



Bedömning av kvalitets- skillnader över tid i vallar avsedda för hösilage med Yara N-sensor



Tomas Börjesson & Mats Söderström

Bild framsida: Carina Palmgren Karlsson, 2008.

Innehållsförteckning

<i>Innehållsförteckning</i>	3
<i>Bakgrund</i>	6
<i>Material och metoder</i>	7
Vallanalyser	8
Utvärderingar	8
<i>Resultat och diskussion</i>	9
Utvärdering med PLS modeller	10
<i>Slutsatser och förslag på fortsatt utveckling</i>	12
<i>Referenser</i>	13

Bakgrund

I flera projekt har handburen sensor från Yara som mäter reflekterat ljus i olika våglängder använts för att studera inomfältsskillnader i vallkvalitet (Börjesson m.fl., 2002, Nyberg m.fl., 2003a, Nyberg m.fl., 2003b). I dessa projekt har prediktioner av kvalitetsegenskaper i vall gjorts med hjälp av multivariata metoder (PCA och PLS). En databas har byggts upp bestående av mätdata från sensorn och laboratorieanalyser av energi, råprotein och NDF. Databasen består hittills av 217 mätpunkter som samlats in under en följd av år. Mestadels består den av data från försök i Västergötland och framförallt att har det varit försök med olika vallfröblandningar som passar för utfodring av nötkreatur. I detta projekt var avsikten att titta närmare på kvalitetsegenskaper i vallar som används för produktion av hösilage till travhästar. Arbetet har bedrivits i samarbete med Hästkraft i Sverige AB (www.hastkraft.com) och data har hämtats från gården Eriksberg i Södermanland under åren 2004 t.o.m. 2007.

NDF anses vara det viktigaste kvalitetsmättet för hösilage till travhästar tillsammans med hygienisk kvalitet (Sven-Inge Törnvall, pers. komm) och Hästkraft tar ut ett stort antal prognosprover under försäsongen för att bedöma när första bästa tillfälle för skörd inträder. Under 2008 togs så mycket som 217 prognosprover ut. Det ideala hösilaget för travhästar har betydligt högre fiberhalt och är inte så energirikt som ensilage avsett för mjölkkor. De varierar något beroende på kund, men i allmänhet bör lämpliga NDF-värden ligga på 630-670 g/kg ts och energivärdena på 9-10 MJ/kg ts. En automatiserad bedömning av kvalitet med Yara-sensor skulle kunna underlätta och snabba upp beslutprocesserna avsevärt. En ytterligare önskvärd förenkling skulle kunna vara om man använder enbart ett fåtal kvoter i enlighet med de rutiner som man använder för traktorburen sensor idag. Detta i kombination med en väderbaserad prognos skulle kunna förenkla bestämningen av optimal skördetidpunkt och ge möjligheter till förbättrad kvalitet.

Material och metoder

Under projektets första 3 år (2004-2006) studerades en blandvall med 65 % timotej och 35 % ängssvingel som legat ett, två respektive tre år. Under projektets sista år studerades i stället en närbelägen ren timotejvall (andraårsvall). Skiftet som studerades de första tre åren var på ca. 60 ha, (Figur 1 med provpunkter 2005) medan fältet som studerades 2007 var betydligt mindre, ca. 15 ha.

Under 2004 och 2005 var målsättningen främst att studera inomfätsvariationer och sambandet mellan vallkvalitet och markparametrar, så en grundlig markkartering utfördes under hösten 2004. Jordanalyser togs ut på samma platser som vallprover tagits ut innan hösilageskörden. Tyvärr fungerade inte Yara-sensorn vid uttaget av skördeprover, så för 2004 finns endast laborieredata och sensordata från 10 punkter som provtogs 17/6, cirka två veckor innan skörd. Under våren 2005 togs en ny handburen sensor fram och mätning utfördes 29/6 på 15 olika platser där jordanalyser hade utförts under hösten 2004 och sambandet mellan laborieredata, sensordata och markparametrar studerades.



Figur 1. Försöksfält 2004-2006 med 2005 års provtagningspunkter.

Då inomfätsvariationerna inte var särskilt stora inriktades projektet under de båda sista åren, 2006 och 2007, på att studera kvalitetsskillnader över tid. Under 2006 gjordes mätningar vid 22 punkter längs den linje där ordinarie prognosprover togs ut. Prognosprover togs ut vid 6 tillfällen under juni månad och sensormätningarna gjordes vid det 4:e och det 6:e tillfället, 19/6 och 26/6. Fältet skördades strax efter det 6:e uttaget av prognosproverna. Endast ordinarie

analys av samlingsprovet gjordes, så för detta år finns inga punktvisa referensmätningar. Under 2007 togs 5 prover ut längs en linje vid två tillfällena, 5/6 och 20/6. Vallen skördades strax efter den senare mätningen och referensanalys gjordes här individuellt för de fem punkterna.

Provtagningarna sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1. Sammanfattning av provtagningar

År	Skördetidpunkt	Antal prover	Analys av individuella prover
2004	17-jun	10	Ja
2005	29-jun	15	Ja
2006	19-jun	22	Nej
2006	28-jun	22	Nej
2007	05-jun	5	Ja
2007	20-jun	5	Ja

Eftersom mätningar genomförts under en följd av år och att olika handsensormätare använts, testades förutom att använda reflektionsdata från enskilda våglängder även användning av kvoter mellan de ingående våglängderna. Att använda kvoter istället för enskilda våglängder bör ge mer stabila resultat om reflektionen förändras över hela våglängdsområdet.

Vallanalyser

Samtliga vallanalyser utfördes av AnalyCen (nuvarande Eurofins) i Lidköping och jordanalyserna utfördes av samma företag i Kristianstad. Metoderna som användes var för energi VOS analys (ISSN 0347-9781). För NDF gravimetrisk metod där provet står med NDS lösning i 85° över natt och den olösliga resten torkas och vägs före och efter inaskning. För råproteinbestämning användes Kjeldahlkvävebestämning (NMKL 6, 1976).

Utvärderingar

För modelleringen användes programvaran Unscrambler 7.6 (CAMO, Norge) som används för multivariata utvärderingar. Dels gjorde s.k. korsvalideringar, där ett prov i taget tas bort från modellen varefter modellen används för beräkning i detta prov, och dels testades modellen på helt oberoende testset som inte ingått i kalibreringen. Som testset användes dels reflektionsdata som samlats in 2006 för vilka det endast finns data för samlingsprov och dels på materialet från 2007. Förutom att göra modeller enbart med hjälp av data från detta projekt, undersöktes också att komplettera med data från databasen som tagits fram inom ramen för tidigare projekt. Dels användes alla kvoter mellan 450 nm t.o.m. 850 nm, där den lägre kvoten dividerats med den högre. Totalt omfattade detta dataset 820 kvoter. Dels användes ett smalare intervall där kvoter med våglängderna 520-640 nm i täljaren ingick och som omfattade 350 kvoter.

Resultat och diskussion

Att använda kvoter gav lika bra resultat som att använda enskilda våglängder, så endast data där kvoter används redovisas.

Referensanalyser utförda 2004 visade på ganska små skillnader i fiber och energi inom det provtagna fältet (Tabell 2) trots ganska stora skillnader i resultaten från jordanalyserna. Samma mönster upprepas även 2005 (Tabell 3, Figur 1). Korrelationen (r) mellan markparametrar och kvalitetsegenskaper var generellt svag och översteg aldrig 0,60. Det enda som var konsekvent för mätningarna 2004 och 2005 var ett svagt positivt samband mellan råprotein och mullhalt, 0,2 respektive respektive 0,25 för provtagningarna 2004 respektive 2005. Observera att enbart 6 av punkterna är samma 2004 och 2005. Provuttaget 2005 var mer riktat efter jordanalysen

Tabell 2. Analyser av jord och hösilageprover från 10 platser på undersökt vallskifte 2004-06-17.

Plats	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	MULL	LER	Råprotein g/kg Ts	Energi MJ/kg Ts	NDF g/kg ts
1	5,9	4,1	6,3	2,3	70	2,0	5	91	10	660
4	5,9	4,7	16	25	360	12,5	28	100	11	661
8	6,2	3,2	10	2,5	90	2,4	10	90	11,2	651
10	6	2,4	5,6	2	75	3,0	10	98	9,9	638
15	5,8	6,2	8,6	5,2	82	2,0	13	103	9,9	674
21	6	6,5	4,3	4,1	82	1,3	5	100	9,7	697
24	6,2	4,7	4,9	13	130	2,7	9	94	10,0	701
26	6,1	4,4	16	33	200	3,1	37	80	10,3	667
28	6,1	3,2	6,9	16	110	2,2	18	79	10,5	698
29	6,1	7,4	8,5	11	110	1,9	16	102	10,0	663

Tabell 3. Analyser av jord och hösilageprover från 15 platser på undersökt vallskifte 2005-06-29.

Plats	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	MULL	LER	Råprotein g/kg ts	Energi MJ/kg ts	NDF g/kg ts
1	5,9	4,1	6,3	2,3	70	2	5	114	10	622
2	5,6	4,5	4	1,3	36	18,7	5	116	9,9	631
3	6	4,4	14	15	210	6,2	25	102	9,4	644
4	5,9	4,7	16	25	360	12,5	28	104	9,4	630
5	5,6	5,5	13	13	230	12,6	30	96	10	655
6	6,3	3,9	8,7	5,1	79	1,8	8	81	9,8	647
7	5,8	6,2	10	5,7	100	3,1	19	108	10,2	643
8	6,2	3,2	10	2,5	90	2,4	10	106	9,9	640
9	5,7	4,2	6	2,7	74	2,3	15	99	10,4	672
21	6	6,5	4,3	4,1	82	1,3	5	86	10,2	667
26	6,1	4,4	16	33	200	3,1	37	120	10,3	643
27	6,4	7,6	8	24	240	6,5	13	102	10,5	655
28	6,3	6	18	27	270	5,4	30	83	10,1	683
31	5,8	4	7,2	5,4	75	3	6	78	9,8	686
35	5,8	8,2	4,1	3,7	69	1,7	5	109	10,6	641

som inte fanns tillgängliga vid 2004 års provtagning. Sambandet mellan kvalitetsegenskaper uttaget på samma plats 2004 och 2005 var dåligt för energi och protein men oväntat bra för NDF ($r = 0,90$). Eftersom underlaget är så litet som enbart 6 prover, bör man dock inte fästa alltför stor vikt vid detta samband.

Undersökningen visar alltså att det trots stora skillnader i markparametrar inte tycks förekomma några nämnvärda skillnader i kvalitetsegenskaper. Det kan hänga samman med att växternas utveckling inte styrs så mycket av markparametrar utan att tid och temperatur spelar betydligt större roll. Det är dock möjligt att det vid mer torkstressade förhållanden kan uppstå större inomfältvariationer. Det skulle t.ex. kunna vara större skillnader vid en andraskörd, då vallens utveckling mer bestäms av vattentillgång. När det gäller provtagningarna 2006 och 2007 då N-sensormätningar och referensanalyser utfördes vid två tillfällen per säsong och inriktades på att följa kvalitetsskillnader över tid, sjönk referensvärdena för protein och energi som förväntat mellan de båda provtagningstillfällena 2006 men även NDF-värdena sjönk oväntat något från 703 till 672 (Tabell 4). Samtliga värden förändrades som förväntat vid de båda skördetillfällena 2007 (Tabell 4). Man kan här notera att värdena var ganska optimala redan vid det första mättillfället 2006, medan värdena började närma sig de optimala vid det andra mättillfället 2007 (Tabell 4).

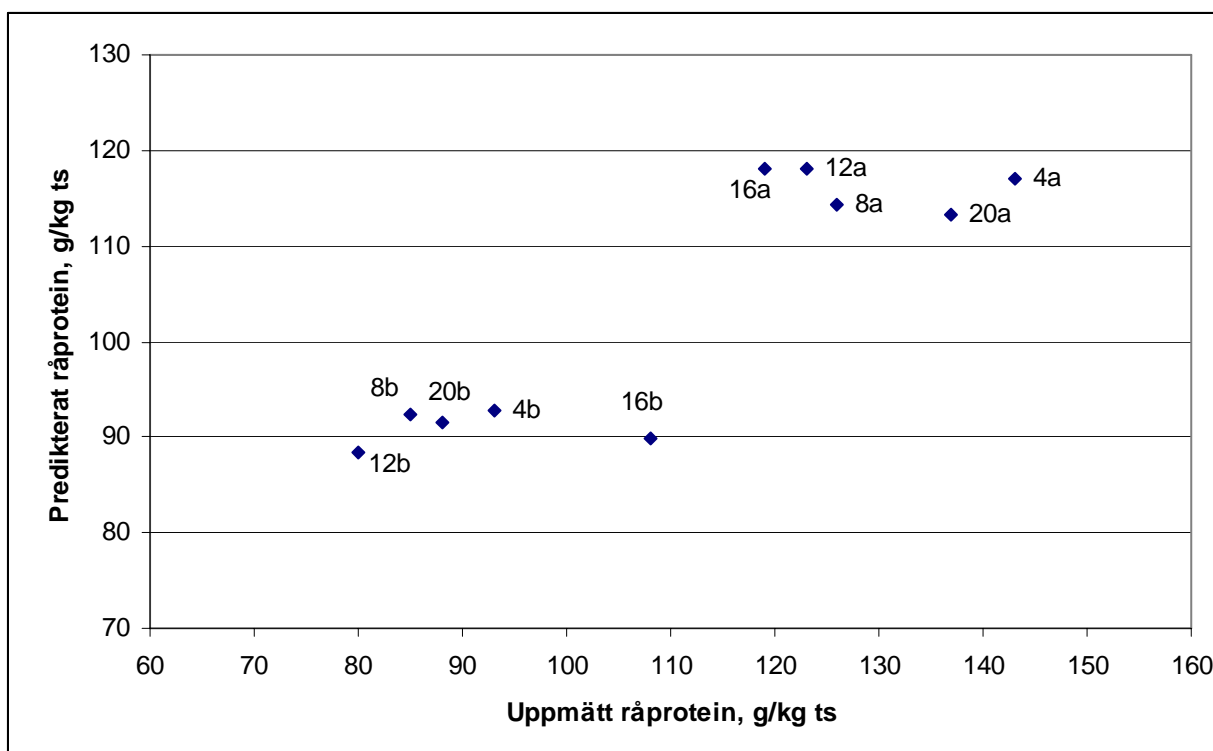
Utvärdering med PLS modeller

Generellt sett fungerade det begränsade urvalet av kvoter, med reflektionen från 520 nm t.o.m. 640 nm i täljaren, bäst. I det följande kommer därför endast data med detta urval att redovisas. Jämförelserna mellan att modellera med eller utan data från tidigare försök visade inte på några påtagliga fördelar med att använda det tidigare insamlade materialet som komplement. Vid korsvalideringar var visserligen ofta korrelationerna mellan uppmätta och predikterade värden högre då även äldre material inkluderats, men vid användande av bara hösilageprover blev avvikelserna mellan uppmätta och predikterade värden i genomsnitt lägre (RMSEP-värdena sjönk). Överensstämmelsen mellan uppmätta och predikterade värden vid korsvalidering då enbart hösilageprover användes var någorlunda bra för råprotein och NDF. För protein var korrelationen mellan uppmätta och predikterade värden 0,75 med ett RMSEP-värde på 11. För NDF var korrelationen 0,77 och RMSEP 22. Värdena för energi var sämre, 0,63 respektive 0,40.

Medelvärden för prediktionen av prover uttagna 2006 och 2007 visade på tydliga skillnader mellan skördetidpunkt 1 och 2 (Tabell 4). I detta fall användes 2006 respektive 2007 års värden som testset medan övriga hösilageprover utgjorde kalibreringsset. Observera att predikterade värdena för NDF 2006 som förväntat stiger mellan den första och den andra mättidpunkten, vilket inte var fallet med referensanalyserna. Råproteinhalten och NDF kunde predikteras ganska bra när data från 2007 användes som testset, medan energivärden vid första mättidpunkten blev överpredikterade.

Tabell 4. Uppmätta och predikterade vallkvalitetsdata vid de båda provtagningstillfällena 2006 och 2007.

År	Provtagningsdatum	Uppmätta värden			Predikterade värden		
		Råprotein g/kg ts	Energi MJ/kg ts	NDF g/kg ts	Råprotein g/kg ts	Energi MJ/kg ts	NDF g/kg ts
2006	19-jun	44	9,5	703	106	10,2	631
2006	28-jun	34	9,3	672	95	9,8	651
2007	05-jun	130	10,9	587	116	12,5	615
2007	20-jun	91	10,3	627	91	10,6	639

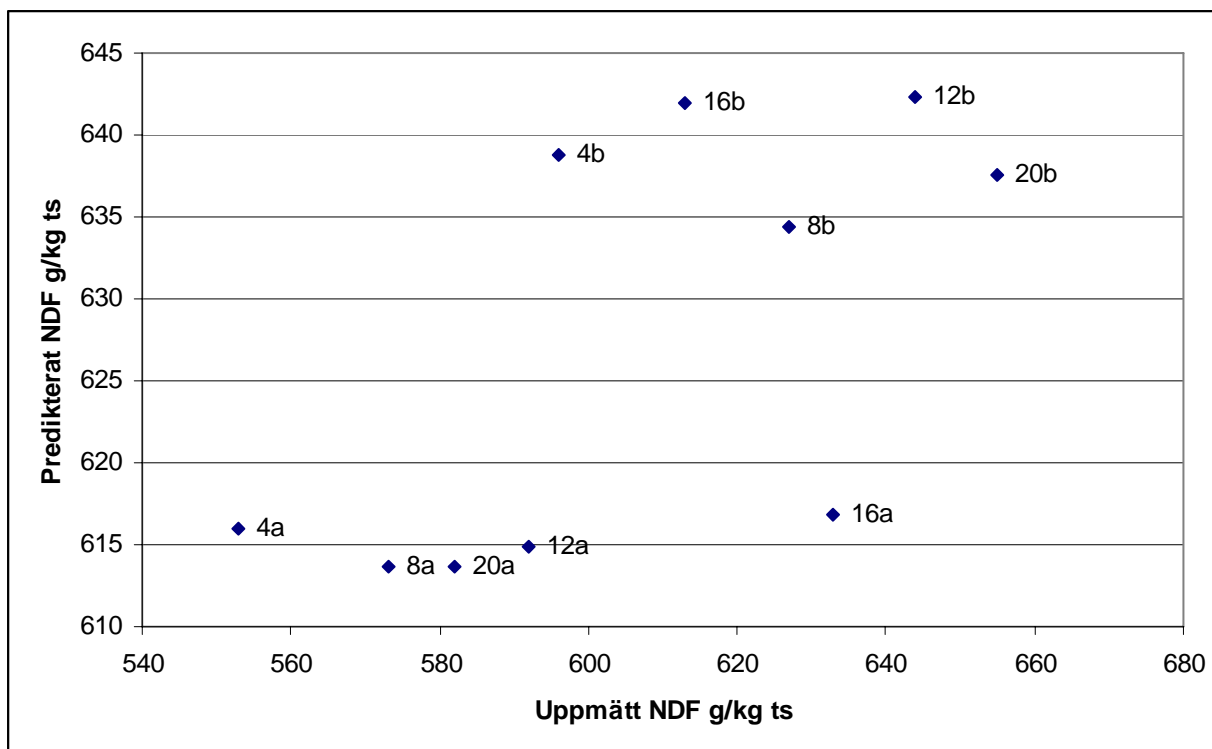


Figur 2. Uppmätta och predikterade råproteinhalter i hösilage insamlat från 5 platser 2007.

PLS-modell gjordes på data insamlat under åren 2004 och 2005 medan 2007 års data hade lagts i testset som inte ingick i uppbyggandet av kalibreringen. Prover med suffix "a" provtogs den 5/6 medan prover med suffix "b" provtogs den 20/6.

Vid prediktion av råprotein och NDF värden från 2007 års skörd var de predikterade värdena mer samlade än de uppmätta (Figur 2 och 3). Som framgår är det ett prov som blivit kraftigt felpredikerat. Analysen av detta prov visade på ett högt NDF-innehåll trots att det skördats tidigt, vilket kan förklara att det blivit felpredikerat.

Intressant att notera är att prediktionerna är betydligt mer samlade än de uppmätta värdena. Man kan spekulera i att detta kan vara en effekt av att en större yta bedöms med N-sensorn än som kan analyseras med referensmetoden och därmed minskar den slumpmässiga variationen.



Figur 3. Uppmätta och predikerade NDF-halter i hösilage insamlat från 5 platser 2007.

PLS-modell gjordes på data insamlat under åren 2004 och 2005 medan 2007 års data hade lagts i testset som inte ingick i uppbyggandet av kalibreringen. Prover med suffix "a" provtogs den 5/6 medan prover med suffix "b" provtogs den 20/6.

Slutsatser och förslag på fortsatt utveckling

Inomfältsvariationerna i vallkvalitet var ganska små och svåra att prediktera med hjälp av sensorn. Det var inte heller något tydligt samband mellan markparametrar och kvalitetsegenskaper hos vallen. Det verkade mer framkomligt att få en uppfattning om rätt skördetidpunkt med hjälp av sensormätning. Resultaten visade att mätning med sensor i vall verkade kunna ge en någorlunda god uppfattning av råproteinhalten och NDF i hösilage medan det fungerade något sämre att bedöma energi-innehållet. Om mer relevanta data kan tillföras modellen, kanske i kombination med väderdata, bör bra modeller kunna tas fram. Vid ytterligare utveckling av metoden kunde det vara intressant att mäta vid varje uttag av prognosprov. Det vore även intressant att jämföra prediktionsförmågan som här uppnåtts med hjälp av Yara N-sensor med kvalitetsprognoser som bygger på väderprognoser. Det finns möjlighet att koppla väderdata till de prognosanalyser som under åren tagits ut av Hästkraft. Inomfältsvariationerna skulle också kunna tänkas vara större i de fall då torkstress påverkar kvalitetsegenskaperna, vilket inte har varit fallet de år då undersökningen pågick.

Referenser

Börjesson, T., Nyberg, A., Stenberg, M. och Wetterlind, J. 2002. Handburen Hydro sensor i vall – prediktering av torrs substansavkastning och kvalitetsegenskaper. Precisionsodling i Sverige, Teknisk Rapport nr 2. Skara.

Nyberg, A., Lindén, B., Wetterlind, J. och Börjesson, T. 2003a. Precisionsodling av vall: Mätningar med en handburen sensor i vallförsök med nötflytgödsel på Tubbetorp i Västergötland 2002. Precisionsodling i Sverige, Teknisk Rapport nr 5. Skara.

Nyberg, A, Stenberg, M, Börjesson, T och Stenberg, B. 2003b. Precisionsodling av vall: Mätningar i växande vall med ett bärbart NIR-instrument – en pilotstudie. Precisionsodling i Sverige, Teknisk rapport 6. Skara

**Förteckning över rapporter utgivna av Avdelningen för precisionsodling i serien
*Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter:***

1. Nyberg, A., Börjesson, T. och Gustavsson, A-M., 2004. Bildanalys för bedömning av klöverandel i vallar – Utvärdering av TrefoilAnalysis
2. Börjesson, T., Åstrand, B., Engström, L. och Lindén, B., 2005. Bildanalys för att beskriva beståndsstatus i höstraps och höstvetete och ogräsförekomst i vårsäd
3. Delin, S. 2005. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige (POS) 2003-2004.
4. Delin, S.(red.), 2006. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige, POS, 2005
5. Delin, S.(red.), 2006. Dokumentation från seminariet ”Precisionsodling - avstämning av verksamhet och vision hos olika aktörer”, Skara den 19 april 2006
6. Söderström, M., 2006. PrecisionWizard - Gör styrfiler till FarmSiteMate och Yara N-sensor
7. Söderström, M., och Nissen, K., 2006. Insamling av GIS-data och navigering med GPS
8. Engström, L., Börjesson, T och Lindén, B. 2007. Beståndstäthet tidigt på våren i höstvetete – samband med skörd, topografi, förrådskalium och biomassa (Yara N-sensor- och NIR-mätningar)
9. Delin, S.(red.), 2007. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2006.
10. Söderström, M., Wijkmark, L., Martinsson, J. och Nissen, K., 2008. Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS.
11. Söderström, M., Gruvaeus, I. och Wijkmark, L., 2008. Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält
12. Söderström, M, 2008. PrecisionWizard 3 – hantera precisionsodlingsdata och gör egna styrfiler till Farm Site Mate och Yara N-Sensor .
13. Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. och Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning .
14. Lundström, C. (red); 2008. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2007.
15. Söderström, M. 2008. Den traditionella markkarteringens användbarhet för precisionsodling.
16. Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Anvendelse af geostatistik og remote sensing data til kortlægning af jordens lerindhold.
17. Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Regional analyse af samspillet mellem satellitdata og jordbundsvariation. Delrapport 2 i SLF-projektet (dnr SLF 297/02): "Kostnadseffektiv markkartering genom stratifierad datainsamling baserad på fjärranalys"
18. Lundström, C. (red). 2009. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2008.
19. Börjesson, T & Söderström, M. Bedömning av kvalitetskillnader över tid i vallar avsedda för hösilage med Yara N-sensor.

Förteckning över rapporter utgivna av Institutionen för jordbruksvetenskap Skara i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter* (ISSN:1651-2804):

1. Börjesson, T, Ivarsson, K., Engquist, A., Wikström, L. 2002. Kvalitetsprognoser för brödvete och malkorn med reflektansmätning i växande gröda.
2. Börjesson, T., Nyberg, A., Stenberg, M. och Wetterlind, J. 2002. Handburen Hydro sensor i vall -prediktering av torrsubstansavkastning och kvalitetsegenskaper.
3. Söderström, M. (red.). 2003. Precisionsodling Sverige 2002, Verksamhetsberättelse från arbetsgrupperna.
4. Jonsson, A. och Söderström, M. 2003. Precisionsodling - vad är det?
5. Nyberg, A., Lindén, B., Wetterlind, J. och Börjesson, T. 2003. Precisionsodling av vall: Mätningar med en handburensensor i vallförsök med nötflytgödsel på Tubbetorp i Västergötland, 2002.
6. Nyberg, A., Stenberg, M., Börjesson, T. och Stenberg, B. 2003. Precisionsodling av vall: Mätningar i växande vall med ett bärbart NIR-instrument – en pilotstudie.

Förteckning över rapporter utgivna av Institutionen för jordbruksvetenskap Skara i serien *Precisionsodling i Väst, Tekniska rapporter*:

1. Rapport från en studieresa till norra Tyskland.
2. Thylén, L & Algerbo, P-A. Teknik för växtplatsanpassad odling.
3. Seminarium och utställning i Skara den 10 mars 1998.
4. Delin, S. 2000. Hantering av geografiska data inom ett jordbruksfält.
5. Lundström, C. Delin, S. och Nissen, K. 2000. Precisionsodling - teknik och möjligheter.

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 samt teknik för markkartering, kalkning, gödsling, bestämning av mark- och grödegenskaper, växtskydd samt miljöeffekter av precisionsodling.

Projektet genomförs i ett samarbete mellan bl.a. Svenska Lantmännen, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Svalöf Weibull AB, Yara AB, hushållningssällskap, Greppa Näringen och Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Distribution

Sveriges lantbruksuniversitet

Avdelningen för precisionsodling

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00

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

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