstillfälle under betessäsongerna 2021 och 2022

	Medeltal	Minimum	Maximum
Gräs	62	22	87
Klöver	15	0	51
Örtogräs	8	0	46
Dött material	14	1	41

### Betets näringsinnehåll

Torrsbstanshalten i de klippta proverna var enligt vår analys högst i juli (25,6 %). Ts-halten har samband med andelen dött material i det klippta materialet (0,55,  $P < 0,001$ ).

Enligt den kemiska analysen av de 48 selekterade proven från 2021 finns en positiv korrelation mellan längden på det längsta bladet vid mätpunkten och halten NDF (0,69,  $P < 0,001$ ), medan energihalten sjönk med ökad bladlängd (-0,60,  $P < 0,001$ ). I dessa prover ökade innehållet av såväl energi (0,44,  $P < 0,01$ ) som råprotein (0,34,  $P < 0,05$ ) vid en ökad andel klöver (andel exklusive dött material) medan NDF-halten sjönk (-0,40,  $P < 0,01$ ). De 34 sammanslagna proven visar samma tendens, ökat innehåll av såväl energi (0,53,  $P < 0,01$ ) som råprotein (0,39,  $P < 0,05$ ) vid en ökad andel klöver (andel exklusive dött material) medan NDF-halten sjönk (-0,57,  $P < 0,001$ ). Även ökad andel ogräs hade samband med lägre NDF-halt (-0,41,  $P < 0,05$ ). Mer gräs hade samband med lägre energihalt (-0,52,  $P < 0,01$ ) och högre andel NDF (0,64,  $P < 0,001$ ).

I tabell 3a och 3b redovisas proteinhalt, energiinnehåll samt halten NDF från den kemiska analysen av de 34 proven per gård och besökstillfälle åren 2021 och 2022. Observera att det döda materialet sorterats bort före analys.

**Tabell 3a.** Näringsinnehåll, medeltal, min och max i 34 sammanslagna prov per gård och besök 2021 och 2022.

	Medeltal	Minimum	Maximum
Råprotein, g/kg ts	198	97	301
Omsättbar energi, MJ/kg ts	10,2	9,3	11,0
NDF, g/kg ts	469	358	568

**Tabell 3b.** Näringsinnehåll, medeltal och signifikans per besök i 34 sammanslagna prov från 2021 och 2022.

	juni	juli	augusti	P-värde
Råprotein, g/kg ts	207ab	173b	216a	0,03
Oms. energi, MJ/kg ts	10,4	10,0	10,3	0,06
NDF, g/kg ts	447	491	470	0,16

### Betesbehov / beteskonsumention

Enligt KRAV ska mjölkkor äta minst 6 kg ts per dag från betet under de två månader produktionsbete som krävs. Den betesmängd som lantbrukarna i studien räknade med, eller som deras foderlista angav, varierade från ca 3 till 17 kg ts per dag, beroende på mjölkavkastning, tid på säsongen mm.

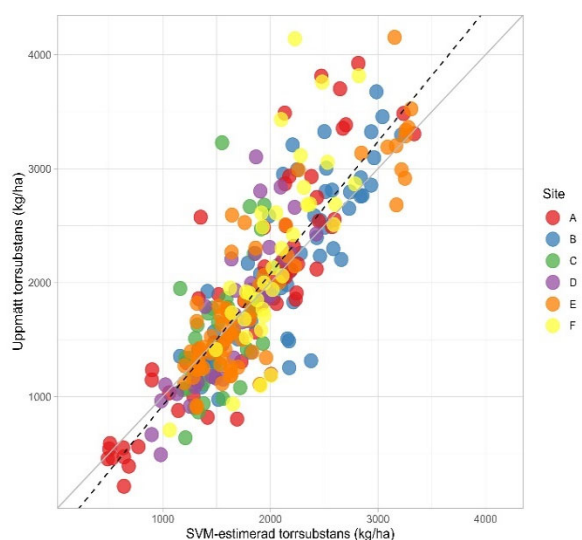
De beräkningar vi gjort av kornas behov av bete i kg ts, utifrån hur mycket energi de utfodrades med på stall enligt foderstat och energiinnehållet i betet per gård och besökstillfälle visar på en stor variation, ytterligheterna ligger mellan -5,5 till 16 kg ts. Medeltalet ligger kring 5 kg ts. Det tycks alltså som att utfodringen på ett par gårdar vid flera tillfällen var så riklig (enligt foderstat/foderlista) att korna inte behövde beta alls för att täcka sitt teoretiska energibehov. Om beräkningarna är riktiga visar det att betet inte alltid utnyttjas eller i alla fall inte behöver utnyttjas, vilket innebär en ekonomisk förlust då man har lagt pengar och arbete på att ha bra beten. Det visar också att man inte alltid ger korna motivationen att beta. Det kan också vara så att foderstaten inte stämmer helt med verkligheten. Variationer i ensilagebalarnas ts-halt, hur många djur som ska dela på grovfodret mm kan göra att uppgifterna om vad enskilda djur förväntas få i sig på stall inte stämmer. Dessutom är beräkningen av energibehov en teoretisk ekvation som troligen inte passar för alla djur och alla förhållanden.

### Spektrala mätningar

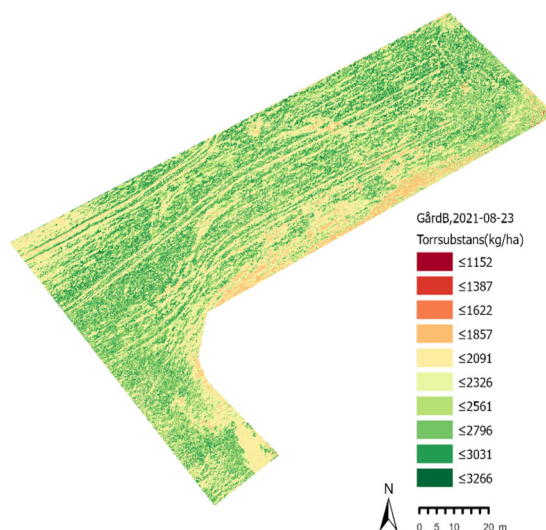
Regression användes för att uppskatta torrsubstansavkastningen på betena med hjälp av spektraldata från drönarbilder tagna 2021 och 2022. De regressionsmodeller som gav högst noggrannhet var den multivariata MARS och maskininlärningsmodellerna RF och SVM. SVM gav allra bäst resultat ( $R^2=0,71$  och  $RMSE=441,2$  kg ts/ha). Figur 2 visar ett spridningsdiagram för den SVM-uppskattade torrsubstansavkastningen enligt drönardata jämfört med det som uppmätts utifrån de klippta provena för alla gårdar. De flesta punkterna är nära 1:1-linjen, vilket indikerar en relativt god anpassning. Vissa prover har dock höga residualvärden och vi kommer att ytterligare undersöka varför modellen inte lyckades uppskatta dessa värden korrekt. SVM är en icke-linjär maskininlärningsalgoritm och kan som sådan reda ut relationer mellan prediktorer och uppskattade variabler. För god funktion krävs dock ett

omfattande träningsdataset. I den här studien byggdes modellen med 294 prover, vilket kanske inte är tillräckligt. Vi försökte bemöta detta genom att använda en 10-faldig korsvalideringsprocess för kalibrering och noggrannhetsanalys. En mer robust strategi kommer att användas i kommande analyser.

Figur 3 visar en karta över uppskattad mängd biomassa enligt SVM, utifrån multispektrala data från drönaren. Det finns fortfarande behov av förbättringar innan den använda drönarasensorn kan användas för att ge absoluta ts-avkastningsvärden. Ett sätt att komma till rätta med detta skulle kunna vara att anpassa förbehandlingen av data så att risken för att inkludera fel från fältmätningar eller spektraldata minskar. Nuvarande resultat är ändå tillräckligt bra för att generera kartor över biomassanivåer som kan hjälpa jordbrukaren att värdera om det finns tillräckligt med bete i hagen.



**Figur 2.** SVM-uppskattad vs laboriemätt ts-avkastning (gräs + klöver + ogräs).

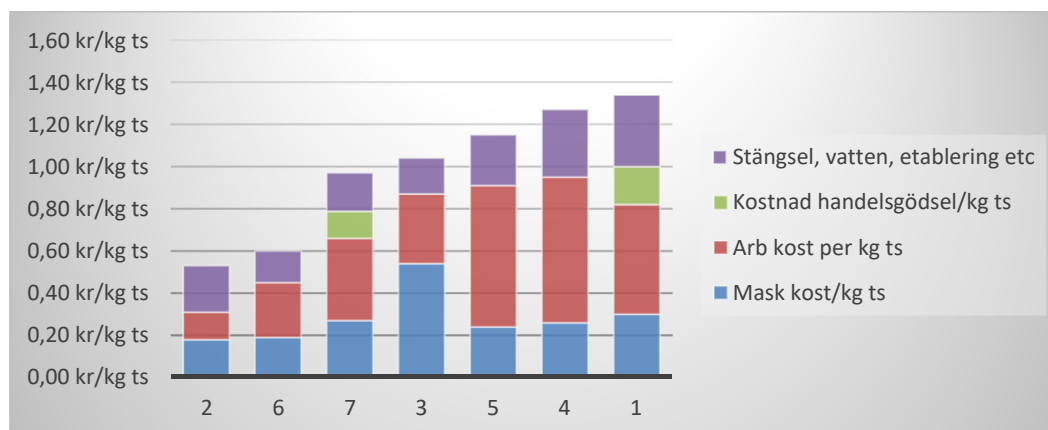


**Figur 3.** Karta över mängd biomassa (kg ts/ha) aug. 2021 på en av gårdarna, SVM-modellerade data.

### Betesekonomi

Kostnaden för vallfoder skördat med maskin varierar mellan ca 1,60 och 3,10 kr/kg ts. Maskinkostnaden utgör 42–58%, kostnad för arbete 10–34%, etablering och areal 12–16%, inomgårdshantering exkl. lager 7–15% och handelsgödsel 0–5%. Arealbaserade stöd har också betydelse.

Kostnaden för bete på åkermark varierar mellan 0,53 och 1,34 kr per kg ts före stöd, se Figur 4. Minskas kostnaden med de helt arealknutna stöden (gårdsstöd och förgröningsstöd 2022) fås en spridning mellan -0,01 och 0,63 kr per kg ts (negativ kostnad vid låg skörd). Tyngsta posten utgörs av arbete men spridningen är stor, beroende på exempelvis skillnader i skörd, behov av maskinarbeten och gödslingsstrategi. Betesutnyttjande och strategi kring fällor, stripbetning etc. har också stor betydelse. Stöden har ännu större betydelse för produktionskostnaden än för vallfoder skördat med maskin.



**Figur 4.** Produktionskostnad för bete på åker, före stöd, på sju gårdar.

En grundförutsättning för att skapa ett adekvat ekonomiskt beslutsunderlag på gårdsnivå, är att bilda sig en uppfattning om kostnaden för de olika foderslagen på gården. Det är även viktigt att fundera över effekt på produktion, arbete och djurhälsa under betesperioden. Dagens stödsystem motverkar i viss mån effekten av hög avkastning per ha då stöden är arealbaserade och inte produktionsbaserade. Hög och jämn kvalitet är generellt ändå gynnsamt för lönsamheten, oavsett om skörden sker med maskin eller mule.

### Slutsatser och fortsatta studier

Vår studie visar på den stora variation som finns mellan gårdar, över säsongen och mellan år i hur bete för mjölkkor i norra Sverige kan bedrivas och hur det fungerar, hur näringsvärdet ser ut, mm. Resultaten kan användas för den som söker data inom området, då något likande samlat material inte har funnits tidigare. Vi har också visat på potentialen hos olika mätmetoder. Exempelvis kan drönare enligt våra modeller generera kartor över biomassanivåer som kan hjälpa lantbrukaren att värdera om det finns tillräckligt med bete i hagen. Många parametrar påverkar om betet är ett lönsamt alternativ på den enskilda gården. Grunden kräver att man vet kostnaden för foder skördat med maskin eller mule. För att kunna väga in variationer i mjölkavkastning, djurhälsa, säsongsvariationer mm kan en enkel räknasurra vara till hjälp. Denna ska finnas tillgänglig i den planerade mer fullständiga rapporten från vår studie. Med stigande förnödenhetskostnader bör bete för mjölkkor vara ekonomiskt intressant.

En uppföljande undersökning relaterad till detta projekt har finansierats av RJN. Baserat på resultaten därifrån förväntas bättre förståelse av näringsvärdet i de norrländska betena och hur detta påverkar nedbrytbarheten och bildandet av metan. Dessutom har en ansökan lämnats till Carl Tryggers Stiftelse med syfte att ge ytterligare information om näringsvärdet genom analyser med en gas-in vitro-metod.

Vi kan se behov av ytterligare studier och kunskap rörande bl.a. dessa områden: ■ Hur hålla en jämn mängd och kvalitet på betet över säsongen? ■ Optimal putsningsstrategi, inklusive typ av betesputs. ■ Särskild vallfröblandning för bete eller ej? ■ Bevattning av beten. ■ Anläggning och underhåll av drivninggångar. ■ Hur skugga kan ordnas på betet.

### Kommunikation från projektet

Bernes, G., Chagas, J.C.C., Morel, J., Stark, A-S., Ramin, M. 2023. Mjölkkobete i praktiken – data från sju norrländska gårdar. Vallkonferens 2023. Inst. för växtproduktionsekologi, SLU, Rapport nr 34, 129-132.

Morel, J., Oliveira, J., Bergqvist, S., Chagas, J.C.C., Ramin, M., Bernes, G. 2023. Multispectral drone imagery for pasture assessment. Vallkonferens 2023. Inst. för växtproduktionsekologi, SLU, Rapport nr 34, 58-61.

Bernes, G., Chagas, J.C.C., Morel, J., Ramin, M., Stark, A-S. 2022. Bete på norrländska mjölkgårdar. Svenska Vallbrev nr 7, 1-2.

**Planerat är även:** Vallbrevet (hösten 2023), Rapport i HUVs rapportserie (hösten 2023), Vetenskaplig artikel om de spektrala mätningarna (2023/24)

**Muntliga presentationer:** Vid seminarier inom SustAinimal 22 april 2022 samt 26 januari 2023, för finska lantbrukare 13 september 2022 samt vid fältvandringar i Västerbotten maj/juni 2023.

**Planerat är även:** Möte med de deltagande lantbrukarna hösten 2023, eventuellt i samband med seminarium inom SustAinimal Grazing Living Lab.

### Tack

Projektet har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning samt Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige. Vi vill också tacka de deltagande lantbrukarna för att den tid de lagt ned och för att de delat med sig av sina erfarenheter och data. Vi har också haft god hjälp av våra kollegor Sanna Bergqvist och Junxiang Peng samt besökande studenter.

### Referenser

ANKOM (2020) Technology Method 15 – Neutral Detergent Fiber in Feeds – Filter Bag Technique (for DELTA) AOAC International (2005) *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 18th ed.; AOAC International: Gaithersburg, MD, USA, 2005; pp. 24–56.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC

SMHI. 2023. [Nedladdning av griddad nederbörd- och temperaturdata \(PTHBV\) | SMHI](#)