



Handburen Hydro sensor i vall

*– prediktering av torrsbstansavkastning och
kvalitetsegenskaper*

*Thomas Börjesson, Anna Nyberg, Maria Stenberg och
Johanna Wetterlind*

Innehållsförteckning:

Förord	3
Sammanfattning	4
Inledning.....	4
Material och metoder	5
Mätutrustning	5
Genomförda sensormätningar	5
Referensanalyser	6
Utvärdering	6
Resultat.....	6
Rådde	6
Lekåsa	7
Bjertorp	7
Värdering av olika data	8
Diskussion	8
Litteratur.....	9

Förord

Stort tack till VL-stiftelsen för finansiering av projektets genomförande och till Hydro Agri för tillhandahållande av handsensorn. Tack även till Svenska Lantmännen för finansiering av fältmätningar och till Agroväst för delfinansiering av lönekostnader.

Sammanfattning

Studien visar att det finns god potential att utveckla prognosmetoder för vall med hjälp av handburen Hydro sensor. För att prediktera ts-avkastning är modellen redan så bra att den skulle kunna användas under praktiska förhållanden. Det verkar också finnas goda möjligheter för prediktion av råproteinhalt, energiinnehåll och fiberinnehåll (NDF), men underlaget är ännu alltför litet för att dra några säkra slutsatser. Det var tydligt att ts-avkastningen kunde predikteras vid en tidigare tidpunkt än kvalitetsegenskaperna. En möjlighet är också att använda metoden för att följa kvalitetsutvecklingen i vall. För prediktion av råprotein gav en sensormätning bättre information än ett prognosprov analyserat med NIR-bestämning på laboratorium. Kommande projekt bör framförallt fokusera på att närmare studera möjligheterna att prediktera kvalitetsegenskaper i vall och på att följa kvalitetsutvecklingen platsspecifikt. Möjligheten till förbättrade prognoser vid kombinerad av olika typer av indata bör också studeras.

Inledning

Fjärranalysteknik för att prediktera olika egenskaper i en växande gröda har sedan tidigare använts i spannmålsgrödor. I Sverige används främst Hydro N-sensor som bygger på att reflektionen i det synliga och nära infraröda våglängdsområdet registreras. Idag används en traktorburen sensor kommersiellt för att registrera skillnader i kvävegödslingsbehov mellan olika fältdelar.

Vid odling av vall för grovfoder är det viktigt för lantbrukaren att få rätt kvantitet och rätt kvalitet i den skördade produkten för att få ett väl fungerande grovfoder och nå god lönsamhet. Analyser av kvalitet är idag mycket kostsamma. Vid bestämning av torrsubstanshalt, råprotein, fiber och VOS är kostnaden cirka 500 kronor medan ett prognosprov för att bedöma proteinhalt och energi i vallfoder kostar ungefär 200 kronor. För bestämning av vattenlösliga kolhydrater tillkommer cirka 250 kr. Det kan också vara svårt att få ett representativt prov för det vallfoder man vill använda.

Fältmätmetoder skulle kunna erbjuda ett enklare och billigare sätt att bedöma avkastning och kvalitetsegenskaper i vall. Förutom att få en bättre uppfattning om variationen i kvalitet på det använda vallfodret, är det önskvärt att bättre än idag kunna uppskatta förväntad skörd av vallen, bestämma lämplig skördetidpunkt och beräkna vallens gödslingsbehov. En möjlig framtida tillämpning kan vara att göra en mätning med Hydro sensor i samband med skörden både för att bedöma kvaliteten på det vallfoder som skördas och gödslingsbehov till kommande skörd. Det kan också vara möjligt att använda Hydro-sensorn för bedömning av grönmassans kvalitet i samband med ensilering. Behov av tillsatsmedel vid ensilering styrs bl.a. av grönmassans innehåll av vattenlösliga kolhydrater och av ts-halten. Genom att följa t.ex. variationen i ts-halt under skörd kan skördesystemet på gården effektiviseras. Lantbrukaren får också ett bättre beslutsunderlag vid val av lagringsstrategi och tillsatsmedel vid ensilering.

I en studie för att studera inomfältvariationer i vall, testades en handburen sensor, tillhandahållen av Hydro Agri, för mätningar i vall (Nyberg, 2002). Projektet som helhet pågick i tre år 1999-2001 och visade på stora inomfältvariationer när det gäller avkastning och kvalitetsegenskaper (Nyberg & Lindén, 2002). I samband med två skördetillfällen användes handsensorn för att undersöka vilka möjligheter det fanns att förutsäga ts-skörden samt att undersöka samband med foderkvalitetsparametrar.

I ett tidigare projekt användes information från handsensormätningar för att göra prognoser när det gäller kvalitetsegenskaper vid skörd av stråsäd. Resultaten visar på att en relativt bra prognos kan göras när det gäller proteinhalten och falltalet hos vete och när det gäller proteinhalt hos malkorn (Börjesson et al., 2002). Detta visar att den av handsensorn uppmätta reflektansen kan ge information både om kvävehalten och om kolhydraternas sammansättning i stråsäd. Därför borde detta kunna genomföras även i en vallgröda.

Syftet med denna undersökning var att utvärdera sensormätningen som metod för prediktering av vallskördar både vad gäller ts-avkastning och foderkvalitet jämfört med de analysmetoder som används idag. I projektet gjordes dels ytterligare utvärderingar av materialet från Lekåsa, men mätningar på Rådde försöksstation och Svalöf Weibulls försöksgård Bjertorp har också sammanställts. Huvudsyftet har varit att göra prognoser för ts-skörd och kvalitetsegenskaper vid skörd, men möjligheterna att följa förändringar när det gäller kvalitetsegenskaper har också studerats.

Material och metoder

Mätutrustning

En handhållen sensor som tillhandahållits av Hydro Agri (figur 1) användes för mätningarna. Vid mätning erhålls data för fyra grundvariabler "IR/R", "IR/G", "Si1" och "Si 2" som främst används för att ge information för gödslingsrekommendationer till stråsäd. Dessutom erhöles reflektionsdata från åtta enskilda våglängder (460, 510, 550, 620, 680, 710, 760 och 810 nm) efter upppackning av rådatafil av Hydro i Tyskland. Vid utvärderingen valde vi att använda både grundvariablerna och de enskilda våglängderna för att få ut så mycket information som möjligt. Vid mätningarna med den handburna sensorn registrerades grödans ljusreflektion från fyra olika håll vinkelrätt mot varandra i varje enskild försöksruta (Nyberg, 2002).

Genomförda sensormätningar

Data från handsensormätningar utförda i fältförsök 2000 och 2001 (tabell 1) sammanställdes och bearbetades. Mätningar inför andraskörden 2001 gjordes på Rådde försöksstation, Hus-hållningssällskapet Södra Älvsborg. I projektet ingick också att utvärdera mätningar i vallförsök på Bjertorp och blandvall i Lekåsa. Mätningarna på Lekåsafältet utfördes 5 dagar inför andraskörden 2000 och 27, 9 och 2 dagar före förstaskörden 2001. På Rådde och Bjertorp gjordes mätningarna cirka 5 dagar före andraskörden båda åren. Detta gällde dock inte röd-klöverförsöken på Bjertorp som skördades cirka en månad efter sensormätningen.

Tabell 1. Platser och typ av vallar där mätningar utfördes

Plats	År	Valltyp	Antal rutor	Typ av försök
Rådde	2001	Blandvall	12	vall I, 4 olika blandningar.
		Rajgräs,	15	vall I, 5 olika sorter.
Lekåsa Bjertorp	2000-01 2000	Blandvall	32	fördelade över ett fält med varierande klöverinslag.
		Sortförsök	95	vall I och II, .Rödklöver, Timotej, Ängssvingel
Bjertorp	2001	Blandvall	45	vall III 3 olika N-nivåer
		Sortförsök	87	vall I och II, Rödklöver, Ängssvingel, Timotej, Rajgräs
		Blandvall	85	Vall I, II och III



Figur 1. Mätning med handburen sensor från Hydro Agri.

Referensanalyser

Rutvisa referensanalyser gjordes i samtliga fall i samband med skörd. För blandvallar på Rådde och Lekåsa prover fanns förutom ts-avkastning även kvalitetsdata (råprotein, energi (VOS) och NDF) registrerat, medan endast skördenivå fanns för försöken på Bjertorp och rajgräsförsocket på Rådde. I blandvallarna på Rådde togs i samband med sensormätningarna även prognosprover för analys (NIR-bestämning) på lab.

Utvärdering

Multivariat utvärdering användes för att studera skillnader mellan mätningar och för att kunna använda hela det insamlade datamaterialet samtidigt för att göra prediktioner. Principalkomponentanalys (PCA) användes för att få en överblick över proverna och för att detektera mätningar som klart avvek från övriga. Partial least squares (PLS) användes för att studera möjligheten att prediktera kvalitetsegenskaperna med hjälp av sensordata. Till att börja med användes hela datamaterialet och för att få enklare modeller minskades sedan antalet ingående variabler. Programvaran SIMCA-P 9 (Umetrics) användes. Programvaran ger information om betydelsen av de olika ingående variablerna och den bästa kombinationen av variabler har alltid använts vid redovisning av resultat. Korsvalidering användes, vilket innebär att de förklaringsgrader (r^2) som redovisas beskriver förhållandet mellan predikterade värden som inte var med vid kalibreringen och uppmätta värden. På detta sätt erhålls en uppfattning om hur modellen fungerar när egenskaper på nya försöksytor skall predikteras.

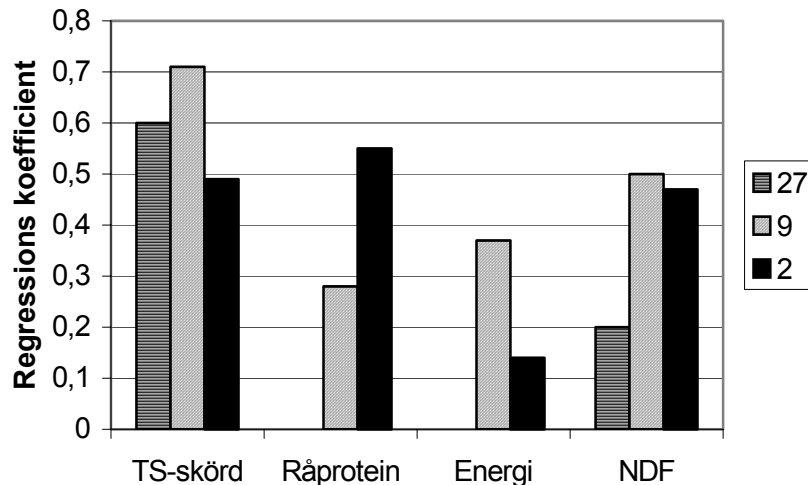
Resultat

Rådde

Predikteringen av råprotein, NDF, energi och ts-skörd var tillfredsställande i blandvallarna. Förklaringsgrader (r^2) var för råprotein 0,78, för energi 0,57, för NDF 0,56 och för ts-skörd 0,7. När det gäller råproteinhalt gav sensormätningen bättre resultat än prognosprover som analyserades på lab. Prognosprover och sensormätningar visade också god överensstämmelse när det gäller proteinhalten, men däremot inte när gäller NDF och energi. Sensormätningar kunde förklara större delen av variationen i proteinhalt uppmätt i prognosproverna ($r^2 = 0,82$). För rajgräset gick det sämre än med blandvallarna att prediktera ts-skörd, $r^2 = 0,4$.

Lekåsa

På Lekåsa 2000 blev det bäst resultat vid prediktion av proteinhalt ($r^2 = 0,5$), medan r^2 -värdet både för avkastning och energiinnehåll var 0,43. För prediktion av energihalt var ett prov så avvikande att det behövde tas bort. NDF-värden gick inte att prediktera. Data från 2001 visade på skillnader vad gäller de olika mättidpunkterna och möjligheterna att prediktera skörd och kvalitetsegenskaper. Mätningen 9 dagar före skörd fungerade bäst för prediktion av skördens storlek, medan proteinhalten predikterades bäst vid mätning 2 dagar innan skörd. Både energi och NDF predikterades bäst vid mätning 9 dagar före skörd. Redan vid mätning 27 dagar före skörd kunde ts-skörden predikteras med relativt stor säkerhet, men däremot inte någon av kvalitetsegenskaperna (figur 2).

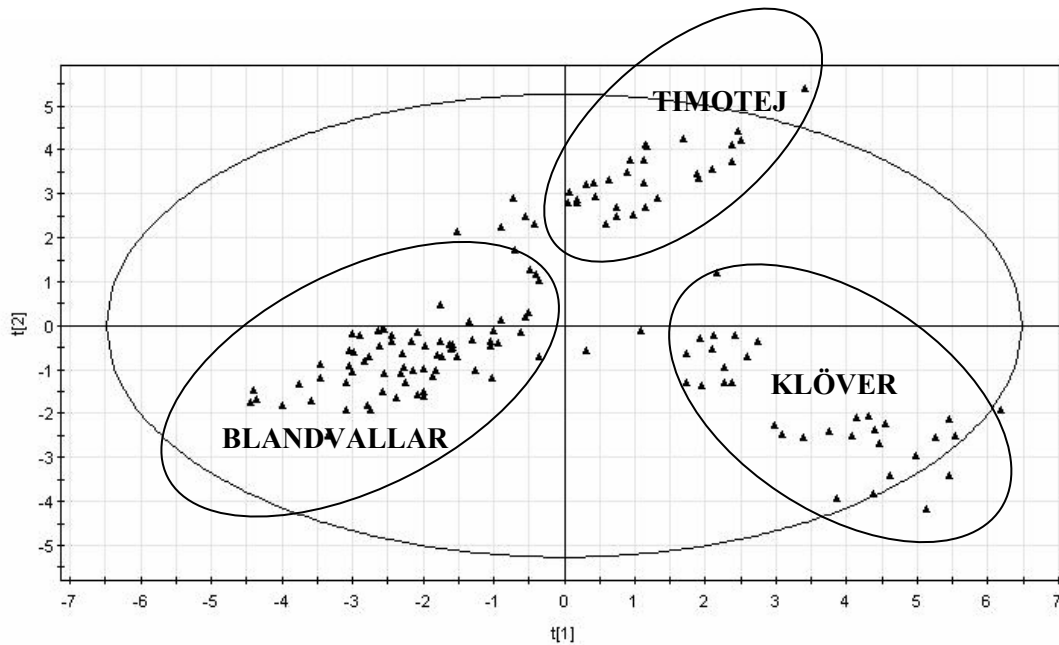


Figur 2. Prediktion av ts-skörd och kvalitetsegenskaper i 32 rutor på Lekåsa 2001 vid mätning med handhållen sensor 27, 9 och 2 dagar före skörd.

Bjertorp

För materialet från 2000 visade en PCA-analys på vissa skillnader i reflektion mellan olika typer av vallar. Mest tydligt var att klövervallarna avvek, men även timotejvallar bildade en egen grupp (figur 3). Detta indikerar att man bör testa att bearbeta data från olika typer av vallar var för sig. Det var däremot inte möjligt att se några tydliga skillnader mellan olika ålder på vallarna och inte heller mellan olika sorter. Bäst resultat erhöles om klöver- och timotejvallar inte togs med vid utvärderingen ($r^2 = 0,73$, $n = 72$). Något sämre resultat erhöles om man även tog med timotejvallarna ($r^2 = 0,69$, $n = 107$) och om även klövervallar ingick var förklaringsgraden 0,5, $n = 137$. Två avvikare togs bort vid PLS-kalibreringarna.

För materialet från 2001 visade inte PCA-analysen på några tydliga grupperingar. Däremot upptäcktes en avvikare som inte togs med vid utvärderingarna. Vid bearbetning av hela materialet tillsammans ($n = 147$) var predikteringen av ts-skörd god ($r^2 = 0,90$). Inga förbättringar erhöles om materialet delades upp efter valltyp. Kombination av alla prover från båda åren utom klövervallar gav också bra resultat, $r^2 = 0,83$. Detta visar att när man använder tillräckligt många prover så får skillnader mellan arter inte så stort genomslag. Det var också möjligt att få bra resultat vid kalibrering med prover från år 2000 och validering med prover från år 2001 ($r^2 = 0,83$). Medelfelet (SEP) var mindre än hälften av standardavvikelsen för materialet, vilket indikerar en lovande modell.



Figur 3. Resultat från PCA-analys, principalkomponent 1 på x-axeln och principalkomponent 2 på y-axeln, som illustrerar skillnader i sensorreflektion för klöver, timotej och blandvallar på Bjertorp 2000.

Värdering av olika data

Både för prediktion av protein och ts-skörd, verkade de grundvariabler (Si1, Si2, IR/R och IR/G) som erhöles med sensorn räcka. I de flesta fall gav Si1 och IR/G mest information. Dock blev i vissa fall resultatet bättre då även reflektioner från enskilda våglängder togs med.

Diskussion

Studien visar på goda möjligheter att förutsäga ts-skörden i växande vall. När det gäller kvalitetsegenskaperna var materialet mindre men studien visade på att det finns goda förutsättningar att göra bra förutsägelser. En sensormätning strax före skörd av vallfoder kan ge viktig information till lantbrukaren om ts-avkastning och vilken nivå t.ex. råproteinet har uppnått. Detta har betydelse för när vullen ska slås för att uppnå önskvärd kvalitet på grovfodret. Mätmetoden skulle framförallt kunna bli konkurrenskraftig om en mätning kan göras i samband med skörd, så att en extra överfart undviks. Framtida studier bör fokusera på att förbättra modelleringen av kvalitetsegenskaper och att jämföra olika spektroskopiska metoder. Nya grundvariabler till Hydro-sensorn som bättre svarar mot den information som behövs för skörd- och kvalitetsprediktioner i vall kan behöva tas fram. Det är också troligt att ett annat våglängdsområde skulle kunna ge bättre prediktioner av t.ex. fiberhalten i vallfoder.

Litteratur

Börjesson, T, Ivarsson, K., Engquist, A., Wikström, L. 2002. Kvalitetsprognoser för malkorn och brödvete genom reflektansmätning i växande gröda och uttag av grödprover för laboratorieanalys. Precisionsodling Sverige, Teknisk Rapport nr 1. Skara.

Nyberg, A. 2002. Precisionsodling av vall - Samband mellan ljus reflekterat av växande vall och ts-avkastning, foderkvaliteter samt botanisk sammansättning. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU. Teknisk Rapport 8.

Nyberg, A. och Lindén, B. 2002. Inomfältvariationer i avkastning och grovfoderkvalitet på ett vallskifte, 1999-2001. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU. Rapport 9. Serie B Mark-växter.

Förteckning över utgivna rapporter i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter*:

1. Börjesson, T, Ivarsson, K., Engquist, A., Wikström, L. 2002. Kvalitetsprognoser för malkorn och brödvete genom reflektansmätning i växande gröda och uttag av grödprover för laboratorieanalys. *Precisionsodling Sverige, Teknisk Rapport nr 1. Skara.*
2. Börjesson, T., Nyberg, A., Stenberg, M. och Wetterlind, J. 2002. Handburen Hydro sensor i vall – prediktering av torrsubstansavkastning och kvalitetsegenskaper. *Precisionsodling Sverige, Teknisk Rapport nr 2. Skara.*

AGROVÄST-projektet *Precisionsodling Sverige* syftar till att utveckla och tillämpa användbara metoder inom precisionsodlingen till nytta för det praktiska jordbruket.

I projektet arbetas med precisionsodling i form av utvärdering och tolkning av och teknik för markkartering, kalkning, gödsling, bestämning av mark- och grödegenskaper, skördemätning samt miljöeffekter av precisionsodling.

Projektet genomförs i ett samarbete mellan bl.a. Lantmännen AB, SLU, Svalöf Weibull AB, JTI, Hydro Agri AB, Lantmännen Maskin AB, Nordkalk AB och hushållningssällskap.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67268, e-post: Lena.Ljunggren@jvsk.slu.se

Internet: <http://www.jvsk.slu.se>

<http://www.agrovast.se/precision>