



Verksamhet i AGROVÄST-projektet

Precisionsodling Sverige, POS, 2012



Precisionsskolan

Christina Lundström (red)

Förord

Ytterligare ett år är härmed avslutat och lagt till handlingarna. POS verksamhet har även 2012 präglats av att skaffa ny kunskap och försöka sprida den. 2012 blev året då POS tog steget ut på Facebook med den nya, av SLO-fonden finansierade hemsidan, Precisionsskolan, som vi hoppas ska bli till mycket nytta i arbetet med att sprida kunskap om precisionsodlingens möjligheter! Nötkreatursstiftelsen har under året finansierat en utvärdering av NIR-instrumenten precisionFEEDING and AgriNIR för bedömning av svenska fodermedel

POS har under året finansierat 4 pilotprojekt. Två har haft anknytning till problematik kring kontrollerad trafik med finansiering av extra led i befintliga försök samt en dokumentation om lantbrukares åsikter efter att man startat med CTF eller precis innan man ska göra det. Ett projekt handlade om inomfältvariation av DON i havre och resultaten har redan publicerats i lantbrukspressen. Det fjärde handlade om bildanalys av förekomst av åkerogräs i vårspannmål, med hjälp av UAV.

Vi ber att få tacka alla som deltagit i och bidragit till arbetet under året!

Skara 2013

Christina Lundström (red)

Innehållsförteckning

<i>Förord</i>	2
<i>Innehållsförteckning</i>	3
<i>POS organisation 2012</i>	4
Styrgrupp.....	4
Projektgrupp.....	4
<i>Projekt finansierade av externa finansiärer</i>	5
Naturbruk med precision – ett samarbete mellan POS och Naturbrukskansliet i Västra Götaland – fortsättning 2012-2013	5
Utvärdering av dg precisionFEEDING tm och AGRINIR tm för användning på svenska fodermedel.....	7
Ny text om precisionsodling för användning på webben och i undervisning.....	12
<i>Projekt finansierade av POS</i>	13
Komplettering med plöjt led till beviljat SLF-projekt om kontrollerad trafik	13
Kartering av jordburna patogener på Bjertorp	16
Teknik för bestämning av storlek av angrepp av bladpatogener i vete	19
Resultat och diskussion	21
Inomfältsvariation avseende DON i havre	26
<i>Utåtriktad verksamhet</i>	32
Borgeby fältdagar.....	32
11th International Conference on Precision Agriculture (ICPA)	32
Jordbrukardag på Logården.....	32
Kurser för studenter vid SLU och elever vid naturbruksgymnasier.....	32
<i>Publikationer 2012</i>	33
<i>Pågående POS - relaterade projekt</i>	34
<i>Förteckning över tidigare utgivna rapporter:</i>	36

POS organisation 2012

Styrgrupp

POS verksamhet leds av en styrgrupp bestående av elva personer som träffas vid två till tre tillfällen per år. Styrgruppen sammanträdde vid två tillfällen under 2012: 120316 samt 121116.

Under året har följande personer varit med i styrgruppen:

Ulf Hallén, LRF ordförande
Bo Stenberg, SLU Skara (projektledare)
Gunilla Frostgård, Yara
Torbjörn Djupmarker, Dataväxt AB
Mats Emilson, Agroväst
Kjell Gustavsson, Agroväst
Anna Rydberg, JTI
Ingemar Gruvaeus, Svalöf Weibull AB
Magnus Börjesson, Agro Öst
Stina Olofsson, Greppa näringen
Christina Lundström, SLU Skara (samordnare)

Projektgrupp

POS projektgrupp är löst sammansatt och alla med intresse inom området är välkomna att delta. Projektgruppens uppgift är att komma med idéer och genomföra projekt. Projektgruppen sammanträdde vid fyra tillfällen under 2012: 120223, 120410, 120917 samt 121113. Under året har projektgruppen bestått av följande personer:

Bo Stenberg, SLU Skara (Projektledare)
Mats Söderström, SLU Skara (GIS kompetens)
Knud Nissen, Lantmännen (Teknik kompetens)
Christina Lundström, SLU Skara (Samordnare)
Anna Nyberg, SLU, SLU Skara
Kjell Gustavsson, Agroväst
Mikael Gilbertsson, JTI
Johan Mickelåker, Dataväxt AB
Lena Holm, SLU Alnarp
Anders Jonsson, SLU Skara
Anna-Karin Krijger, HS Skaraborg
Henrik Stadig, HS Skaraborg
Lars Wijkmark, Växa Halland
Carl-Magnus Olsson, Yara

Projekt finansierade av externa finansiärer

Naturbruk med precision – ett samarbete mellan POS och Naturbrukskansliet i Västra Götaland – fortsättning 2012-2013

Mål för projektet

- Ta fram ett undervisningsmaterial till varje skola med lokala data utifrån en gemensam grund.
- Genomföra ett undervisningstillfälle per år och skola riktat direkt till elever.
- Genomföra en fortbildningsdag under perioden för skolpersonal.

Aktiviteter 2012

Under året har fyra aktiviteter genomförts. Lärarna har haft svårigheter att frigöra tid för att jobba med precisionsodlingsaktiviteter. Knud Nissen har dock varit på tre av skolorna, Nuntorp, Uddetorp och Sötåsen och undervisat. Lärarna har i många fall tyckt att hantering av data och kartor har varit komplicerat eftersom de jobbar så pass lite med det utöver själva undervisningen, då de plötsligt ska kunna lära andra. En lösning på detta har varit att POS istället undervisat eleverna direkt och lärarna är med och lär eller handleder beroende på vad de själva känner sig kapabla till. Undervisningen har i korthet handlat om vad precisionsodling eller behovsanpassad odling innebär och hur skall man tänka när man skall omfördela växtnäring inom fält från bra till dåliga platser. Vilket passar bäst var - Robin Hood metoden (ta från de rika ge till de fattiga) eller King John metoden (ta från de fattiga ge till de rika). Dessutom har användning av traditionell markkartering till att göra behovskartor för fosfor, kalium och kalk diskuterats. Beroende på vad eleverna har för intresse och kapacitet (läraren har bedömt det i förväg) har jag antingen visat hur man gör med skolans egen markdata eller haft dataövning där eleverna själva har fått göra det och ordinarie lärare har fungerat som handledare. Supporten har handlat om att få tekniken att fungera i praktiken. Framförallt att få N-sensorn/GPS styrmodul att prata med maskinen (flytgödseltunna).

Projektet pågår till 2013-12-31.



N-sensormätningar i försök

Ansvarig: Anna-Karin Krijger, Hushållningssällskapet Skaraborg.

Finansiering: Yara AB

Under 2012 har mätningar med flera handburna N-sensorer utförts i fältförsök i hela Sverige. Från och med 2010 finns det nu handsensorer på följande platser: Grästorp, Linköping, Brunnby och Böslid. Nu utför personalen vid de olika försöksstationerna mätningarna och data skickas sedan till Yara som processar siffrorna. Det har också utförts mätningar med en N-sensor i Skåne och där har Yara själva utfört mätningarna.

Mätningarna har i första hand gjorts i olika försök med kvävestegar i grödan höstvetete men också i höstkorn. I försöken mäter N-sensorn kväveskörden i 0-ledet redan i flaggbladstadiet. De sista åren har den givit information om hur gödningen ska anpassas till det enskilda fältet och även till det enskilda året. N-sensorn har också använts till att bedöma beståndsetableringar. Tanken är att sensorn ska kunna notera skillnader som är omöjliga att notera med ögat och göra detta helt objektivt.

Med N-sensorn har man mätt samtliga led i den försöksserie som legat i höstvetete. Från och med 2012 har mätningen börjat redan i slutet av april fram till mitten av juni. Resultaten har sedan redovisats på Yaras hemsida ett par dagar efter mättillfället. Två av leden har sedan kompletteringsgödslats efter vad sensorns absolutkalibrering i stadium 37 har rekommenderat. Förutsättningarna för att lyckas är att man vet mineraliseringspotentialen på plats och förväntad skörd. Sedan har försökspatrullerna gödslat utifrån rekommendationen. Detta har provats i två av leden där grundgivorna har varit 40+40 plus rekommenderad giva och 40+120 plus rekommenderad giva. Optimal giva har räknats ut efter skörd. Resultaten från dessa mätningar tyder på att med hjälp av en mätning av N-sensorn i stadium 37 kan vi få ett tillförlitligt mått på hur mycket kväve som tagits upp i grödan. Genom att lägga samman upptag i nollrutan med tillförd mängd N och jämför med hur mycket grödan tagit upp får man ett bra mått på kväveeffektiviteten och om kompletteringsgödsling ska göras.

Resultaten från mätningarna finns i FFE:s försöksdatabas och är tillgängliga för dem som vill använda dem. På resultatblanketten presenteras SN värden, upptaget kväve, från N-sensormätningarna tillsammans med statistikparametrar. I databasen finns resultat från 2006 tom 2012 utförda i de regionala försöken.

Utvärdering av dg precisionFEEDINGtm och AGRINIRtm för användning på svenska fodermedel

Ansvariga: Anna Nyberg och Frida Dahlström, SLU Skara

Finansiär: Skaraborgs läns Nötkreatursförsäkringsbolags Stiftelse

Inledning

Pilotstudie som syftar till att utvärdera hur väl de kalibreringar som finns för olika grovfodertyper i AgriNIR fungerar under svenska förhållanden och i de grovfoder som är vanliga här eller om ett utvecklingsarbete måste utföras.

AgriNIR är ett NIR-instrument utvecklat av det italienska företaget Dinamica generale. Med hjälp av olika kalibreringsmodeller kan man få fodervärden för olika grödgrupper. De referensanalysetoder som används till kalibreringsmodellerna är inte exakt de analysmetoder som används i Sverige.

Studien finansierades av Skaraborgsläns Nötkreatursförsäkringsbolags Stiftelse.

Material och metoder

Prover samlades in och analyserades med AgriNIR-instrumentet, figur 1. Referensanalyser enligt NorFor utfördes av Eurofins. För varje referensanalys behövdes samma mängd material som för två AgriNIR-mätningar, tabell 1.

Tabell 1. Antal analyser i de olika grödgrupperna.

Gröda	AgriNIR grödgrupp	AgriNIR-mätning	referensanalys
baljväxtstege	gräs ensilage	32	16
gräs/klöverensilage	gräs ensilage	30	15
grönmassa	gräs ensilage	12	6
Hö (hösilage)	hö	22	11
majsensilage	majsensilage	12	6



Figur 1. AgriNIR-instrumentet där man ser hur provet som ska analyseras förs in i nederkanten.

För att testa hur kalibreringen klarade av olika klöverhalter blandades en baljväxtstege från 0 till 100 % klöver. Dessutom samlades prover från olika typer av gräs-klöverensilage och majsensilage. Mätningar gjordes även på färsk grönmassa. För att testa hökalibreringen användes hösilage då vi inte fick tag på olika höpartier. Främst har det varit hösilage med lågt proteininnehåll till hästar.

Resultat och diskussion

Analysresultaten för de olika mätmetoderna redovisas i tabell 2.

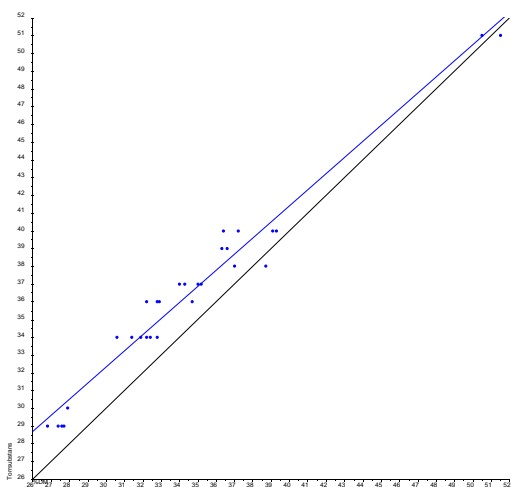
Tabell 2. Analysresultat för de olika grödgrupperna mätningar utförda både med AgriNIR-instrumentet och med referensanalys utförd av Eurofins. Alla värden redovisas som % av torrsubstans.

	AgriNIR ts	Referens ts	AgriNIR protein	Referens protein	AgriNIR NDF	Referens NDF
baljväxtstege						
antal	32	16	32	16	32	15
medel	33	35	18	17	44	48
max	38	39	23	20	54	56
min	25	29	13	13	34	37
SD	4	4	3	2	6	6
gräs/klöverensilage						
antal	30	15	30	15	30	15
medel	34	36	16	14	49	53
max	52	51	20	16	66	60
min	27	29	9	11	39	45
SD	6	5	3	2	6	5
grönmassa						
antal	12	6	12	6	12	6
medel	28	24	13	14	47	56
max	32	30	16	17	53	60
min	21	16	10	11	41	54
SD	4	5	2	3	4	2
hösilage						
antal	28	13	28	13	28	12
medel	82	72	11	10	63	62
max	91	90	18	13	82	73
min	56	56	5	4	49	57
SD	10	13	4	3	7	5
majsensilage						
antal	12	6	12	6	12	6
medel	43	45	7	8	32	51
max	53	54	8	9	37	56
min	29	33	6	8	28	46
SD	7	7	0,5	0,4	3	4

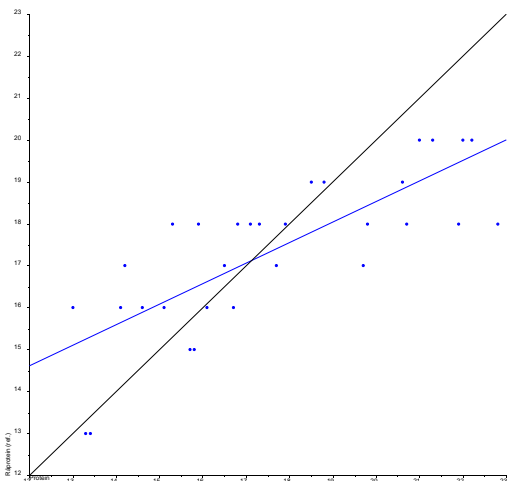
Utvärderingen av de befintliga kalibreringarna i de olika grödgrupperna visas i tabell 3. Ett sätt att värdera medelfelet (RMSED) är att använda RPD som är standardavvikelsen delat med medelfelet, om RPD är 1 är felet lika stort som spridningen, är värdet under två anses resultatet mindre bra. Med dessa kriterier så blev det bra resultat för torrsubstansen i grupperna baljväxtstege, gräs/klöverensilage (figur 2) och majsensilage. Resultatet blev inte bra för råprotein och NDF. Av dem var det proteinet i baljväxtstegen som var närmast, figur 3. Detta har troligen sin förklaring i att det inte är tillräckligt med prover av den typ av gräs-klövervallar som vi har i Sverige i kalibreringsmodellen. Hökalibreringen fungerade dåligt på det lite fuktigare hösilaget (figur 4) och ensilagekalibreringen fungerade inte på grönmassan

Tabell 3. Resultat från utvärderingen av de olika grödgrupperna

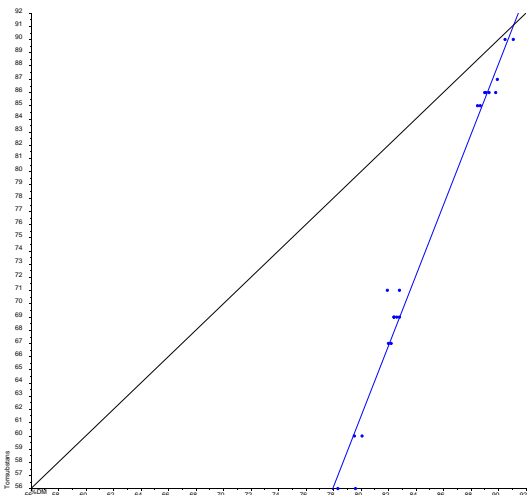
		antal	R2	RMSED	RPD
ts	stege	32	0,88	2,56	2,9
	ensilage	30	0,97	2,21	5,2
	grönmassa	12	0,96	4,35	0,4
	hösilage	22	0,98	12,39	0,2
	majsensilage	12	0,93	2,37	3,6
protein	stege	32	0,60	1,86	1,5
	ensilage	30	0,11	2,97	0,6
	grönmassa	12	0,62	1,64	1,1
	hösilage	22	0,52	3,38	1,0
	majsensilage	12	0,42	1,19	1,2
NDF	stege	32	0,29	6,48	1,0
	ensilage	30	0,41	6,21	1,3
	grönmassa	12	0,43	9,54	1,3
	hösilage	22	0,48	4,90	1,0
	majsensilage	12	0,25	20,1	0,8



Figur 2. Torrsubstans referensmetod i gräsklöverensilage jämförd med % DM torrsubstans mätt med AgriNIR instrumentet. Regressionslinjen jämförs med 1:1-linjen.



Figur 3. Råprotein referensmetod i baljväxtstegen jämförd med protein mätt med AgriNIR instrumentet. Regressionslinjen jämförs med 1:1-linjen



Figur 4. Torrsubstans referensmetod i hösilaget jämförd med % DM torrsubstans mätt med AgriNIR instrumentet. Regressionslinjen jämförs med 1:1-linjen.

Dinamica generale uppger att tillförlitligheten för mätningarna med AgriNIR är 2 % för torrsubstans, och 3 % för råprotein, NDF och stärkelse. Räknar vi ut skillnaden mellan torrsubstanshalten med AgriNIR och referensmetoden blir det 6 % för baljväxtstegen, 5 % för gräs/klöverensilage samt 3 % för majsensilage.

Slutsats

Utvärderingen visar på bra resultat för ts-bestämning och att en uppdatering behövs för protein och NDF resultaten. För att förbättra gräsenzilagemodellen för protein behöver den fler prover med de typer av gräs och klöver som är vanliga i Sverige.

Bilaga 1

I samarbete med JTI utfördes mätningar på ett antal ensilageprover som klassificerades som dåligt eller kasserat. Den visar på liknande resultat som den andra undersökningen. Torrsubstanshalten blir bra men resultatet för proteinhalten är inte lika bra.

Tabell 4. Analysresultat för de 18 olika ensilageproverna. Alla värden redovisas som % av torrsubstans

JTI	AgriNIR ts	Referens ts	AgriNIR protein	Referens protein	AgriNIR NDF	Referens NDF
medel	47	45	13	13	50	55
max	73	67	18	17	63	65
min	22	22	9	10	38	43
SD	15	14	3	2	8	6

Tabell 5. Resultat från utvärderingen av de 18 ensilageproverna.

JTI	R2	RMSED	RPD
ts	1	3,42	2,7
protein	0,7	1,52	1,8
NDF	0,4	7,62	1,3

Ny text om precisionsodling för användning på webben och i undervisning.


Ansvarig: Christina Lundström, SLU Skara

Finansiär: SJV

Jordbruksverket beviljade POS medel för att ta fram ett uppdaterat grundmaterial om precisionsodling. Uppdateringen gjordes som en utveckling av "Precisionsskolan" som tidigare fanns på POS hemsida. Texten ligger nu på POS nya hemsida www.Precisionsskolan.se

och innehåller underrubrikerna:

- Koordinater
- Positionering
- Navigering/guidning
- Markkartering
- Styrfiler
- Skördekartering
- Mätteknik
- Övrigt



Precisionssodling



Precisionssodling, växtplatsanpassad odling eller platsspecifik odling innebär att man varierar olika odlingsåtgärder efter variationen inom fältet, istället för att styra efter medelvärdet. Genom att ta hänsyn till variationen används tillgängliga resurser, såväl tillförda, som från marken, på effektivast möjliga vis. Målet är att förbättra kvaliteten, öka skörden och minska påverkan på den omgivande miljön.

Odlingsförutsättningarna på ett fält ändras ofta över korta avstånd beroende på åkermarkens naturliga variation. Denna beror på markens historia, där många faktorer såsom topografi, odlingshistoria, modermaterial och klimat spelar in. Dessa faktorer medför att jorden varierar både i sin kemiska och fysikaliska sammansättning.

Den kemiska sammansättningen bestämmer näringsförhållanden och pH, medan de fysikaliska egenskaperna, såsom textur och struktur, bland annat styr markens känslighet för packning och dess vattenhållande förmåga. Innehållet av organiskt material och kvaliteten på detta är också starkt knutna till markens historia och av avgörande betydelse för en jords egenskaper. Kännedom om markens och grödans beskaffenhet och egenskaper på varje enskild plats är därför viktigt.

(Bildanordningen: Jörgen Tomberg, Olfert)

Materialet är sammanställt av POS, Precisionssodling Sverige, på uppdrag av Jordbruksverket med finansiering från Europeiska jordbruksfonden



Webbaserat läromedel om precisionsodling

Finansiär: SLO-fonden

Under 2012 fick POS medel från SLO-fonden för att ta fram ett webbaserat läromedel. Resultatet blev den nya hemsidan: www.Precisionsskolan.se. Där finns nu allt material samlat på ett betydligt mer överskådligt sätt. POS har också samtidigt startat en facebook grupp: precisionsskolan där nyheter publiceras och diskussioner på sikt kan föras. Välkomna in på sidorna!

Projekt finansierade av POS

Här redovisas projekt som beviljats medel under 2011 eller 2012. Under 2012 har POS beviljat medel till fem mindre pilotprojekt, men inga av dessa projekt har slutredovisats ännu. 2012 års projekt kommer därför att redovisas i verksamhetsberättelsen 2013. De projekt som beviljades medel 2012 var:

- Inomfältvariation när det gäller DON i havre. Ansvarig Tomas Börjesson, Lantmännen AB.
- Gradering och långsiktig uppföljning av rotogräs med bildanalys. Ansvarig Per Ståhl HS Östergötland
- Komplettering med plöjt led till CTF-försök i Skåne. Ansvarig Lena Holm, SLU
- Komplettering med plöjt led till CTF-försök i Västsverige. Ansvarig Anna-Karin Krijger, HS Skaraborg
- Förstudie av gårdar som ska eller precis har gått över till CTF. Ansvarig Anna Karin Krijger, HS Skaraborg

Nedan följer redovisningar av projekt som beviljades medel 2011 och som inte redovisats tidigare.

Komplettering med plöjt led till beviljat SLF-projekt om kontrollerad trafik

Ansvariga: Lena Holm, SLU Alnarp samt Johan Arvidsson, SLU, Uppsala

År 2010 startades försök med fasta körspår som skördades första gången 2011. Projektet innehåller dels två traditionella fältförsök på Ultuna och Lönnstorp, dels storruteförsök på Lydinge gård utanför Helsingborg. I försöket på Lönnstorp har avkastningsskillnaderna mellan leden varit små, också mellan skörd i spår och mellan spår i CTF-ledet. På Ultuna fanns istället stora skördeskillnader både under 2011 och 2012. På Lydinge har skörden i handskördade rutor varit ca 16 % lägre i spåren än i opackade ytor i ctf-led.

Idag finns ett stort intresse av att minimera effekterna av packning genom att begränsa all trafik till fasta körspår (CTF; Controlled traffic farming). Av denna anledning startades 2010 ett projekt, finansierat av SLF och POS, för att studera effekter på mark och gröda under svenska förhållanden. Projektet genomförs med två typer av försök med fasta körspår (CTF): traditionella fältförsök utlagda som randomiserade blockförsök, samt storruteförsök utlagda hos en lantbrukare som tillämpar fasta körspår. Försöken lades ut hösten 2010 och skördades första gången 2011.

De traditionella fältförsöken innehåller följande led:

- A=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), slumpmässig körning
- B=grund plöjningsfri odling (5-10 cm), slumpmässig körning
- C=direktsådd, slumpmässig körning
- D=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), CTF
- E= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF
- F= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF, efter djupluckring
- G= direktsådd, CTF
- H=plöjning, slumpmässig körning

Ett försök har lagts ut på Ultuna egendom (styv lera) och ett på Lönnstorps försöksstation (moränlättilera). På Ultuna odlades 2011 och 2012 korn respektive vårraps, på Lönnstorp höstvetete respektive korn. Försök med storrutor genomförs på Lydinge gård, där storrutor med respektive utan CTF har lagts ut på fem fält.

Mätningar

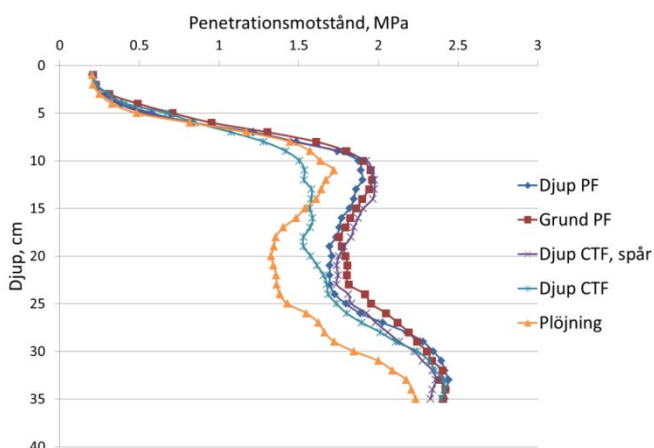
I försöken på Ultuna och Lönnstorp gjordes planträkning och handskörd i och mellan spår. Även i storrutorna på Lydinge har det gjorts planträkning och handskörd i och mellan spår. Storrutorna har dessutom skördekarterats med skördetröska (ett av fälten kunde ej skördekarteras 2011).

För att mäta packning har mätningar med penetrometer gjorts, både i de traditionella fältförsöken och i storrutorna på Lydinge, både under 2011 och 2012.

Resultat och diskussion

Penetrometer

Penetrometermätningar från Ultuna visas i Figur 1. Det fanns tydliga skillnader mellan leden, motståndet var lägst efter plöjning och efter djup bearbetning i CTF. Efter djup bearbetning var motståndet klart högre vid konventionell körning och i spår i CTF. Vid grund bearbetning var skillnaderna mellan leden betydligt mindre. På Lönnstorp var skillnaderna mellan leden generellt mindre. På Lydinge var motståndet var klart högre i spåren i CTF medan det inte var någon skillnad mellan slumpmässig körning och i CTF mellan spår (data visas ej).



Figur 5. Penetrationsmotstånd på Ultuna 2011. För tydlighet visas endast vissa av leden.

Etableringen har varit god i samtliga bearbetade led både på Ultuna och Lönnstorp, i såväl som mellan spår. Skörd i samtliga led på Ultuna och Lönnstorp visas i Tabell 6. I försöket på Lönnstorp har skillnaderna mellan leden varit små, också mellan skörd i spår och mellan spår i CTF-ledet. På Ultuna fanns istället stora skördeskillnader både under 2011 och 2012. I CTF-leden var skörden genomgående högre i spår jämfört med opackad mark. Resultaten får ses som anmärkningsvärda. På denna jord är det dock tydligt att det finns ett återpackningsbehov i system med grund bearbetning.

Tabell 6. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011 och 2012

År	2011	2011	2012	2012	Medel
Plats	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	
Gröda	Korn	Höstvete	Vårraps	Korn	
A=djup PF, konv.	100	100	100	100	100
B=grund PF, konv.	107	96	115	97	104
C=direktsådd, konv.	100	95	109	98	100
D0=djup PF, CTF, opackat	100	102	103	99	101
D1=djup PF, CTF, spår	112	99	119	94	106
E0= grund PF, CTF, opackat	99	102	90	93	96
E1= grund PF, CTF, spår	110	97	106	100	103
F0= grund PF, CTF, djupl., opackat	92	103	97	94	97
F1= grund PF, CTF, djupl., spår	111	98	111	93	103
G0= direktsådd, CTF, opackat	93	96	83	90	90
G= direktsådd, CTF, spår	110	92	119	87	102
H=plöjning, konv.	124	97	108	100	107

På Lydinge har skörden i handskördade rutor varit högst för opackad jord i CTF-led. Skörden i spåren har varit ca 16 % lägre och i rutor med slumpmässig trafik 3 % lägre. Skördekartering av storrutor är ännu ej analyserad för 2012. Under 2011 erhöles ungefär samma skörd för CTF som för slumpmässig trafik.

Försöken visar att det är möjligt att få god etablering och skörd även i spår, också i praktisk drift som på Lydinge. Förvånande hittills är dock den högre skörden i spår i försöket på Ultuna, som tyder på ett återpackningsbehov också vid grund bearbetning. Det faktum att CTF inte höjt skörden betyder inte att försöken misslyckats, utan tvärtom att vi får nya kunskaper om struktur tillstånd i olika bearbetningssystem.

Resultaten presenterades på en jordbearbetningkonferens i Uruguay i september 2012 där de tilldrog sig mycket stort intresse. De i Sverige pågående försöken har en mycket relevant försöksplan och är därför också av stort internationellt intresse.

Slutsatser

Under 2011 kunde inte ses några tydliga positiva effekter på skörden av lägre packning i CTF. Tvärtom erhöles signifikant högre skörd vid ökad packning under de torra förhållandena på Ultuna 2011. På Lönnstorp fanns dock en tendens till högre avkastning mellan spåren i CTF, medan det inte fanns några tydliga effekter på Lydinge. Det är dock intressant att konstatera att god avkastning kunde erhållas i körspår, även efter flera års körning på Lydinge. Det bör slutligen konstateras att detta var ett startår för försöken och att man inte bör dra några långtgående slutsatser av ett enda års försök. CTF är avsett att ge en gradvis uppbyggnad av markstrukturen och det är därför intressant att följa den fortsatta utvecklingen i försöken.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, 018 67 11 72.

Kartering av jordburna patogener på Bjertorp

Ansvariga: Anders Jonsson, Katarzyna Marzec-Schmidt, Mats Söderström, alla tre arbetar i forskargruppen precisionsodling och pedometri vid institutionen för mark och miljö, SLU

Introduktion

Jordburna patogener är ett stort problem i flera grödor. Oljeväxter har problem med flera jordburna sjukdomar såsom klumprotssjuka, bomullsmögel och vissnesjuka. Angreppen kan ge avsevärd skördesänkning i en oljeväxtgröda, speciellt under år som är gynnsamma för utveckling av patogenen. Den sänker inte bara skörden och kvaliteten utan patogenen lämnar också oftast stora mängder sk vilsporer i jorden. Sporer som sedan ligger i marken 15-20 år väntar på nästa mottagliga gröda. Odlas samma gröda med några års mellanrum kan mängden patogener snabbt bli så stor att det inte längre är ekonomiskt försvarbart att försöka odla grödan. En växtföljd med för patogenen icke mottagliga grödor är idag enda möjligheten till kontroll. Tillåtna kemiska medel för bekämpning saknas i Sverige.

Modern, kvantitativ DNA-teknik (eg qPCR) har öppnat möjligheter att specifikt kvantifiera förekomsten av organismer i livsmedel, jord m.m. Tekniken bygger på att DNA-sekvenser har identifierats som är specifika för den enskilda organismarten, t.ex. för den patogen, *Plasmodiophora brassicae* som orsakar klumprotssjuka, och att "all" DNA kan extraheras ut ur ett jordprov. I det DNA- som extraherats ur jorden letar vi sedan med sk DNA-primers och DNA-prober efter de för patogenen specifika DNA-sekvenserna. Om dessa specifika sekvenser hittas i det extraherade jord DNA-et så kopieras de upp av de termostabila enzymer, polymeraser, som är centrala i den PCR-teknik som utvecklats (Wallenhammar et al, 2011). I Tema-programmet "Biologiska markkartering av jordburna patogener" utvecklas metoder för bestämning av förekomsten av jordburna patogener. Metoden omfattar uttag av jordprover, hantering och homogenisering, extraktion av DNA samt en slutlig bestämning av halten av sekvenser specifika för några viktiga jordburna patogener.

I detta pilotprojekt var avsikten att testa det *ad hoc* protokoll som vi utvecklat i programmet för provtagning och analys av *Plasmodiophora brassicae* som orsakar klumprotssjuka i oljeväxter och ärtrottröta (*Aphanomyces euteiches*). Målsättningen med provtagningsrutinerna är att så långt som möjligt anpassa dem till de rutiner som råder för provtagning av jord inför klassisk "kemisk" markkartering (se God markkarteringssed). Vid en undersökning av förekomsten av jordburna patogener rekommenderas i BioSoM-programmet att inleda med en linjekartering. Om det redan är känt att vissa delar områden är mer infekterade än andra så är rekommendationen att göra punktvisa provtagningar på dessa områden. Linjekarteringen ger en uppfattning om det allmänna patogenläget på fälten till en relativt låg kostnad. Det kan emellertid vara relevant att redan vid utläggningen av linjerna anpassa dem till topografi (exempelvis är låglänta områden mer benägna att gynna utvecklingen av patogener) och att lägga in flera linjer på fält som till delar har olika jordart och/eller odlingshistoria, växtföljd etc. Avsikten i detta pilotprojekt är att lägga ut linjer på huvuddelen av Bjertorps egendoms skiften och analysera förekomsten av DNA från *Plasmodiophora brassicae* och *Aphanomyces euteiches*.

Material och metoder

Utifrån topografi och odlingshistorik lades 21 st provtagningslinjer, sk W-linjer, ut på Bjertorp. De provtogs hösten 2011 under ledning av Ingemar Gruvéus av personalen på Bjertorp. Längs linjen togs ca 40 st stick med jordborr av typ Trekantenborr (Galko Svets &

Lantbruk AB, Heberg) jämnt fördelat längs linjen. Borren rengjordes noggrant mellan linjerna för att undvika kontaminering. Hösten 2012 kompletterades med två linjer på Skulltorp. Proverna togs av personal från BioSoM-programmet.

Proverna samlades i en kraftig plastpåse som fick stå öppna och lufttorka i 2 mån. Proverna transporterades till SLU, Skara och förvarades svalt tills proverna preparerades genom malning och siktning. Ca 500 g av jorden fördes över i en 1 liters plastburk (HPPE) tillsammans 10 st muttrar (10 mm) och stålkulor (diameter 12 mm). Burken placerades i en färgskak (Skandex) och skaken kördes i 45 s. Jorden siktades därefter genom ett 2 mm såll. Stenar plockades bort. Aggregat som ej gick igenom 2 mm sikten återfördes till burken med muttrar och kulor och den kördes i ytterligare 45 s. Homogeniseringsproceduren upprepades tills alla jord passerat sikten. Finjorden (< 2 mm) placerades i två st plastburkar (200 ml) och lagrades svalt till extraktion av DNA. Inför DNA- extraktionen vägdes 2 x 0,35 g upp och placerades i extraktionsrören. Proverna extraherades och renades upp enligt Wallenhammar et al (2012) och 2+2 (n=4) slutbestämningar gjordes i ett qPCR-instrument 7300 från Applied BioSystem.

Resultat och diskussion

Halterna av DNA från *P. brassicae* (P.b) varierade avsevärt i jordproven från linjekarteringen av skiften på Bjertorps egendom, tabell 1. Bestämning av ärtrottröta kommer att utföras i mars 2013.

Några skiften har halter av *P.b* på flera hundra fg/g jord, t ex skifte 7a+b, 11 och 17 a+b. Detta motsvarar flera tiotusental sporer per g jord. Förekomsten är så hög att avsevärda skador inte kan uteslutas i oljeväxtgrödor, figur 6. Den lägsta förekomsten noterades på skifte 4 och 7 c (inte någon detektion i något av de 4 replikaten) och även skifte 5a och 5b hade låga halter, <5 fg/g. I dessa prover noterades detektion i flera replikat) liksom för prover från fält 6b, 7c, 9b, 10a, 15b, 16a. På dessa fält kan emellertid inte uteslutas att det finns områden med både låga och höga halter. Men risken att få kraftiga angrepp på större delen av en oljeväxtgröda kan anses vara relativt låg.

Jorden från fälten 6a, 15c, 20a och 20 b har halter strax ovanför detektionsgränsen och förmodligen har även stora delar av dessa fält låg förekomst av sporer. Men det krävs, naturligtvis, en förtätad punktprovtagning för att fastställa förekomstens fördelning. Halterna i linjerna på fält 9a och 10 b är liksom i 15 a, 16b och 20a och b 2-10 ggr högre än detektionsgränsen (tabell 7) och därmed betydligt över den gräns på några tusen sporer som anses ha potential att ge signifikanta skador vid för patogenen gynnsamma förhållanden, dvs temperatur > +12 C° och vattenmättnad. Men återigen krävs en punktprovtagning för att identifiera områden med höga halter respektive frikalla delar av dessa skiften.

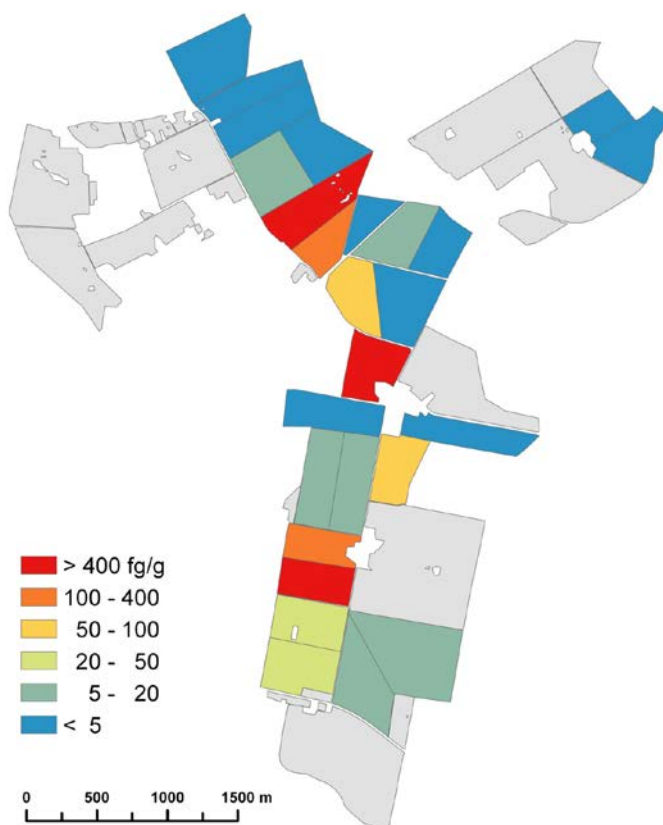
Sammanfattningsvis finns det fält som verkar helt fria från *P. Brassicae* och linjer med relativt höga halter som indikerar att det också på Bjertorp liksom på andra gårdar finns en ”fläckighet” i infektionsbilden. För den praktiska odlingen är det värt att notera att risken för betydande angrepp och skördeförluster torde vara avsevärd på fält som 7a, 7b, 10b, 11, 16b, 17a och 17 b. Också värt att notera är att det kan finnas områden även inom dessa fält med låga halter. Fälten med minst risk är 4 och 7c samt 5a, 5b, 6b, 9b, 10a, 15b, 16a samt fälten på Skulltorp. På ett antal fält vore det mycket intressant att följa upp med en punktprovtagning för att studera om det finns större sammanhängande områden med låga halter. Det gäller t ex 19 a och b samt 15c.

Tabell 7. Förekomst av DNA (fg/g jord) av *Plasmodiophora brassica* och *Aphanomyces euteiches* i jordprover från linjekartering på Bjertorp.

	<i>Plasmodiophora brassica</i>			<i>Aphanomyces euteiches</i>		
Fält	Detektion (n av 4)	Förekomst fg/g jord	Sporer/g approx.			
4	0	<5				
5a	4	<5				
5b	3	<5				
6a	3	8,1	4930			
6b	2	<5				
7a	4	459,0				
7b	4	232,0				
7c	0	<5				
9a	4	15,0	9484			
9b	4	<5				
10a	1	<5				
10b	4	89,0	54264			
11	4	725,0	442986			
15a	3	12,0	7624			
15b	2	<5	2175			
15c	2	5,0	3056			
16a	4	<5				
16b	4	60,0				
17a	4	128,0	78106			
17b	4	527,0	322147			
19a	4	30,0	18403			
19b	4	32,0	19720			
20a	4	5,0	3345			
20b	4	5,0	2834			
1	2	<5				
2	1	<5				

Referenser

Wallenhammar, A-C., Almquist, C., Söderström, K., Jonsson, A. 2012. In-field distribution of *Plasmodiophora brassicae* measured using quantitative real-time PCR. Plant Pathology 61: 16-28.



Figur 6. Presentation av förekomst av DNA (fg/g jord) av *Plasmodiophora brassica* i jordprover från linjekartering på Bjertorp. (karta av Mats Söderström)

Teknik för bestämning av storlek av angrepp av bladpatogener i vete

Ansvariga: Anders Jonsson, precisionsodling och pedometri, institutionen för mark och miljö, SLU. Ulf Axelson, Hushållningssällskapet Skaraborg. Cecilia Lerenius, Statens Jordbruksverk, SJV, Skara. Projektet utfördes i samarbete mellan SLU Skara, HS Skara, SJV Skara och Videometer AS.

Introduktion

En ökad platsanpassning av växtskydd är intressant av flera skäl. Förutom en förbättrad behovsanpassning förväntas det ge reducerad, total användning och minskad risk för att stora doser av kemiska preparat hamnar fel i mark och omgivande miljö. En förutsättning är emellertid att det finns sensorer som kan skatta förekomst av patogener på ett snabbt och korrekt sätt. Vid förebyggande behandlingar kan redan idag anpassningen av doser förbättras avsevärt bara genom att utnyttja teknik för bestämning av grönmassa på fältets olika delar, till exempel med N-sensorn. Vid kurativa behandlingar vore det emellertid också värdefullt att ha tillgång till metodik som säkert bestämmer angreppets storlek och helst även specifikt vilken/vilka patogener som angriper fältet eller delar av fält.

Avsikten i denna förstudie var att testa två tekniker som beröringsfritt skulle kunna bestämma utbredning av ett svampangrepp eller likande direkt i grödan. Tanken var att testa två kamera-

liknande sensorer, vilka båda är baserade på spektral analys av bilder. De arbetar med ett relativt stort antal vågländer i synligt ljus och med NIR från olika delar av bilden (pixlar). Det danska företaget Videometer AS (<http://www.videometer.com>) har utrustning för bestämning av synligt ljus och NIR i "alla" pixlar i en bild. De har bland annat utvecklat en applikation för bestämning av fusariumangrepp i spannmål. Umeå företaget UmBio arbetar med att utveckla tekniken för applikationer i livsmedelsindustrin. Det visade sig emellertid svårt att få en relevant kontakt med Umbio. De ligger i en mycket tidigare utvecklingsfas än VideometerAS och verkade inte ha en mer generell utrustning, generisk, för testning av nya applikationer. Videometer AS har sålt nästan 100 lab-instrument, utvecklat flera industriella applikationer och har även inlett ett samarbete med danska forskare som arbetar med fältdetektion! Detta arbete med att testa multispektrala möjligheter fokuserades därför på en utrustning från Videometer AS

Material och metoder

Plantor med bladfläckar samlades in från fält i Skaraborg av Cecilia Lerenius på SJV i Skara och Ulf Axelson vid Hushållningssällskapet Skaraborg. Materialet bestod av blad från vete och rågvete som vid den okulär bedömning uppvisade typiska angrepp av svamp patogener som DTR och *S. tritici*. Vi samlade också havre och korn med angrepp av diverse svampar. Plantorna samlades dagarna innan besöket hos Videometer AS laboratorium i Hörsholm, Danmark. Plantorna hölls fuktiga under resan.

Vi testade också möjligheterna att ta fram ett mer standardiserat och specifikt infekterat vårvetematerial i växthus på Uddetorp. Vårvete odlades i krukor och runt dessa plantor placerades vetehalm som var kraftigt infekterad med DTR. Infekterad halm (ca 100 g) placerades i kranvatten (500 ml), skakades om under 1 minut. Uppslamningen sprayades direkt på plantorna tills vatten rann av från bladen, figur 7. Efter några veckor noterades fläckar på unga vårveteplantorna och visade sig fullt möjligt att enkelt ta fram veteplantor med olika nivåer av infektion av bladpatogen.



Figur 7. Vårveteplantor odlade i växthus på Naturbruksgymnasiet Uddetorp, Skara. Halm infekterad med DTR placerades i krukorna och plantorna sprayades med en uppslamning av infekterad halm;



Figur 8. VideometerLab instrument

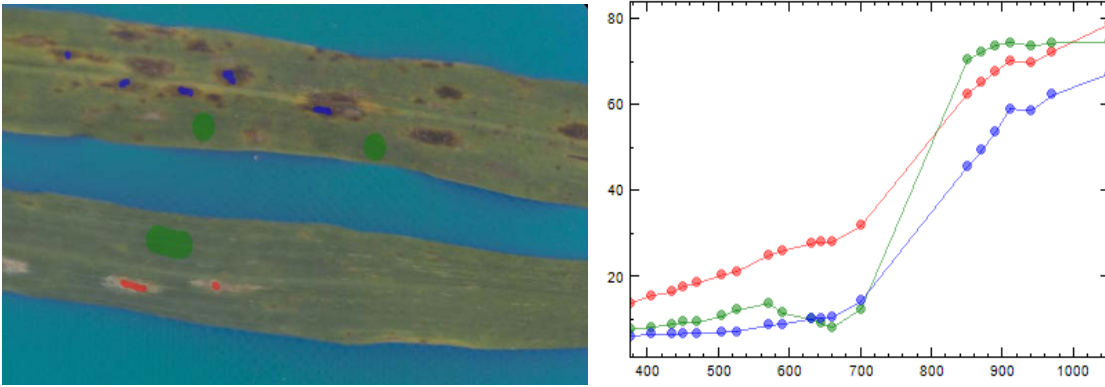
På Videometers laboratorium använde vi ett av företagets labinstrument ett sk VideometerLab instrument, figur 8. Provet placeras i den markerade ytan direkt under globen. Instrumentet består av en glob med en ljussensor ("kamera") i toppen. Inuti globen är LED (Light Emitting Diode) perifert placerade runt hela globen. Dessa LED genererar ett homogent ljus i 18-20 spektrala band i våglängdsområdet 360-1020 nm. Sensorn (kameran) i instrumentet har en upplösning på 2056 x 2056 pixlar och bilden av det adsorberade ljuset samlas för varje enskilt spektralt band (våglängd). Dessa sammanställs till ett absorptionspektrum för varje enskild pixel i bilden av ett prov. Utrustningen har en programvara för kalibrering, provtagning och analys av det reflekterade ljus. Varje analys tar 10 sekunder. Utrustningen kan också arbeta med belysning underifrån. Utvecklingschefen Jens Michael Carstensen presenterade utrustning och ledde oss genom testning av våra prover från spannmålsplantorna.

Angreppen av svamp hade bestämts okulärt av vår växtskyddsspecialist Cecilia Lerenius på SJV. Det finns emellertid ett visst mått av osäkerhet kring bestämning av vad som orsakar bladfläckar. Det är bland annat välkänt att det kan vara mycket svårt att bestämma sk. blandinfektioner. I en blandinfektion växer flera svampar tillsammans i och på bladen. För att bekräfta förekomsten på bladen av de tre vanligaste patogenerna eg. svartpricksjuka (*Septoria tritici*), vetets bladfläcksjuka (DTR, *Drechslera tritici-repensis*) och brunfläcksjuka (*Stagnospora nodorum*) så skars "svampfläckar" ut ur några "typiska" bladfläckar på bladen. Dessa bladdelar analyserades sedan med den qPCR-teknik som vi utvecklat tillsammans med Scanbi Diagnostic AB på Alnarp. (Almquist et. al., 2008)

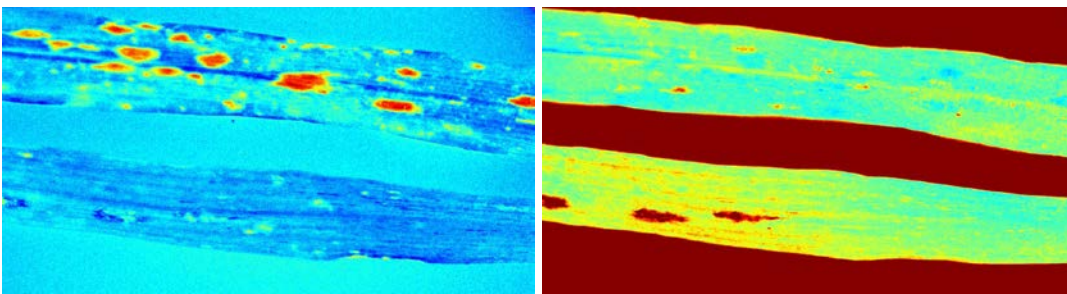
Resultat och diskussion

Spektral signatur

Vi förväntade oss skillnader i spektral signatur eftersom bladfläckar och blad ser olika ut redan inför våra ögon. I figur 9 ges ett exempel på hur resultatet ser ut från VideometerLab instrumentet, när bladdelar infekterade med svampsjukdomar placerades under mätgloben. De olika delarna, frisk bladvävnad och områden med infektion av mjöldagg och DTR visade klart olika spektrala signaturer. I grafen i figur 9 visas de olika spektrala signaturer (absorbans) som erhöles från bladvävnad med olika utseende när de belystes med 20 olika våglängder från LED. Värt att speciellt notera är att friskvävnad visade lägre absorbans än infekterad vävnad i våglängder <700 nm men högre i våglängder >800 nm. Genom att välja att bara presentera enskilda våglängder kan vävnad med specifika optiska egenskaper lyftas fram extra tydligt i bild. Det kan gälla såväl DTR som mjöldagg, se figur 10.



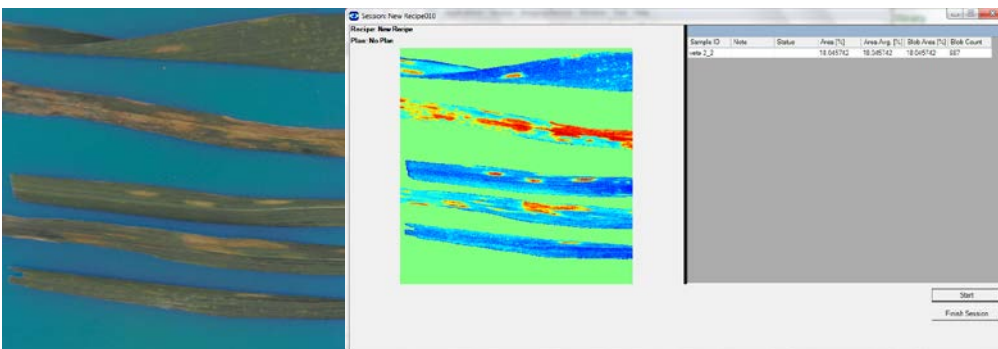
Figur 9. Rågvetebblad infekterat med mjöldagg och DTR. I diagrammet visas den spektral signatur i tre områden av bladet markerade med blått, grönt och rött. Typiska områden med frisk vävnad, respektive angripen av mjöldagg och DTR: ljusgrönt= frisk vävnad rött= mjöldaggs angripen bladvävnad och blått = DTR angripen bladvävnad.



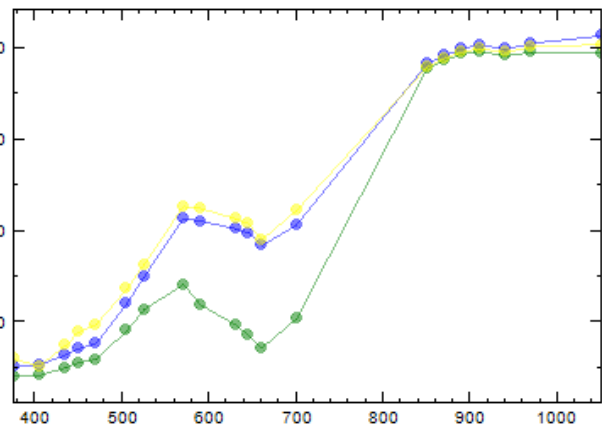
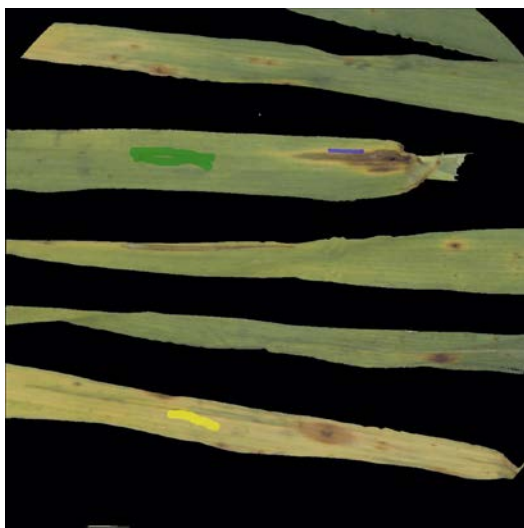
Figur 10. Våglängder valda för att lyfta fram DTR (till vänster) och mjöldagg (till höger).

Beräkning av yta med specifik spektral signatur

Genom att på en bild markera områden som kan anses vara typiska för en viss status i bladvävnaden, exempelvis frisk eller svampangripen, kan ett genomsnittligt spektrum för de bildpixlar som ingår i respektive vävnadsområden beräknas. Detta ger en specifik genomsnittligt spektral signatur för respektive friska bladdelar, delar med angrepp av mjöldagg och DTR. Utifrån dessa spektrala signaturer räknades sedan i hela bilden hur många pixlar som har samma spektrala signatur. Utifrån denna beräkning skattas sedan andel frisk respektive DTR angripen bladyta med stor noggrannhet, figur 11.



Figur 11. Beräkning av yta med viss spektral signatur. I denna bild är DTR angripen = rött och frisk bladyta = blå. Jämför med vanlig färgbild (eg RödGrönBlå) till vänster. I detta fall upptas 18 % av ytan från samtliga blad i bilden av pixlar som har samma spektrala signatur som de områden som bedömts vara angripna av DTR.



Figur 12. Skillnader i spektralsignatur för två olika gröngula områden på kornblad.

Det verkar också relativt lätt att kvantifiera förändringar i klorofyllts färg. Kornblad med för ögat relativt små skillnader i gröngulfärg visar spektra som skiljer sig relativt tydligt åt, figur 12. Detta indikerar att det kan vara möjligt att upptäcka och kvantifiera tidiga angrepp eller bristsituationer i blad.

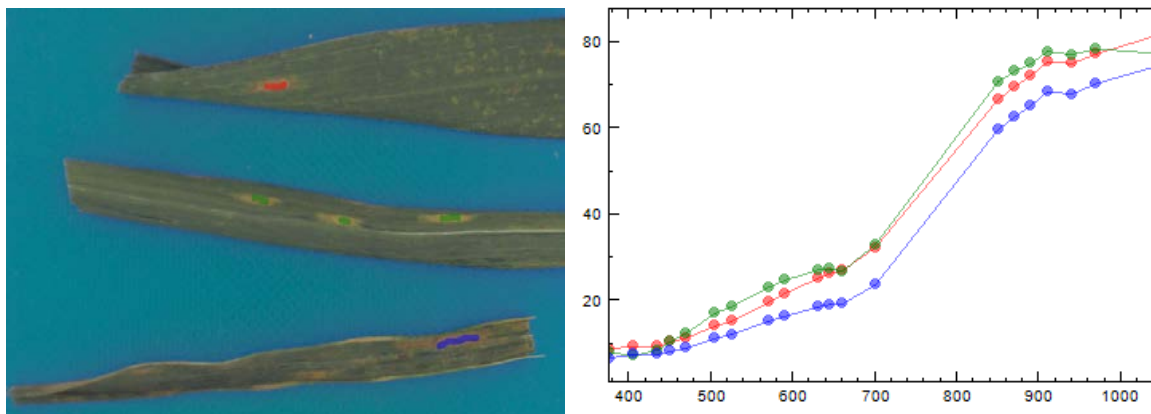
Bekräftad förekomst av bladpatogener

För att bekräfta den okulära diagnosen av patogener skars några ”typiska bladfläckar” ut ur några blad. Analyserna med våra mycket specifika qPCR – metoder visade på problem med att okulärt identifiera typiska fläckar och blandade infektioner i ”bladfläckar”. Men också att rena infektioner hade identifierats korrekt som *S. tritici*. Tabell 8. Förekomsten anges som Ct-värden. Ct-värden < 34-35 anger relativ tidig detektion i PCR och indikerar relativt hög förekomst i provet. Ct-värden över 35-36 anger sen detektion och indikerar en låg förekomst i provet. Eventuellt orsakad av kontaminering under provhanteringen. Prover med ännu högre Ct-värden (>37-38) bedöms vara negativa, dvs helt sakna detekterbara mängder svamp. Utifrån qPCR-bestämning av vete i ett prov kan den relativa förekomsten av respektive patogen bestämmas. Det var emellertid inte relevant i denna undersökning av utskurna bladfläckar.

I den okulära bedömningen föreslogs i tre prover förekomst av *S.tritici* respektive DTR. PCR-analysen bekräftade *S. tritici* diagnosen i två fall men en ”DTR-fläck” visade sig vara en blandinfektion av *S. nodorum* och *S. tritici*. Proverna som vid den okulära besiktningen bedömdes vara blandning av flera angrepp, dvs veteprov 4 mix 1-3, visade sig också mycket riktigt vara blandinfektioner. De innehöll signifikanta mängder av både *S.tritici* och *S.nodorum*. I havreproverna detekterades *S. nodorum*, men den förmodas vara en kontaminering i vår hantering eftersom det var en mycket låg förekomst (högt CT-värde). Fläckarna i havren bedömdes okulärt vara havrens bladfläcksjuka.

I figur 1132 visas den röd-gröna-blå bilden (RGB) av bladen tillsammans med den spektrala signaturen (20 våglängder) för de två proverna från veteprov 3, tabell 8. Okulärt bestämdes angreppen till *S.tritici* och DTR, men qPCR-analysen visade att det vara infektion av *S. tritici* respektive en blandinfektion mellan *S. tritici* och *S. nodorum*. Spektra från de två *S. tritici*

infektionerna skiljer sig något från den med en blandinfektion med *S. nodorum*. Men den spektrala signaturen för mjöldagg skiljer sig mer från svampbladfläckarnas på rågveteblad i figur 9 än *S. tritici* från blandinfektionen med *S. nodorum* i figur 13.



Figur 13. Typiska bladfläckar och spektral signatur (veteproprov 3). De röda och gröna markerade fläckarna på fotot bedömdes okulärt vara *S. tritici* (prov 1=röd och 2=grön) och den blå bedömdes vara DTR (prov 3=blå).

Tabell 8. Kvantifiering av bladfläckssvampar i prover av vete och havre (n=2). Ct-värdet anges för varje enskild qPCR, totalt 4 per prov. ND= Ingen detektion i qPCR-analysen.

Prover	Vete i provet Ct-värde		DTR	Ct- värde	<i>S. nodorum</i> Ct-värde		<i>S. tritici</i> Ct- värde	
	PCR1	PCR2			PCR1	PCR2	PCR1	PCR2
Veteproprov 3 <i>S. tritici</i> ?	30.05;30.30 30.08; 29.89	ND ND	ND ND	ND ND	37.64 ND	ND 38.33	27.42 27.40	27.67 27.32
Veteproprov 3 <i>S. tritici</i> ?	33.32;34.11 33.02 ;32.88	ND ND	ND ND	ND ND	38.13 ND	ND 38.11	28.74 28.39	28.69 28.32
Veteproprov 3 DTR ?	33.56; 33.26 34.77;34.40	ND ND	ND ND	ND ND	28.08 29.17	28.02 29.37	24.25 26.04	24.16 26.09
Veteproprov 4 Mix 1	32.90; 33.07 32.38; 32.84	ND ND	ND ND	ND ND	30.53 30.20	30.39 30.46	24.98 25.37	25.07 25.35
Veteproprov 4 Mix 2	33.46; 33.68 31.87 ;32.11	ND ND	ND ND	ND ND	28.54 26.95	28.49 27.05	26.35 24.45	26.22 24.32
Veteproprov 4 Mix 3	ND; ND 35.10;32.39	ND ND	ND ND	ND ND	ND 32.20	ND 29.41	36.62 26.28	37.30 24.34
Havreprov 1 Svamp?	ND; ND ND; ND	ND ND	ND ND	ND ND	36.07 ND	33.95 36.15	ND ND	ND ND
Havreprov 1 Svamp?	ND; ND ND; ND	ND ND	36.78 ND	ND ND	ND 36.65	36.17 ND	ND ND	ND ND
Havreprov 1 Bakterie?	ND; ND ND; ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND

Kontamering ??	Säker detektion av patogen
-------------------	----------------------------------

Slutsatserna från denna förstudie med Videometers lab-instrument var, efter att vi bekräftat förekomsten av patogener med qPCR-bestämning av bladfläckar att:

- skillnaden mellan olika patogeners symptombild på växtblad förstärks med användning av våglängder utanför synligt ljus.

- det efter att en typfläck för frisk vävnad respektive vävnad skadade av en patogen har definierats, är enkelt att beräkna hur stor andel (% av pixlar) av bilden som har liknande spektral information, dvs att **objektivt bestämma frisk respektive förändrad ”sjuk” bladyta!**

- det kan vara möjligt att kunna hitta spektrala signaturer som kan göra det möjligt att mycket snabbt och enkelt skilja patogener åt och skatta deras förekomst!

Fler frågor och tester återstår emellertid både när det gäller att skatta angripen yta och möjligheterna att separera de enskilda bladpatogener åt, under såväl laboratorieförhållanden som mer praktiska förhållanden. Våra bladfläcksprover visade sig innehålla både *S. tritici* och *S. nodorum* och bladfläckar som vi trodde vara rena infektioner, visade sig vara blandinfektioner. Vårt lilla infektionsförsök visade emellertid att vi kan skapa väl definierade svampinfektioner och skulle kunna följa ett infektionsförlopp från pre-kliniska angrepp, direkt efter infektion till fullt utvecklade typiska bladfläckar med Videometers teknik och qPCR.

I flera SLF projekt har jämförelser mellan okulär gradering och PCR-teknik visat att PCR-tekniken väl korrelerar till okulära bedömningar, åtminstone när de okulära bedömningarna görs av samma person. Det krävs också PCR för att upptäcka tidiga infektioner och blandinfektioner. Problemet med PCR är att det fortfarande blir mycket dyrbart att använda tekniken rutinmässigt för att göra bestämningar av angripare och angreppets storlek på flera bladnivåer i exempelvis sortförsök. Bestämningar med ett Videometers Lab -instrument skulle bli mycket billigare. Men många frågor återstår:

- hur förändras en ”ren” fläcks spektrum under utvecklingen av veteplantan?

- har bladpatogener specifika spektrala signaturer oberoende av sort och utvecklingsstadium hos gröda och svamp?

- kan blandinfektioner upptäckas efter kalibrering mot ”rena” fläckar?

- hur väl kan abiotiska fläckar särskiljas - hur ser repeterbarheten ut i bestämning av ”nekrotiska” fläckar och andra vävnadsförändringar?

En framtida möjlig användning av den multispektrala tekniken är en direkt ”on-line” - avläsning av grödan i samband med en svampbekämpning. Det är idag förmodligen tekniskt fortfarande långt, men ett första steg är nu att använda tekniken för att ännu bättre utnyttja dagens fältförsök. Vi kan också hoppas kunna få delta i det utvecklingsarbete som Videometer AS har inlett med danska växtpatologer för att testa teknik för avläsning i fält! Att det kan vara möjligt att i framtiden detektera patogener ”on-the-go” i fält med multispektral bildanalys, indikeras av arbeten av Dammer med detektion av fusariumangrepp direkt i veteaxen (Dammer et. al. 2011).

Referenser

Almqvist C., Lerenius C., Filipsson C., Jonsson A. 2008. Bestämning av förekomst av patogena svampar i vete med PCR teknik, rapport 18 2008 , SLU Skara.

Dammer K-H., Möller B., Rodemann B., Heppner D. 2011. Detection of head blight (*Fusarium ssp*) in winter wheat by color and multispectral image analyses. Crop Protection 30, 420-428.

Lee W.S., Alchanatis V., Yang C., Hirafuji M., Moshou D., Li C. 2010. Sensing technologies for precision speciality crop production. *Computers and Electronics in Agriculture* 74, 2-33

Inomfältsvariation avseende DON i havre

Ansvariga: Mats Söderström, SLU, Skara och Thomas Börjesson, Lantmännen Lantbruk, Bjertorps egendom, Kvänum

Sammanfattning

Inomfältsvariationen avseende deoxynivalenol (DON) i havre studerades i två angränsande fält i Västergötland. Fyrtio prover, jämnt fördelade mellan de två fälten, togs ut strax före skörd 2012. Det ena fältet hade plöjts året innan medan det andra endast kultiverats med tallriksredskap. DON-halterna varierade mellan 28 och 1755 ppb och medelvärdet var tydligt högre (397 ppb) i fältet som endast kultiverats jämfört med fältet som plöjts (216 ppb). En prediktionsmodell baserad på satellitbilder, EM38 data och höjddata från laserskanning utförd från luften konstruerades och ett relativt bra samband mellan predikterade och uppmätta värden uppnåddes. Ett justerat R^2 -värde på 0,60 erhöles för sambandet mellan uppmätta och predikterade värden i ett valideringsset. DON-nivåerna var högst i områden med något lättare jord (mo-mjåla) i fälten som annars domineras av mellanlera. Alla sensordata bidrog till modellen och man kan konstatera att både data som beskriver jorden och grödan har betydelse för prediktionen.

Bakgrund

Erfarenheterna från 2011 års skörd, då problemen med höga DON-halter var stora i Västsverige, visade att olika havreleveranser från samma odlare kunde uppvisa mycket stora variationer DON-värden. Detta har orsakat problem när det gäller förtroendet mellan spannmålsleverantörer och spannmålshandeln genom att tillförlitligheten i provtagnings- och analysteknik har ifrågasatts. Med utgångspunkt från utländska studier kan man misstänka att skillnaderna främst beror på ojämn fördelning av DON i fält (Müller et al, 2010; Oerke et al, 2010; Xu et al, 2008). Dessa författare spekulerar också kring olika orsaker till den stora variationen, framförallt att miljön för svamptillväxt varierar påtagligt inom fälten. Dock har de inte kopplat dessa data till olika mått på inomfältsvariation som skulle kunna förklara skillnaderna. Målet med denna studie var att studera inomfältsvariationen i havre i ett område som 2011 drabbades hårt av problemen med höga DON-halter, för att vi på så sätt skulle kunna lära oss mer om vad som styr skillnaderna och för att kunna förbättra rådgivningen till lantbrukare. Den utvalda gården hade höga halter DON i vårmete 2011 och dessutom tillämpas olika jordbearbetningsstrategier vilket man vet kan påverka DON-halterna (Pereyra & Dill-Macky, 2008, West et al, 2012). Förutom att kartlägga skillnader i DON-förekomst inom fälten var också avsikten att försöka förklara skillnaderna med hjälp av data som beskriver grödan och jordens egenskaper. Därför skannades fälten med marksensorn EM38 efter skörd och dessutom utnyttjades satellitdata och data från höjddata från den nya nationella höjdmodellen.

Material och metoder

Fält, grödprovtagning och DON-analyser

Två havrefält (sorten Belinda) med olika jordbearbetningsstrategier i närheten av Såtenäs nära Lidköping, Västergötland, studerades i detta projekt, figur 13. Inga detaljerade uppgifter från markkartor fanns tillgängliga men båda fälten domineras av mellanlera med en lerandel på i storleksordningen 30-40%. Vissa mindre delar bedöms dock ha lättare jord med stort inslag av

mo och mjåla. Det norra fältet hade plöjts hösten innan medan det södra hade bearbetats en gång med tallriksredskap. Varje fält var cirka 10 ha stort. Totalt togs 40 prover ut från de två fälten. Varje prov togs ut inom ett område som begränsades av en cirkel med en diameter på cirka 2 meter och bestod av ca.50 strån inklusive vippor. Proverna togs ut 20 augusti 2012, i DC 87 och de fördelades jämnt mellan och inom fälten, 19 i det norra fältet som plöjts och 21 i det södra, figur 13. I viss utsträckning anpassades provtagningen till skillnader i satellitdata som fanns tillgänglig i samband med provtagningen och i vissa fall gjordes noteringar av grödstatus. Efter att strån med vippor torkats försiktigt tröskades kärnorna ur med hjälp av en stationär tröska. DON-analyserna utfördes med ELISA teknik (Ridasceen DON, Rhone-Biopharm, Darmstadt, Tyskland).

Satellitdata, data från laserscanning och EM38 mätningar

Data på grödstatus representerades av data från en ortorektifierad DMC satellitscen med en upplösning av 22 m, registrerad 28 juni 2012 (DMCii Ltd., Guildford, Storbritannien). DMC-satelliten registrerar data i tre våglängdsband: NIR (0,77 – 0,90 μm), rött (R; 0,63 – 0,69 μm), och grönt (G; 0,52 – 0,60 μm). Satellitscenens digitalnivåer 0 – 255 omräknades till reflektans. Kantpixlar som till större delen låg utanför fältet togs bort. Topografiska data (Z) från nya nationella höjdmodellen som baseras på luftburen laserskanning (LIDAR) erhöles från Lantmäteriet. Dessa data har en rumslig upplösning på 2 m och felet i höjd bedöms vara några decimeter.

Efter skörd, 11 september, skannades fälten med marksensorn EM38 (Geonics Ltd., Kanada). Principen för instrumentet bygger på elektromagnetisk induktion. Det mäter ett sekundärt magnetfälts styrka som ger ett mått på jordens elektriska konduktivitet för två integrerade jorddjup, från markytan och ned till ca 0,75 cm djup (ECa05) respektive ned till ca 1,5 m djup (ECa10), med störst respons från den övre delen i båda fallen.

ECa05, ECa10, Z, NIR, R, G plus kvoterna ECa05/ECa10, NIR/R, NIR/G and R/G samt indexet NDVI (NIR-R/NIR+R) användes som indata för att ta fram en prediktionsmodell för DON i havre på testfälten.

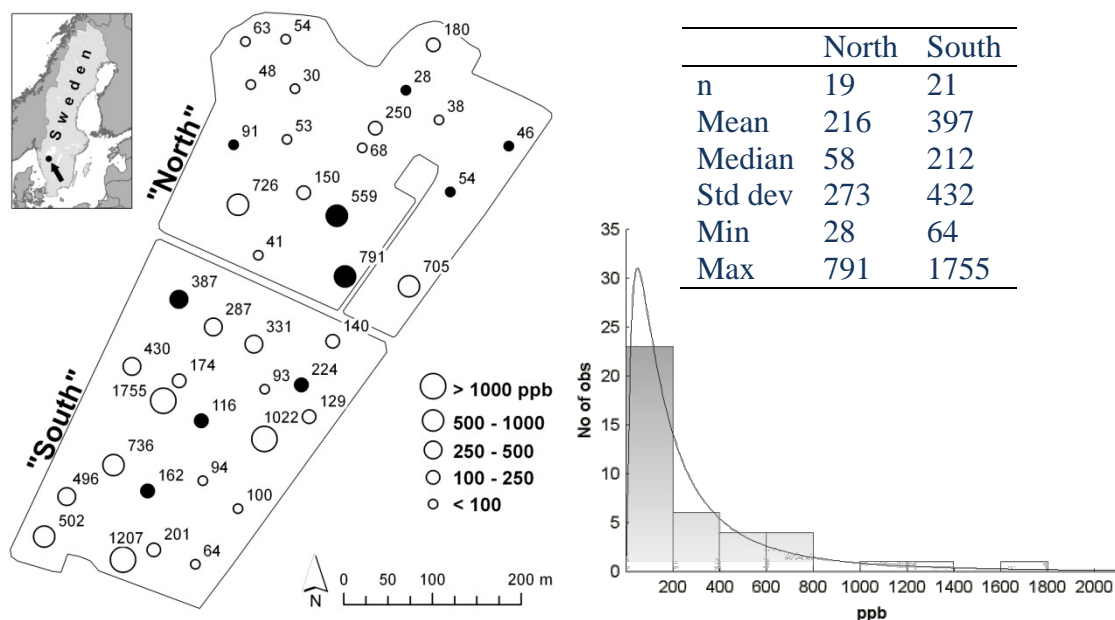
Modell för prediktion av DON i havre

Datasetet delades in i ett kalibreringsset bestående av 30 av observationerna och ett valideringsset bestående av de resterande 10. MARSplines-metoden (Hastie et al., 2009), en icke-parametrisk regressionsmetod där data delas in i ett antal s.k. splines användes. Man startar med en relativt komplicerad modell för att sedan gå igenom ett antal steg där variabler som inte bidrar tillräckligt mycket till modellen tas bort. Fördelen med metoden är bl.a. att icke-linjära samband kan hittas och man har bättre insyn i hur modellen arbetar än vad som t.ex. är fallet när det gäller neurala nätverk. Programvaran Statistica 10 (Statsoft, Tulsa, USA) användes.

Vid denna körning sattes antalet interaktioner till 2 som ger en relativt enkel modell. Antalet interaktioner och antalet ingående variabler styr hur många basfunktioner som används vid modelleringen och vi vårt fall var antalet använda basfunktioner 8. MARSpline-kalibreringsmodellen som visade sig fungera bäst baserades på log-transformerade DON data och följande oberoende variabler: ECa10, Z, NIR/R, NIR/G och R/G. Kartor och geostatistiskt material togs fram med hjälp av ArcGIS 10 (ESRI Inc., Redlands, USA) inklusive hjälpprogrammen Spatial Analyst, Geostatistical Analyst and Image Analysis.

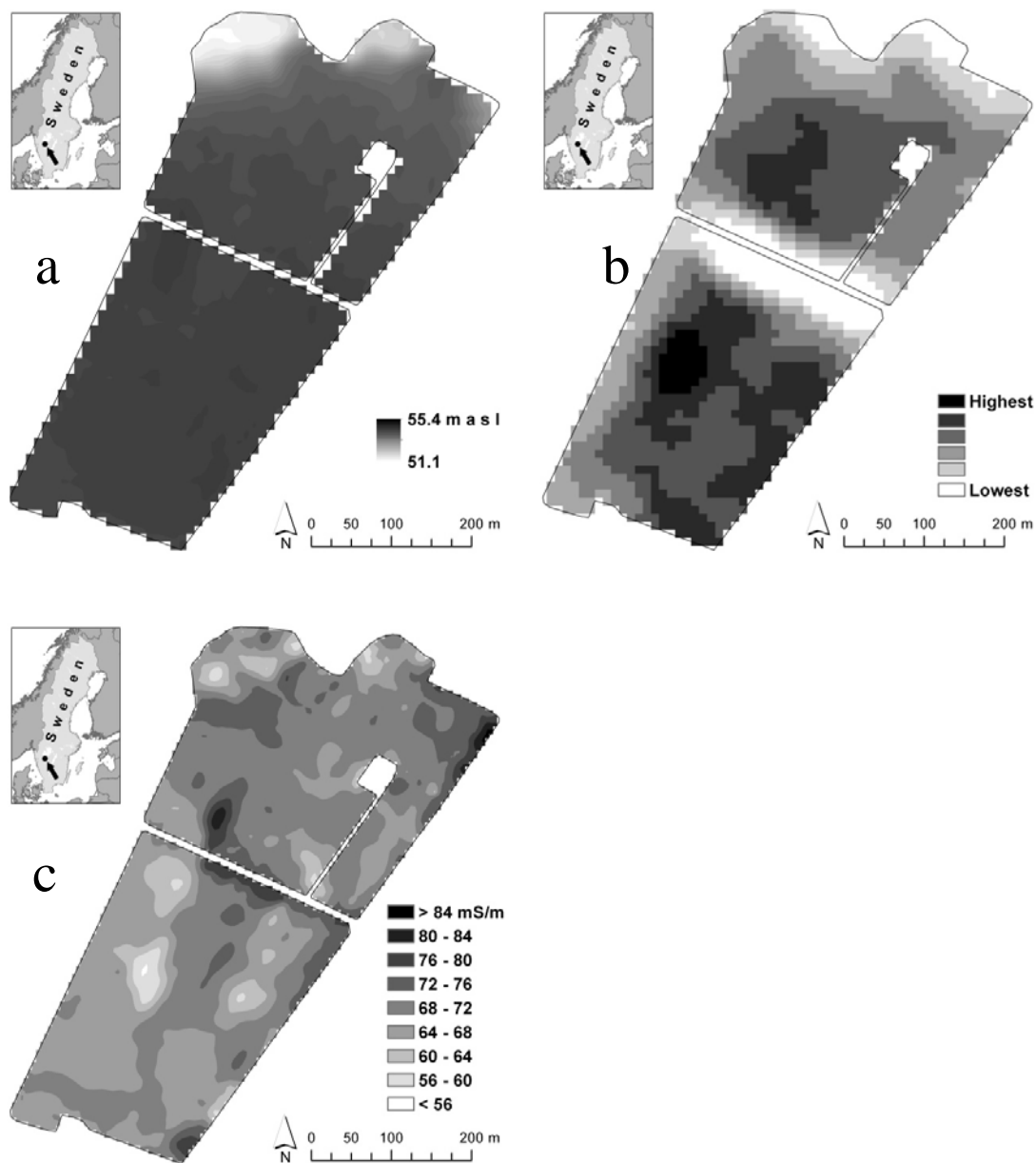
Resultat

De uppmätta DON-halterna varierade mellan 28 and 1755 ppb, figur 13. Värden över 1000 ppb förekom endast i det norra fältet, som också hade högst medelvärde, nästan dubbelt så högt som det södra fältet (397 jämfört med 216 ppb).



Figur 13. Översikt över de två försöksfälten med DON-nivåer i respektive provpunkt angivna. Ofyllda punkter (n = 30) utgjorde kalibreringsprover vid modelleringen och de fyllda punkterna utgjorde valideringsproverna (n = 10). Histogrammet visar fördelningen av prover i olika kategorier och med fördelningskurva för logaritmerade värden inritad. I tabellen visas sammanfattande statistik för respektive fält.

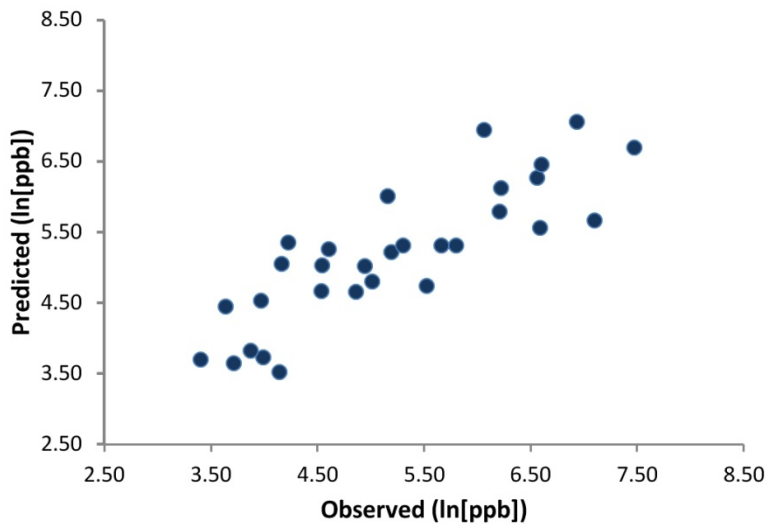
I det norra fältets norra del var värdena i de allra flesta fall under 100 ppb. Den delen av fältet hade en svag lutning åt norr ner mot en sänka i vilken en bäck rinner en bit från norra fältkanten. Vid en fältbesiktning i början av juli bedömdes grödan som relativt jämn och detta kunde även bekräftas av satellitbilden från den 28/6. Dock noterades ett parti med tätare gröda i det södra fältet ganska nära den punkt där det högsta DON-värdet registrerades (1755 ppb, figur 13). Satellitbilden bekräftar också att grödan är tät i detta område (högst NIR/R värde i figur 14b). Man kan även notera att NIR/R-värdena var som lägst, vilket indikerar en glesare gröda, i den norra delen av det norra fältet där DON-värdena var som lägst. Att grödan är gles i närheten av vägen som avgränsar de båda fälten kan troligen tillskrivas att arbete utförts på fälten som skadat grödan här.



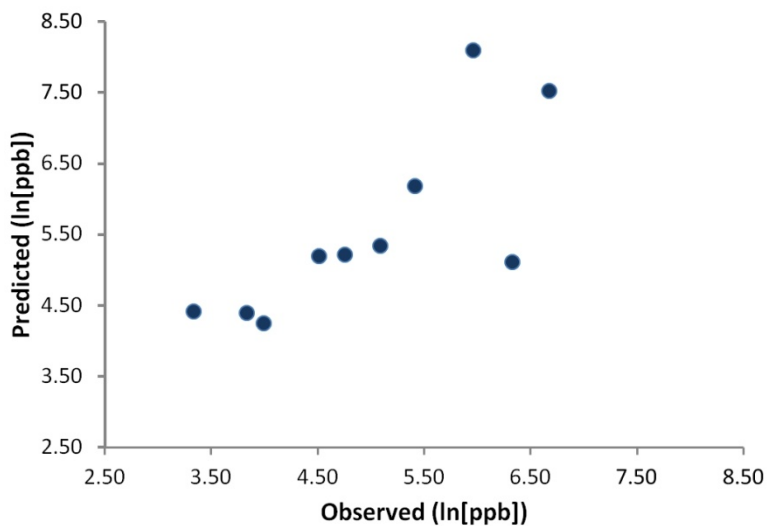
Figur 14. Kartor med några av de variabler som användes vid modellering av DON-halt: a) Höjd-data från LIDAR med en vertikal upplösning på 0,2 m; b) Satellit NIR/R reflektans 28 juni 2012; c) EM-38 data, ECa10, 11 Sept 2012.

Mest intressant att notera när det gäller ECa10-kartan är att områden med lägre värden sammanfaller med de områden som brukaren anser vara lite lättare och åtminstone i det södra fältet tycks dessa områden sammanfalla med höga DON-halter, figur 12 och 14 c. De uppmätta ECa-värdena var ovanligt höga för denna typ av jord, vilket troligen påverkades av att fälten var vattenmättade då skanningen utfördes.

Justerat R^2 för kalibreringsmodellen var 0,72 och medelfelet (RMSEP) var 1,00, figur 15. Modellen användes på valideringssetet och resulterade i något lägre R^2 (0,60) men även något lägre RMSEP (0,83; figur 16).

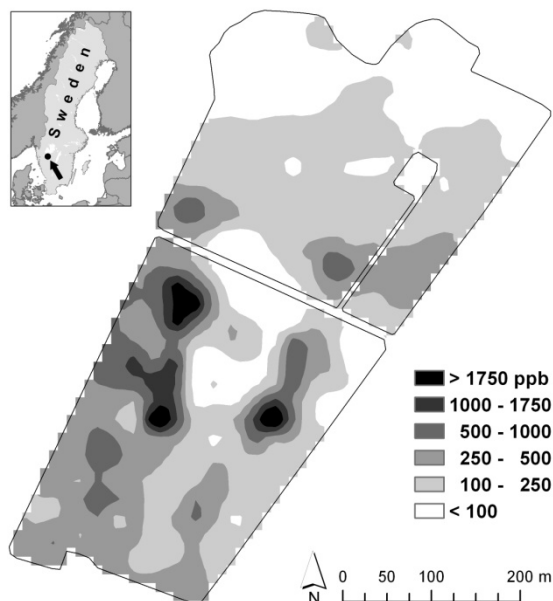


Figur 15. DON-kalibreringsmodell (n = 30; R² = 0,72; RMSEP = 1,00).



Figur 16. Validering av DON-kalibreringsmodellen (n = 10; R² = 0,60; RMSEP = 0,83).

Kartan i figur 17 visar DON-värden som predikterats med hjälp av modellen. Mestadels stämmer dessa ganska bra överens med observationerna i figur 13. Modellens högsta värden ligger dock i det nordvästra hörnet av det södra fältet medan det enda uppmätta värdet i detta område är medelmåttigt (397 ppb).



Figur 17. DON-halter i de båda fälten predikterade med hjälp av framtagen kalibreringsmodell.

Diskussion

Både satellitdata, EM38-data och topografiska data bidrog till en relativt bra prediktion av DON i de båda havrefälten. Låga ECA-värden, som i detta fallet sammanföll med jordar med högt inslag av mo/mjåla, var korrelerat med höga DON-nivåer. Att DON-värdena var högre på dessa jordar kan vara kopplat en snabbare tillväxt och en tätare gröda tidigare på säsongen, vilket bör gynna *Fusarium*-tillväxt och DON-produktion. De lägsta DON-halterna registrerades i de mest väl-dränerade delarna av det fält som hade plöjts. Det var också tydligt att det överlag var lägre DON-halter i det fält som plöjts jämfört med det där endast reducerad jordbearbetning utförts. Studien visar att det kan vara möjligt att prediktera inomfältvariationer i DON-halter genom att använda olika typer av sensorbaserade mätmetoder där en stor mängd data med tillräcklig rumslig upplösning samlas in från både jord och gröda. Detta pilotprojekt bör dock följas upp med mer utförliga studier för att bekräfta dessa samband.

Referenser

Hastie, T., Tibshirani, R. & Friedman, J. 2009. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd edition, Springer Series in Statistics, 746 p. Available at Stanford University: <http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/>

Müller, M. E. H., Koszinski, S., Brenning, A., Verch, G., Korn, U. & Sommer, M. 2011. Within-field variation of mycotoxin contamination of winter wheat is related to indicators of soil moisture. *Plant Soil* **342** 289–300

Oerke, E.-C., Meier, A., Dehne, H.-W., Sulyok, M., Kruskab, R. and Steiner, U. 2010. Spatial variability of fusarium head blight pathogens and associated mycotoxins in wheat crops. *Plant Pathol.*, 59 671–682

Pereyra, S.A. & Dill-Macky, R. 2008. Colonization of the Residues of Diverse Plant Species by *Gibberella zeae* and Their Contribution to Fusarium Head Blight Inoculum. Plant Disease 92 800-807

Xu, X.-M., Parry, D.W., Nicholson, P., Thomsett, M.A., Simpson, D., Edwards, S.G., Cooke, B.M., Doohan, F.M., Monaghan, S., Moretti, A., Tocco, G., Mule, G., Hornok, L., Béki, E., Tatnell, J. & Ritieni, A. 2008. Within-field variability of Fusarium head blight pathogens and their associated mycotoxins. Eur. J. Plant Pathol. 120 21–34

West, J.S., Holdgate, S., Townsend, J.A., Edwards, S.G., Jennings, P. & Fitt, B.D.L. 2012. Impacts of changing climate and agronomic factors on fusarium ear blight of wheat in the UK Fungal Ecology 5 53-61

Utåtriktad verksamhet

Borgeby fältdagar

Mats Söderström, Kjell Gustavsson och Lina Nohlin var på Borgeby och representerade POS i Agroväst:s monter den 27 – 28 juni 2012.

11th International Conference on Precision Agriculture (ICPA)

Mats Söderström deltog i den internationella precisionsodlingskonferensen i Indianapolis, USA den 15 till 18 juli 2012. Han konstaterade att det både finns och används många fler tillämpningar av precisionsodling i USA jämfört med Europa. Universitet i USA har ofta rådgivningsverksamhet och dessa använder precisionsodling betydligt mer än vad vi gör här. Integrerade system på gårdarna var väldigt inne. Mats kom hem med vidgade vyer och fräscha idéer.

Jordbrukardag på Logården

2012 års jordbrukardag på Logården genomfördes den 3 juli och temat var markvård och bördighet. POS delade monter med SLU och representerades av Anders Jonsson och Johan Roland.

Kurser för studenter vid SLU och elever vid naturbruksgymnasier

Knud Nissen har deltagit i undervisning av naturbrukselever och elever på BYS (Biologiska Yrkeshögskolan) Agroteknikerutbildning under 2012. POS deltog också, genom Knud Nissen, Mats Söderström och Johanna Wetterlind, i moment om precisionsodling i kurserna ”Växtproduktion” (30 hp) som är en obligatorisk kurs för mark/växtagronomer och ”Marken i odlingen” (15 hp) som är en jordbruksinriktad markkurs på C-nivå som behandlar växtnäringslära, jordbearbetning, hydroteknik, vattenvårdslära och precisionsodling på SLU.

Publikationer 2012

- 24 Lundström, C (red). 2012. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2011.
- 25 Piikki, K., Söderström, M., Stenberg, M. & Roland, J. 2012. Variation i marken inom fältförsök.
- 26 Söderström, M. 2012. Digital markkartering av Skånes åkermark med fjärranalys

Pågående POS - relaterade projekt

En stor del av verksamheten inom precisionsodlingsområdet sker inte inom ramen för POS budget, men ändå i anslutning till projektet. POS stöttar många projekt genom GIS- och teknisksupport, finansiering av pilotstudier inför större ansökningar, genom att tillhandahålla data eller dylikt. Nedan beskrivs några exempel på projekt som har nära anknytning till POS. I tabell 9 listas projekt 2012 som kan räknas som uppväxling från POS verksamhet.

Tabell 9. Relaterade projekt med annan finansiering 2012.

Titel och beskrivning	Projektansvarig	Finansiär	Löptid	Budget 2012/tot
N-Sensor i växtodlingen - sensorer Tillgång till Traktorburen, bilburen och tre handhållna sensorer för forsknings – och utvecklingsändamål.	Knud Nissen	Yara	Tills vidare	100' kr /år
N-Sensor i växtodlingen - utvärdering Mätningar i Mellan- och Sydsverige med handsensor i parcellförsök och utvärdering av rådata.	Knud Nissen	Yara / Lantmännen	Tills vidare	140' kr /år
DataFusion vid precisionsodling - beslutsstöd i realtid m h a databaser, sensorer och modeller Doktorandprojekt inom ramen för forskningsprofilen Data Fusion vid Högskolan i Skövde. Näringslivet, KK-stiftelsen och Högskolan i Skövde finansierar. Doktoranden kommer att vara anställd vid Högskolan i Skövde men inskriven vid SLU i Skara. Projektet är under uppstart. Samarbeta med JTI.	Bo Stenberg / Mats Söderström / Bo Magnusson (HiS)	KK-stiftelsen / Agroväst / HiS	2006-2012	250'/4000'
Forskartjänst inom området precisionsodling SLU's motfinansiering till POS.	Bo Stenberg	SLU		900' per år
Utveckling av ett integrerat miljö- och produktionsindex för fosfor Målet är att utveckla precisionsodlingskonceptet och den använda behovsberäkningen så att både ekonomiska och miljömässiga riskfaktorer kan kombineras i et miljö- och produktionsindex.	Mats Söderström/Barbro Uhlén, Maria Stenberg och Bo Stenberg	SLF	2006-2011	200'/1200'
Bestämning av växtplatsanpassad kvävegiva baserad på N-sensor och simuleringsmodell Utvärdering av mervärdet med bestämma platsspecifik N-giva genom att kombinera en simuleringsmodell för grödans tillväxt med N-sensorn.	Anders Larsolle, Bo Stenberg, Lina Nolin	SLF	2009-2013	300'/900'
Biologisk markkartering (BioSoM) Ett TEMA-forskningsprogram inom NL-fakulteten på SLU med målet att utveckla nya markkarteringstjänster för kartering av jordburna patogener. Fältprovtagningar	Anders Jonsson	NL-fakulteten SLF SSO VL- SL-Stift. Eurofins NBR, SW-Seed mfl	2009-2015	500 / 7.000

<p>Identifiering av kritiska källområden och transportvägar för fosfor Kombination av en konceptuell hydrologisk modell och moderna fältmätningstekniker, sensorer, för att identifiera hydrologiska källområden och dominerande flödesvägar av P till ytvatten.</p>	Lars Bergström, Mats Söderström, Bo Stenberg, m.fl.	SLF	2010-2013	1000'/2750'
<p>Validering och implementering av NIR-teknik i jordlaboratoriets analysrutiner för billigare markkartering</p>	Bo Stenberg, Johanna Wetterlind, Rikard Westbom (Eurofins)	SLF	2011-2013	250'/500'
<p>Jordartskartering av matjord och alv direkt i fält Tredimensionell markkartering med en uppsättning marksensorer, t.ex. NIR, ECa och Gamma.</p>	Bo Stenberg Kristin Piikki Mats Söderström Johanna Wetterlind	SLF	2011-2013	300'/1 000'
<p>Optimal kvävegödsling på våren till höstraps Hur påverkas N-optimum i höstraps av avkastningspotential s kväveupptag vid olika tidpunkter</p>	Lena Engström Knud Nissen	SSO och SLF	2011-2013	350'/800'
<p>Markkartering direkt i fält med nära infraröd spektroskopi – identifiering av viktiga interaktioner mellan spektralt aktiva markparametrar 1) Studera samspelet mellan vattenhalt, OM och mineralogi, 2) modellera påverkan av vatten på spektrum från olika jordtyper, och 3) utarbeta en metodik för bestämning av OM på olika djup för tredimensionell markkartering.</p>	Johanna Wetterlin	Formas	2011-2014	936'/3839'
<p>Platsspecifika riktgivor för kväve Det har genom åren utförts ett stort antal kvävegödslingsförsök på olika platser i Sverige. Projektet ska utforska variationen i försöksdatadaten, undersöka om grödans kväverespons kan kopplas till lokalklimat, jordart etc och utvärdera om dagens riktgivor för kväve kan bli mer träffsäkra genom anpassning till lokala odlingsförhållanden.</p>	Kristin Piikki	SJV	2012-2013	309'/634'
<p>Fasta körspår – skördepotential och effekter på markstruktur Försökens syfte är att studera effekten av att koncentrera körspåren jämfört med slumpmässig körning i annars likvärdiga bearbetningssystem .</p>	Lena Holm	SLF/POS	2010-2014	600'/1450
<p>Spridningsvägar för kemiska bekämpningsmedel till ytvatten Syftet med detta projekt är att ge kunskap kring vilka transportvägar till ytvatten som är viktigast för olika typer av bekämpningsmedel. Vi vill framförallt få en bättre förståelse för betydelsen av ytavrinning och erosion för förluster av bekämpningsmedel i Sverige. Detta ska göras genom fältmätningar i avrinningsområdesskala i ett av de fyra svenska typområdena för bekämpningsmedelsövervakning.</p>	Jenny Kreuger Nicholas Jarvis Bo Stenberg Mats Söderström m.fl.	SLF	2012-2014	900'/2300'

Förteckning över rapporter utgivna av Forskargruppen Precisionsodling och Pedometri (tidigare Avd för Precisionsodling) i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter*.

- 26 Söderström, M. 2012. Digital markkartering av Skånes åkermark med fjärranalys.
- 25 Piikki, K., Söderström, M., Stenberg, M. & Roland, J. 2012. Variation i marken inom fältförsök.
- 24 Lundström, C (red). 2012. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2011.
- 23 Lundström, C (red). 2011. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2010.
- 22 Lundström, C (red). 2010. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2009.
- 21 Söderström, M. 2009. Interpolerade markkartor – några riktlinjer.
- 20 Söderström, M., Börjesson, T., Pettersson, C.G., Nissen, K. & Hagner, O. 2009. Prognoser för malkornskvalitet med fjärranalys.
- 19 Börjesson, T. & Söderström, M. 2009. Bedömning av kvalitetsskillnader över tid i vallar avsedda för hösilage med Yara N-sensor.
- 18 Lundström, C (red). 2009. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2008.
- 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"
- 16 Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Anvendelse af geostatistik og remote sensing data til kortlægning af jordens lerindhold.
- 15 Söderström, M. 2008. Den traditionella markkarteringens användbarhet för precisionsodling.
- 14 Lundström, C. (red); 2008. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2007.
- 13 Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. och Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning.
- 12 Söderström, M, 2008. PrecisionWizard 3 – hantera precisionsodlingsdata och gör egna styrfiler till Farm Site Mate och Yara N-Sensor.
- 11 Söderström, M., Gruvaeus, I. och Wijkmark, L., 2008. Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält.
- 10 Söderström, M., Wijkmark, L., Martinsson, J. och Nissen, K., 2008. Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS.
- 9 Delin, S.(red.), 2007. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2006
- 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)

- 7 Söderström, M., och Nissen, K., 2006. Insamling av GIS-data och navigering med GPS.
- 6 Söderström, M., 2006. PrecisionWizard - Gör styrfiler till FarmSiteMate och Yara N-sensor.
- 5 Delin, S.(red.), 2006. Dokumentation från seminariet ”Precisionsodling - avstämning av verksamhet och vision hos olika aktörer”, Skara den 19 april 2006.
- 4 Delin, S.(red.), 2006. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige, POS, 2005.
- 3 Delin, S. 2005. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige (POS) 2003-2004.
- 2 Börjesson, T., Åstrand, B., Engström, L. och Lindén, B., 2005. Bildanalys för att beskriva beståndsstatus i höstraps och höstvetete och ogräsförekomst i vårsäd.
- 1 Nyberg, A., Börjesson, T. och Gustavsson, A-M., 2004. Bildanalys för bedömning av klöverandel i vallar – Utvärdering av TrefoilAnalysis.

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
Precisionsodling och pedometri
Box 234
532 23 Skara
Tel. 0511-670 00

Internet: <http://www.slu.se/>
<http://www.agrovast.se/precision>
<http://www.precisionskolan.se>