



Verksamhet i AGROVÄST-projektet

Precisionsodling Sverige, POS, 2010



Christina Lundström (red)

Förord

Framför er har ni POS:s (PrecisionsOdling Sveriges) verksamhetsberättelse för 2010. Det har nu gått 15 år sedan Precisionsodling i Väst startade och mycket har hänt under den tiden. Intresset för precisionsodling har gått lite i vågor. Inledningsvis fanns en stor tilltro till tekniken och bland annat trodde många inledningsvis att skördekartering som underlag för gödsling skulle räcka väldigt långt, men det visade sig vara betydligt mer komplicerat än så. Nu upplever vi att intresset för precisionsodling ökar och genom ett större intresse i media, POS:s samarbete med Greppa Näringen kring den nya precisionsodlingsmodulen och kontakter med Naturbruksgymnasier når informationen ut allt bättre. Tekniken blir också mer tillgänglig och lättare att använda.

Mycket återstår att reda ut och under 2010 genomfördes två pilotprojekt inom POS. Det ena handlade om att mäta kadmium med mullvaden och det andra om olika teknik för att styra mekanisk ogräsbekämpning i konventionell gröda.

Trevlig läsning!

Skara 2011

Christina Lundström (red)

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| <i>Förord</i> | 2 |
| <i>Innehållsförteckning</i> | 3 |
| <i>POS organisation 2010</i> | 5 |
| Styrgrupp | 5 |
| Projektgrupp | 5 |
| <i>Samarbeten</i> | 6 |
| <i>Naturbruk med precision – ett samarbete mellan POS och Naturbrukskansliet i Västra Götaland</i> | 6 |
| Greppa Näringen | 7 |
| N-sensormätningar i försök | 8 |
| <i>Projekt inom POS</i> | 9 |
| Interpolerade markkartor – några riktlinjer | 9 |
| Välj metod | 13 |
| Tredimensionell markkartering | 20 |
| Hackning med precision, kamera eller GNSS? | 25 |
| <i>Utåtriktad verksamhet</i> | 29 |
| Kurser för rådgivare och lantbrukare | 29 |
| Borgeby fältdagar | 29 |
| Jordbrukardag på Logården | 30 |
| Elmia | 30 |
| Kurser för studenter och elever vid naturbruksgymnasier | 30 |
| <i>Publikationer</i> | 31 |
| <i>Pågående POS - relaterade projekt</i> | 31 |

POS organisation 2010

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 2010: 100304 samt 101111. Under 2010 skedde förändringar i styrgruppens sammansättning. Fem stycken nya ledamöter började och sex stycken slutade. POS tackar dem som slutat för väl utfört arbete och hälsar de nya ledamöterna välkomna!

Under året har följande personer varit med i styrgruppen:

Ulf Hallén, lantbrukare (ordförande ny 2010)
Mats Larsson (ordförande slutat 2010)
Bo Stenberg, SLU Skara (projektledare)
Christina Lundström, SLU Skara (samordnare)
Mats Emilsson, AGROVÄST
Anders Andersson, Yara (slutat 2010)
Gunilla Frostgård, Yara (ny under 2010)
Torbjörn Djupmarker, Dataväxt AB
Kjell Gustavsson, (Agroväst)
Lennart Nelson, JTI (slutat 2010)
Mikael Gillbertsson (ny 2010)
Sven Klint, Svalöf Weibull AB (slutat 2010)
Ingemar Gruvaeus, Lantmännen AB (ny 2010)
Magnus Börjesson, Agro Öst (ny 2010)
Stina Olofsson, Jordbruksverket
Dave Servin, SLU Alnarp (slutat 2010)
Anders Jonsson, SLU Skara (slutat 2010)

Projektgrupp

POS projektgrupp har till uppgift att komma med idéer och genomföra projekt. Projektgruppen sammanträdde vid fyra tillfällen under 2010: 20100325, 20100209, 20100906 samt 20101029. Under året har projektgruppen bestått av följande personer:

| | |
|--|------------------------------------|
| Bo Stenberg, SLU Skara (Projektledare) | Mikael Gilbertsson, JTI (ny 2010) |
| Mats Söderström, SLU Skara (GIS kompetens) | Johan Mickelåker, Dataväxt AB |
| Knud Nissen, Lantmännen (Teknik kompetens) | Lena Haby, SLU Alnarp (ny 2010) |
| Christina Lundström, SLU Skara (Samordnare) | Anders Jonsson, SLU Skara |
| Anna Nyberg, SLU, SLU Skara | Anna-Karin Krijger, HS Skaraborg |
| Kjell Gustavsson, Agroväst | Henrik Stadig, HS Skaraborg |
| Mattias Larsson, JTI (slutat 2010) | Rolf Lindholm, Växa Halland |
| Hugo Westlin, JTI (slutat 2010) | Lars Wijkmark, Växa Halland |
| | Carl-Magnus Olsson, Yara (ny 2010) |
| | Gunilla Frostgård, Yara (ny 2010) |
| | Åsa Käck, HS Väst |

Samarbeten

Naturbruk med precision – ett samarbete mellan POS och Naturbrukskansliet i Västra Götaland

Mål för projektet

Projektets mål är att genom utbildning av lärare och instruktörer på Västra Götalandsregionens naturbruksskolor öka elevernas förståelse och kunskap om, behovet av och fördelarna med, en bättre behovsanpassning av insatsmedel samt olika möjliga åtgärder i dagens lantbruk. Genom att införa ny teknik på skolorna kommer denna att ingå i undervisningen och bli en del av elevernas vardag.

Aktiviteter under 2010

Nuntorp och Sötåsen har under året haft behov av visst tekniskt stöd vad gäller den praktiska användningen av Yara N-Sensor. Vi har även genomfört ”Steg 2” där deltagare från Dingle, Nuntorp, Strömma och Uddetorp bjöds in. Dock var det ingen representant från Strömmaskolan med. Kursen hölls på SLU i Skara 2010-10-26 där vi hade tillgång till en lämplig datasal. Inom projektet har vi kunnat dra nytta av en hel del nytt utbildningsmaterial och nya verktyg som vi utvecklat inom den nya rådgivningsmodulen och precisionsodling för Greppa Näringen. Det gör att ”Steg 2” – där fokus är på den praktiska datahanteringen – nu är betydligt enklare och effektivare att genomföra. Innehållet i Steg 2-dagen såg ut som följer

09.30 Samling med fika i foajén på SLU

10.00 Genomgång av dagens aktiviteter

10.15 Variation från satellit – NDVI

**Om datorprogram och kalkyler
för undervisning och praktiskt bruk**

12.00 Lunch

13.00 Datorövningar – hur fungerar det, övningsmaterial

**Ni testar Precisionskalkylen och PWiz-GE
Gå vidare med styrfiler för varierad spridning m h a
PrecisionWizard
Hur kan vi hantera andra kartdata – exempel
ChristineGIS**

14.30 Hur gå vidare och använda detta? Diskussion

15.00 Avslutning med fika

Materialet till Greppa-modulen finns tillgängligt för skolorna på:

www.agrovast.se/precision under rubriken Projekt. Nya verktyg att använda är:

- Kostnads-nyttokalkyl för precisionsstyrning av P-, K-, kalk och N (med Yara N-Sensor). Detta är ett Exceldokument där man förväntas ha tillgång till den egna gårdens markkarteringsdata, som läses in i Exceldokumentet.
- PWiz-GE. Ett litet gratisprogram som gör om behovsberäkningar från Exceldokumentet till en precisionsbehovskarta som kan visas i Google Earth (som är gratis att hämta och använda).

- NDVI-kartor på USB-minne eller nedladdning från www.agrovast.se/precision/ndvi. Detta är satellitkartor över hur biomassan (beräknat med ett vegetationsindex, NDVI (normalized difference vegetation index)) varierar inom fält. Kartbilderna visas i Google Earth och täcker in större delen av Svealands och Götalands åkermark. Data är i detta fall till största delen från 2009. Skolorna har fått ett USB-minne med alla NDVI-kartor. Data är gratis att använda i undervisningen och är tänkt som ett diskussionsunderlag för inomfältsvariation och behovet av att hantera den.

För Sötåsens del genomfördes ”Steg 2” under 2009, men det nya utbildningsmaterialet har kommit skolan till godo genom att vi 2010-11-09 bistod med föreläsning och dataövning för elever, där även lärare deltog.

Kommande aktiviteter

Målsättningen är att skolorna ska vara relativt väl i fas vid slutet av 2010. Dock ligger projektet lite efter den ursprungliga tidsplaneringen. Det tredje steget i projektet kan därför genomföras under vintern/våren 2011. Tanken är att personalen då ska få en ytterligare genomgång och uppdatering av det man gått igenom och att man ser till så att styrfiler och teknik fungerar inför växtodlingssäsongen. Det kan handla om allt från att få tekniken att fungera, till hantering av ny data för att utvärdera resultat, göra styrfiler eller kartor.

Greppa Näringen

Under 2010 togs en ny rådgivningsmodul om precisionsodling fram inom Greppa. Mycket arbete lades ner under året och i oktober lanserades den nya modulen vid plöj SM i Halland. Eskil Erlandsson var på plats och fick information av Lars Wijkmark, Växa Halland, om precisionsodling och bland annat den nya Greppa-modulen. Finansieringen av modulen kom från Greppa samt VL-stiftelsen och SL-stiftelsen. Hösten 2010 genomfördes två genomgångar av modulen för rådgivare, dels i Nässjö och dels på Arlanda.



Materialet till Greppa-modulen finns tillgängligt på: www.agrovast.se/precision

N-sensormätningar i försök

Ansvarig: Anna-Karin Krijger, Hushållningssällskapet Skaraborg.

Finansiering: Yara AB

Under 2010 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 grödorna höstvetete, havre, korn och höstraps. I försöken mäter N-sensorn kväveskörden i 0-ledet redan i flaggbladstadiet. De sista åren har den givit information om hur gödslingen 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.

De sista åren har man i försöken med kvävestege till höstvetete provat att utifrån N-sensor mätningar i DC 37 rekommenderat den sista kvävegivan. 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. I 2010 års försök har N-sensorns rekommendationer hamnat på samma nivå där optimal giva har räknats fram.

Resultaten från mätningarna finns i FFE:s försöksdatabas och är tillgängliga för dem som vill använda dem. På resultatblanketten presenteras SN värden från N-sensormätningarna tillsammans med statistikparametrar. I databasen finns resultat från 2006 tom 2010 utförda i de regionala försöken.

Projekt inom POS

Under 2010 har POS beviljat medel till tre pilotprojekt:

- * Kompletterande studie med Mullvaden i områden med extrem kadmiumhalt
- * Detaljerad jordartskartering för bevattningsprognos
- * Mekanisk ogräsbekämpning med hjälp av redskapsstyrning i konventionell odling

Nedan redovisas projekt från 2009 och 2010.

Interpolerade markkartor – några riktlinjer

Ansvarig: Mats Söderström, precisionsodling och pedometri, SLU

Finansiering: LRF via Kraftsamling växtodling

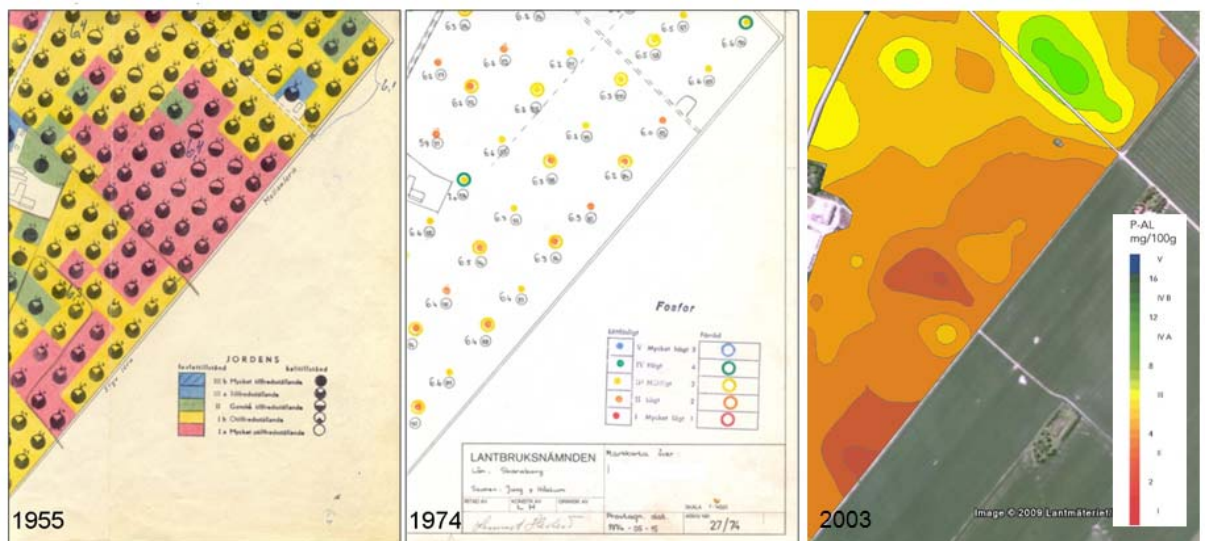
Detta är en sammanfattning av ett arbete som utfördes med stöd av Kraftsamling Växtodling och avser att ge riktlinjer för hur några av de frågeställningar man ställs inför när man gör interpolerade markkartor. Läs mer i huvudrapporten om metoder, bakgrundsmaterial och referenser med mera:

Söderström, M. 2010. Interpolerade markkartor – några riktlinjer. Precisionsodling Sverige, POS Teknisk rapport 21. Institutionen för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Den är tillgänglig via: www.agrovast.se/precision

Markkartering

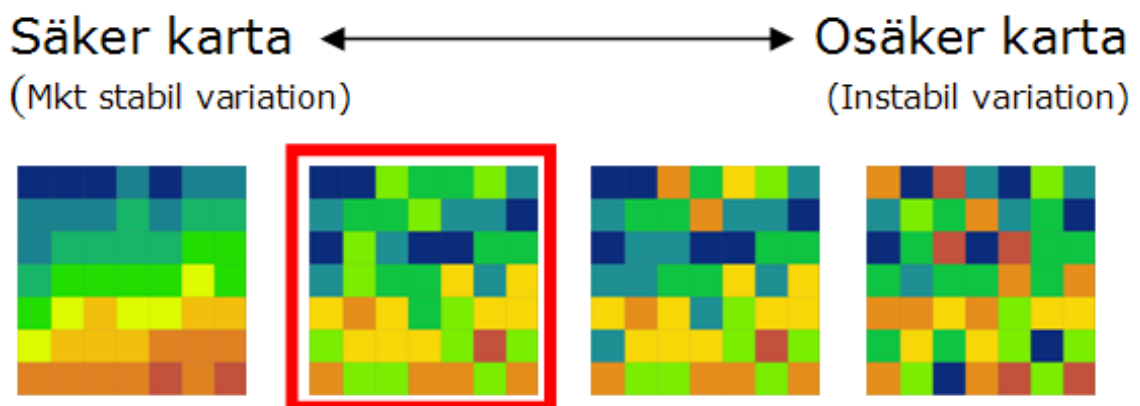
Markkarteringen kom igång redan under 1940-talet. Karteringen har tydliggjort att tillgången på fosfor, kalium och andra näringsämnen ofta varierar inom fälten. Dagens rekommendationer för markkartering utarbetas av Markkarteringsrådet och utges av Jordbruksverket. Under senare år har nya metoder utvecklats och sensorer har börjat användas för att man ska kunna skapa mer detaljerade och bättre markkartor. Exempel på detta är t.ex. mätning av markens elektriska ledningsförmåga, analys med nära infraröd (NIR) spektroskopi samt även variation i markens naturliga radioaktiva strålning har börjat användas inom kartering av åkermark. Trots allt sker den största delen av markkarteringen på vanligt sätt med 1 prov/ha, men provplatserna mäts ofta in med GPS och kartframställningen är digital och kartorna interpoleras fram och visar variation inom fälten. Med hjälp av sådana kartor är det möjligt att bättre anpassa gödsling och andra odlingsåtgärder till det aktuella behovet genom precisionsodling.



Figur 1. Tre generationers P-AL-kartor

Att interpolera eller inte interpolera – det är frågan

All interpolation bygger på att prover nära varandra är mer lika än de som är längre isär. Detta kallas spatial autokorrelation. Om så inte är fallet är det ingen idé att interpolera. Morans I är ett statistiskt test som kan användas för att bedöma huruvida observationerna i ett dataset är spatialt autokorrelerade eller ej. Detta görs för var och en av de variabler som man avser att göra interpolerade kartor över. Man utnyttjar det beräknade indexvärdet samt signifikansnivå och Z-score för att göra en bedömning. Här föreslås att man redovisar resultatet från ett sådant test tillsammans med kartorna som man tar fram, t ex enligt principen i figuren nedan. På ett pedagogiskt och lättöverskådligt sätt kan man förmedla testresultatet för respektive markkarta och på så sätt ge kunden en uppfattning om kartans tillförlitlighet och den variation som föreligger. I litteraturen föreslås att man bör ha 30 observationer för att använda Morans I.



Figur 2. Genom att testa datavariationen innan interpolationen och redovisa resultatet på ett tydligt sätt underlättas tolkningen av kartans trovärdighet. Här exemplifieras detta med den röda rektangeln.

Interpolationsmetoder

Det finns många olika interpolationsmetoder. Här har fokuserats på några som kan vara aktuella i det här sammanhanget:

- Kriging
- Avståndsviktning (IDW)
- Thiessenpolygoner

Kriging är en geostatistisk interpolationsmetod som generellt anses vara den som ger bäst resultat. Fördelen med den metoden är att man i ett första steg analyserar datavariationen med hjälp av en variogramanalys, som är en litet mer avancerad test av spatial autokorrelation än Morans I, och det är variogrammet som sedan styr interpolationen. Kriging är egentligen en hel familj av olika metoder. Den som är mest aktuell vid markkartering är ”*ordinary block kriging*”. Beräkningen av det mest sannolika värdet den aktuella variabeln har görs för varje del av fälten i ett rutnät (varje ruta benämns *block*). Själva interpolationen styrs av de analysvärden man har och den befintliga datavariation, vilken bestäms med hjälp av variogrammet. För att metoden ska fungera korrekt krävs att variogrammet verkligen beskriver den aktuella variationen. För att det ska vara fallet krävs att man har tillgång till tillräckligt många provpunkter. Hur många detta är är beroende av hur mycket jordanalysvärdena varierar över fälten. Om variationen sker gradvis är data starkt autokorrelerade och färre prover behövs. Om variationen är stor behövs fler prover. Som riktvärde anges ibland minst 50 observationer, men både fler och färre kan behövas.

Avståndsviktning (IDW – *inverse distance weighting*) är en enklare metod och den kanske mest använda interpolationsmetoden. Principen vid interpolationen är att avståndet från befintliga jordprover till den plats beräkning av ett värde ska göras avgör hur stor vikt varje omkringliggnade jordanalys ska få. Man vill att ett kort avstånd ska resultera i stor vikt, därför används det inversa avståndet för att bestämma viktningen. Om man önskar att näraliggande observationer ska få allt större inflytande kan man använda en exponent, t ex 2, så att avståndet kvadreras. Ju större exponent desto mer inflytande över interpolationen får en näraliggande provpunkt. IDW är enkel att automatisera, men de resulterande kartorna ser ganska olika ut beroende på olika inställningar, särskilt val av exponent påverkar avsevärt. Det finns varianter på IDW som minskar problemet att metoden skapar märkliga cirkulära mönster kring avvikande värden, t.ex *Modified Shepard* IDW, där man har möjlighet att utjämna interpolationen närmast provpunkter vilket ger en yta med mindre inslag av dessa så kallade *bull's eyes*. Ofta görs inte HCl-analyser eller jordartsanalyser i varje prov. I många fall kan korrelationen mellan dessa och Mg-AL (som normalt finns analyserat i alla prover) användas för att räkna ut värden på t ex K-HCl eller lerhalt i alla provpunkter innan interpolationen. Detta kan vara bättre än att interpolera ett mindre antal provpunkter där analyser gjorts. Om antalet provtagningspunkter är litet är det inte meningsfullt att interpolera. Hur få provpunkter som behövs för interpolation är svårt att ange exakt (i princip skulle det räcka med två prover), men om man ska kunna utvärdera datavariationen och den framställda kartan statistiskt behöver man i vissa programvaror ha minst 10 observationer. I de fall man endast har tillgång till ett fåtal prover, men ändå vill ta fram ett kartunderlag som visar variation inom fält, då är det bättre att vid provtagningen i fält sprida ut delsticken över en större yta (så att provet bättre representerar den omkringliggande ytan) och använda analysresultatet som det och undvika interpolation. Effekten blir en karta med hektarstora rutor vars värde

härifrån från analysresultatet i respektive jordprov. Metoden kallas Thiessenpolygoner, men även interpolation med IDW och en hög exponent ger ett liknande resultat.

Utvärdering av kartan

Det går nästan alltid att göra vackra kartor, men det är svårt att bedöma hur bra kartan är. Det sätt på vilket man enklast testar en interpolationsmetod är att jämföra kartan med ett antal oberoende provpunkter för att se hur väl kartvärdena är korrelerade med analysvärdena. Normalt har man inte tillgång till extra jordprover som inte används i själva kartframställningen. Istället används en metod som kallas korsvalidering. Det betyder att man successivt tar bort ett jordprov och sedan beräknar värdet på den platsen med resterande jordprover och den valda interpolationsmetoden. Då erhålls ett beräknat och ett uppmätt värden för varje jordprov, och det går att göra en statistisk analys av hur bra interpolationen fungerar.

Några statistiska mått som är användbara för att jämföra de interpolerade värdena med de uppmätta är t ex determinations-koefficienten R^2 , medelfelet RMSEP och RPD som är standard-avvikelsen dividerat med RMSEP. R^2 större än 0,5 får anses bra i det här sammanhanget, men ofta är värdena något lägre för markkarteringsvariabler med 1 prov/ha. Om datavariationen är liten blir R^2 lägre. RMSEP ska vara så lågt som möjligt. När man bedömer hur bra värdena är får man ha i åtanke hur stort analysfelet är. Om RPD är nära 1 så kan man lika gärna använda medelvärdesberäkning och undvika interpolation. För markkarteringsvariabler med 1 prov/ha är det sällan RPD är högre än 1,5.

Sammanfattning

Kontrollera datavariationen

Undersök graden av autokorrelation, d v s om analysvärdena varierar på sådant sätt att de verkar vara lämpliga att interpolera. Detta kan göras med *Moran's I*-indexet. Om testet indikerar mer eller mindre slumpmässig variation – använd fältmedelvärde och undvik interpolation. Annars välj metod enligt nedan.

Välj metod

| | |
|----------------------------|---|
| Fler än ett prov / ha | Interpolera med kriging om antalet prover är minst 50, annars IDW med viktningsexponenten 2 (ev. större). Vid färre prov än 10 används Thiessenpolygoner eller medelvärde. Lämpligen sprids då delsticken mer vid provtagningen. |
| Ett prov / ha | Som ovanstående |
| Ett prov / två ha | Sannolikt för få prover för kriging, använd IDW med exponenten 2. Undersök korrelationen mellan Mg-AL och HCl- eller lerhaltsanalyser (om $R > 0,7$ räknas HCl- eller lerhalt ut i ej analyserade jordprover med korrelationsekvationen). Sedan görs interpolation enligt ett prov/ha |
| Ett prov / tre ha | Använd medelvärde eller interpolera med IDW med exponenten 1. Korrelations-samband enligt ovan kan undersökas. |
| Färre än ett prov / tre ha | Olämpligt att interpolera, använd medelvärde. Ev. för få prover för en bra korrelationsanalys, annars undersöks det enligt ovan. |
| Utvärdera interpolationen | Använd korsvalidering för att utvärdera den utförda interpolationen. Beräkna R^2 , RMSEP och RPD. RPD-värden som är nära 1,0 tyder på att interpolationen inte är bättre än fältmedelvärdet. |
| Redovisa resultaten | Resultat av tester och valda metoder redovisas lämpligen i kartmaterialet. |

Satellitbilder för översiktlig bedömning av variation – informationsmaterial för Borgeby 2009

Ansvarig: Mats Söderström, Precisionsodling och pedometri, SLU

Finansiering: POS

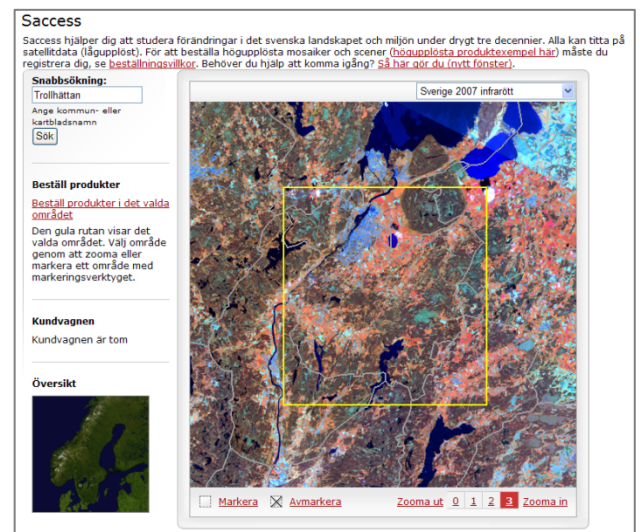
Sammanfattning

Under 2009 togs informationsmaterial fram i form av postrar samt en digital satellitkarta med ett beräknat vegetationsindex över större delen av Sveriges åkermark med en geografisk upplösning på 10x10 eller 20x20 m. Detta presenterades vid lantbrukardagarna i Borgeby, Brunnby och på Logården; totalt var det upp mot 14 000 deltagare. Intresserade lantbrukare kunde förstora kartan över sina fält och få en uppfattning om vad man kan se från satellit. Detta var mycket uppskattat av många, som ofta kunde förklara en hel del av de variationer som gick att se.

Bakgrund

Under 2008 sattes den nationella bilddatabasen Saccess i drift. Saccess innehåller ett urval av historiska satellitdata sedan 1970-talet med i huvudsak en geometrisk upplösning på 10-30 m (Landsat, IRS och Spot). Sedan 2007 uppdateras Saccess årligen med ett nytt rikstäckande dataset med data registrerade under vegetationsperioden.

Saccess administreras av Lantmäteriet men driftskostnaderna täcks av Naturvårdsverket, Rymdstyrelsen, Skogsstyrelsen, SLU, Holmen Skog, Vattenfall och Svea Skog. Det är gratis att söka och ladda ned satellitscener och mosaiker (figur 3). Från Saccess laddas hela satellitscener ned - olika filformat och koordinatsystem kan specificeras av användaren. Data för ett år har hittills funnits tillgängliga under hösten. Syftet med detta projekt var att från tillgängliga satellitscener ta fram ett bildmaterial som kan vara väcka intresse för precisionsodling genom att visa på den inomfältvariation som finns och på så sätt tjäna som diskussionsunderlag. Avsikten var att presentera detta på några lantbruksmässor under 2009.



Figur 3. Via en kartapplikation kan man söka upp tillgängliga satellitscener i Saccess (saccess.lantmateriet.se/), beställa data och ladda ned beställningarna. Användaren kan sedan bearbeta data vidare med hjälp av GIS-program, t ex kan man beräkna olika index mellan olika våglängdsband.

Vegetationsindex

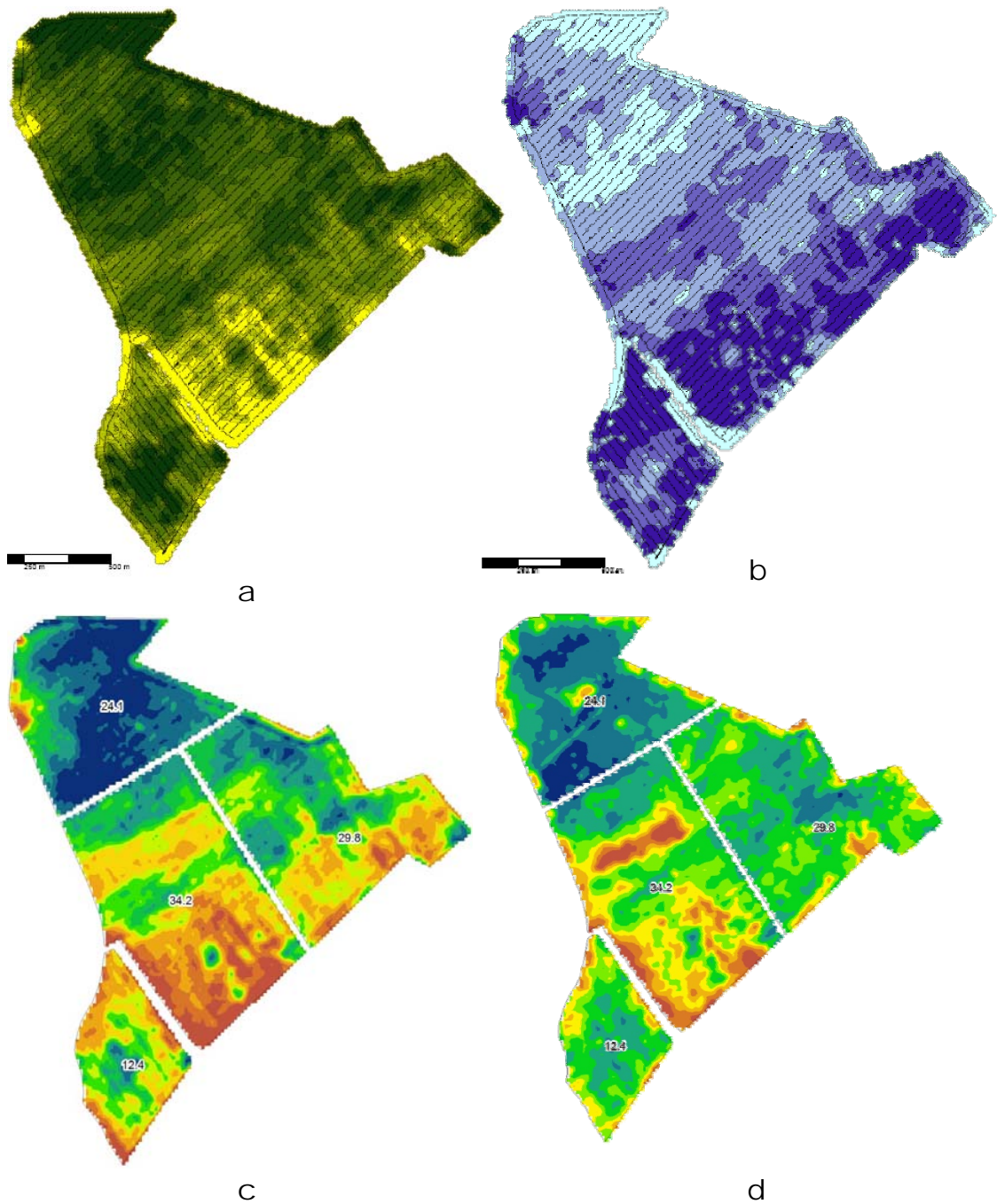
När det gäller studier av vegetation och dess egenskaper och biomassa utnyttjas ofta variationen i reflektans mellan det röda (R) och det nära infraröda våglängdsområdet (NIR). NDVI (*normalized difference vegetation index*), som vi beräknade för åkermarken i det här arbetet, är det vanligast använda indexet och beräknas enligt: $(NIR-R) / (NIR+R)$. En rad varianter har utvecklats, t.ex. med målsättning att bättre ta hänsyn till reflektion från jord när vegetationen är mycket tunn, eller det faktum att indexet når mättnad vid mycket högt bladyteindex. Andra index, vilka till stor del är varianter på eller en utveckling av NDVI, är t.ex. EVI, SAVI, MSAVI, TSAVI, OSAVI, GEMI m.fl. Ibland används även ännu enklare kvotindex som NIR/R. Fördelen med att använda kvoter och index jämfört med reflektansvärden i enskilda våglängdsband är att det reducerar en del problem och osäkerhet som uppstår vid t.ex. skillnader i instrålningsvinklar och skuggeffekter.

Informationssystem som bygger på vegetationsindex

Några exempel på globala eller internationella system, som till stor del bygger på satellitdata och NDVI, för övervakning eller prognos inom jordbruket är t.ex. GIEWS (*Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture* som drivs av FN:s organisation för jordbruket FAO), CCAP (*Statistics Canada's Crop Condition Assessment Program*) (www26.statcan.ca/ccap/start-debut-eng.jsp), CropForecaster (prognoser för sojabönor och majs (www.cropforecaster.com) i USA från ZedX, Inc. samt Infoterra) och MARS (*Monitoring Agriculture through Remote Sensing techniques*) (mars.jrc.it/) som är en verksamhet inom EU med syfte att Europeiska Kommissionen ska kunna följa utvecklingen av jordbruksgrödor för genomförandet av CAP, den gemensamma jordbrukspolitikerna). De internationella och nationella satellitbaserade systemen som baseras på lågupplösta (> 250 m pixlar) data ger begränsad information för den som är intresserad av förhållanden på gårds- eller fältnivå. Det finns emellertid flera tillämpningar som bygger på mer detaljerade satellitdata (> 30 m). Några exempel på satellitbaserade tillämpningar som utvecklats med inriktning mot enskilda lantbrukare, där avsikten är att tillhandahålla satellitdata från lämplig tidpunkt och beräknar inomfältvariation med hjälp av olika vegetationsindex. a) Satshot från USA (www.satshot.com), b) SOYLSense från Storbritannien (www.soyl.co.uk/Services/soylsense.htm), c) Farmstar från Frankrike (www.infoterra.fr/Infoterra/farmstar.php) och d) Fieldlook i Holland (www.fieldlook.com).

Vad betyder NDVI-kartan?

I figur 4 visas kartor från en tidig skanning med Yara N-Sensor där det finns standardfunktioner för kartering av biomassa och kvävegödslingsförslag. Mönstret i kartorna känns igen. Perioden mellan Yara N-sensorgödslingen och satellitscenens registrering var mycket nederbördsfattig vilket gjorde att gödslingen inte hade så stor effekt under den tiden. Det kan vara svårt att göra visuella jämförelser mellan kartor. Som exempel kan nämnas att determinationskoefficienten r^2 mellan NDVI från Spot5 och skördekartan för 48 pixlar jämnt fördelade över det minsta av fälten i figur 4 (12,4 ha) var 0,60. En tänkbar tillämpning skulle kunna vara att med ett sådant enkelt samband skapa skördekartor på fält med motsvarande gröda enbart med hjälp av satellitdata. Om skörden predikteras med satellitdata på övriga fält i figur 4 med hjälp av korrelations sambandet för det minsta fältet erhålls en ganska god överensstämmelse med den faktiskt karterade skörden (tabell 1).



Figur 4. Sjöryd, Västra Götaland. Variationskartor höstveten a) Biomassa, Yara N-Sensor, 2008-05-15 (mörkgrönt = högst; gult = lägst); b) Kvävebehov, Yara N-Sensor 2008-05-15 (mörkblått = högst; ljusblått = lägst); c) NDVI, Spot, 2008-06-04 (orangebrunt = lägst värden; mörkblå = högst värden. Siffror anger areal i hektar); d) Skörd 2008: 6,9 (min 1,7 – max 10,4) ton/ha (färgskala som i c).

Tabell 1. Jämförelse mellan faktiskt uppmätt skörd (figur 4d) och skörd som beräknats med hjälp av NDVI (figur 4c) på de tre största fälten på gården Sjöryd. Prediktionsmodellen baseras på korrelationen mellan skörd och NDVI på det minsta av fälten (märkt med 12,4 ha i figur 4).

| Fält id = areal | Skördekartering medelskörd (min-max) | Predikterad från NDVI medelskörd (min-max) |
|--------------------|---|---|
| 34,2 | 5,8 (1,7-9,7) ton/ha | 6,2 (2,6-8,1) ton/ha |
| 29,8 | 7,0 (2,8-9,7) ton/ha | 6,9 (2,9-8,3) ton/ha |
| 24,1 | 8,3 (3,0-10,4) ton/ha | 7,9 (2,2-8,6) ton/ha |

Skördekartor kan användas som underlag för att dela in fälten i mer homogena delar, såsom brukningszoner inom vilka man anpassar gödslingen efter behovet inom respektive zon. Ett alternativ för den som inte har skördekarteringsutrustning på tröskan skulle kunna vara enkla satellitkartor, där man skapar zoner genom att klassindela NDVI. En klassindelning av NDVI-kartor kan göras på många olika sätt, vilket påverkar utseendet på de resulterande klassindelade kartorna. Här klassificerade vi fälten på Sjöryd och ytterligare fyra gårdar i fem klasser – från högt till lågt NDVI. Medelskörd och skördens standardavvikelse beräknades inom respektive klass. I tabell 2 visas medelskörd för respektive NDVI-klass. Skörden varierar i stort sett med NDVI-klasserna utom på Stensberget där variationen mellan klasserna är obetydlig. Det finns många olika sätt att göra en klassindelning. Enkla sätt är t.ex. lika intervall eller percentiler. I det första fallet delas data in efter differensen mellan högsta och lägsta förekommande värde. I andra fallet bestäms klassgränserna så att lika många pixlar hamnar i var och en av klasserna. Denna metod användes här. Framförallt vid skeva fördelningar av data och om ett fåtal extrema värden förekommer ger de båda metoderna olika resultat. Är man intresserad av att hitta mindre områden med mer uttalat höga respektive låga värden är indelningen i lika intervall att föredra. Vill man ha en jämn fördelning av brukningszonernas storlek väljer man percentiler. Andra metoder kan användas för att anpassa klassindelningen efter datavariationen.

Datorapplikation och postrar

Satellitscener hämtades från Saccess. Företrädesvis valdes molnfria scener och som helst registrerats någon gång under perioden slutet av maj till början av juni. För att få med lämpliga bilder från större delen av de viktigaste jordbruksområdena i Sverige tvingades vi använda bilder från lite olika år, 2005-2008. NDVI beräknades för respektive satellitscen och en likartad klassindelning (samma färgval från höga till låga värden, relativt inom varje bild) gjordes för

Tabell 2. Resultierande medelskörd i olika NDVI-klasser i Spot 5-scen från 4 juni 2008 över Västergötland. Klassindelningen i fem klasser gjordes här i kvintiler. Grödan var vårkorn utom på Sjöryd där det var höstvet.

| | NDVI-klass (1 = lägst; 5 = högst) | | | | |
|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Hökedalen | 1.94 ton/ha | 2.15 ton/ha | 2.30 ton/ha | 2.54 ton/ha | 2.56 ton/ha |
| Holmen | 2.44 | 2.68 | 3.02 | 3.13 | 3.20 |
| Torp | 2.50 | 2.85 | 3.08 | 3.31 | 3.45 |
| Stensberget | 3.82 | 3.89 | 3.93 | 4.00 | 3.87 |
| Sjöryd | 4.84 | 6.05 | 6.99 | 7.69 | 8.54 |

samtliga bilder. Alla NDVI-kartor samställdes i mjukvaran ArcGIS som sedan användes i en bärbar dator + en separat bildskärm för visning i POS monter på de olika mässorna (figur 5):

2009-06-24/25: Borgeby Fältdagar, 227 utställare, 11 800 besökare

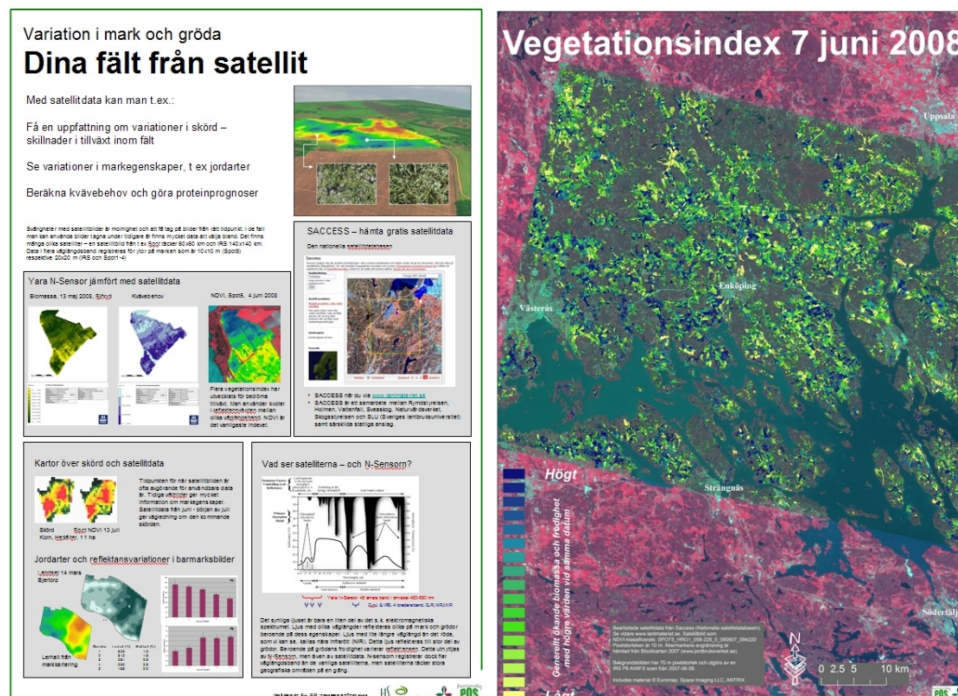
2009-06-30: HS jordbrukardag Logården , Grästorps, ca 1000 besökare

2009-07-02: Brunnby lantbrukardag, Västerås, ca.1000 besökare

Dessutom togs ett antal postrar fram med information om satellitdata, NDVI samt större utskrifter av satellitkartor över Mälardalen, Skåne och delar av Västra Götaland (figur 6).



Figur 5. POS monter och diskussion om vad man kan se från satellit på den enskilda gården.



Figur 6. Exempel på postrar som togs fram till fältdagarna i Borgeby, Logården och Brunnby.

Fortsatt arbete med satellitbilder

Success har medfört att tillgängligheten till satellitdata ökat avsevärt. Även om det inte är frågan om helt aktuella bilder som kan användas för det praktiska beslutsfattandet om t ex gödsling så ger det möjlighet att skapa underlag för diskussion om hur man skulle kunna utnyttja denna typ av data. De produkter som togs fram i detta projekt visade sig mycket uppskattade av ett stort antal lantbrukare och rådgivare. Eftersom det gick att ta fram ett relativt heltäckande kartmaterial över större delen av åkermarken i Sverige så fanns möjligheten att nå en stor del av lantbrukarna, där den som var intresserad kunde se hur det såg ut inom de enskilda fälten; vilka delar på fälten var grödan frodig och var fanns partierna med lite tunnare gröda?

Idén om vegetationskartorna från satellit ledde senare till att en liknande produkt togs fram för 2009 till den nya precisionsodlingsmodulen inom Greppa Näringen (www.greppa.nu).

Delar av detta arbete finns publicerat i bilagor till POS-rapport 20 (Söderström m fl., 2009) som är en redovisning av ett fjärranalysprojekt som fått stöd av Rymdstyrelsen.

Referenser

Söderström, M., Börjesson, T., Pettersson, C.G., Nissen, K. & Hagner, O. 2009. Prognoser för malkornskvalitet med fjärranalys. Precisionsodling Sverige, POS Teknisk rapport 20. Institutionen för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet. 31 s

Tredimensionell markkartering

Ansvarig: Kristin Piikkii, Precisionsodling och pedometri, SLU

Finansiering: POS (del av SLU-finansierat projekt)

Bakgrund

Markvattnet reglerar många av de markprocesser som påverkar tillgänglighet och förluster av i första hand markkväve men även till exempel fosfor och pesticidrester. Markvattendynamiken i sin tur är beroende av jordarten via markstrukturen i hela rot-zonen ner till dräneringsdjup. Merparten av den markkartering som sker och den forskning som sker internationellt angående strategier för markkartering med hjälp av sensorer i ett precisionsodlingsperspektiv fokuserar dock på matjorden. Nu pågår ett projekt på Institutionen för mark och miljö vid SLU, Skara, som syftar till att ta fram en tredimensionell jordartsmodell baserat på befintliga data från olika typer av sensorer. Baserat på denna bakgrundsmodell ska en modell för interpolering av markvatten utvecklas och utvärderas. Precisionsodling i Sverige (POS) har finansierat jordartsanalyser och markfysikaliska analyser i projektet. Dessa redovisas här.

Utförande

Datainsamling

Ett 30 hektar stort fält på Varaslätten med uttalad jordartsvariation både vertikalt och horisontellt valdes ut för studier inom projektet (Bjertorp, skifte 10, X: 1343150; Y: 6462790; RT90 W gon 2.5). Vid fyra tillfällen mättes fältet in med en sensor för elektrisk ledningsförmåga (EM38 Mk2 2; Geonics Ltd., Canada). Instrumentet gör parallella mätningar med två olika djupresponser. Vid mätningen 2010 gjordes dessutom mätningar med instrumentet liggande på sidan, vilket ger ytligare djupresponser. Vid ett av mättillfällena användes även en sensor för gamma-strålning (The Mole, The Soil Company, Nederländerna). Sensorn registrerar sönderfall av olika isotoper, bland annat Thorium (^{232}Th) vars förekomst samvarierar med markens lerhalt. I studien användes också ett flygfoto vid barmark samt topografiska data inmätta med RTK-GPS.

Under 2009 togs jordprover för bestämning av jordart på tio plaster i fältet (figur 7). Provtagningsplatserna valdes utifrån en zonindelning av fältet baserat på sensordata (FuzMe software, Minasny & McBratney, 2002). På de tio platserna togs ett prov för varje 0,1 m intervall ner till 0,7 m. Nära infraröd reflektans (NIR) spektrum mättes på samtliga prover och 36 prover valdes ut som referensprover och skickades till markfysikaliska laboratoriet vid Institutionen för mark och miljö vid SLU i Uppsala för analys. Fraktionerna av ler, silt, sand och mull bestämdes sedan enligt Wetterlind, 2009 (Figur 8). Preliminära multivariata kalibreringar mellan jordartsdata och sensordata har tagits fram (se nedan). Ytterligare jordartsbestämningar ska göras med ett nyinköpt NIR instrument för att ge säkrare kalibreringar och möjlighet till validering med oberoende dataset. Instrumentet mäter NIR, elektrisk konduktivitet och penetrationsmotstånd med en prob som förs ner genom marken till 1 m djup (P4000 VIS-NIR-EC-Force Probe, Veris Technologies, USA)

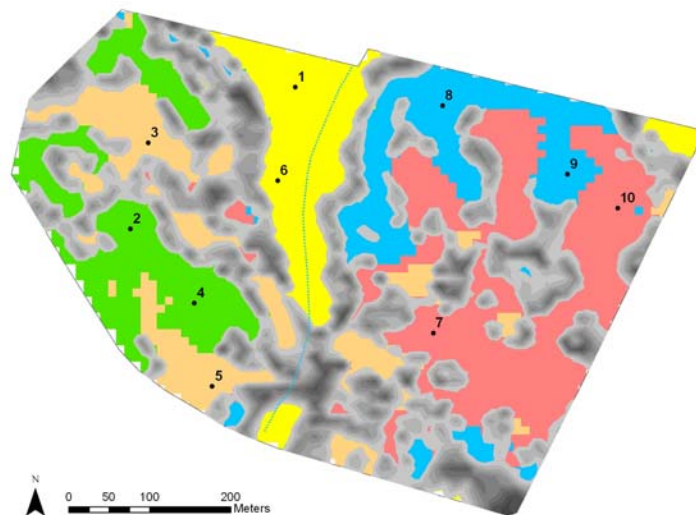
Markfysikaliska egenskaper (vissningsgräns, bulkdensitet och porositet) bestämdes för tre olika djup på de tio mätpunkterna (figur 8). Jordcylindrar med en bestämd volym togs ut och torrvikten bestämdes. Vissningsgräns och kompakt densitet analyserades på laboratoriet. Därefter kunde bulkdensitet och porositet beräknas.

Markfukten har övervakats på de tio mätpunkterna med ett sensornätverk (ECH2O, Decagon Devices Inc., USA) under tillväxtsåsongerna 2009 och 2010 (figur 9). Väderdata registrerades kontinuerligt på en plats bredvid fältet (globalstrålning, temperatur och relativ luftfuktighet). Datainsamlingen har fungerat bra och det teoretiska arbetet har påbörjats. Några preliminära resultat presenteras nedan.

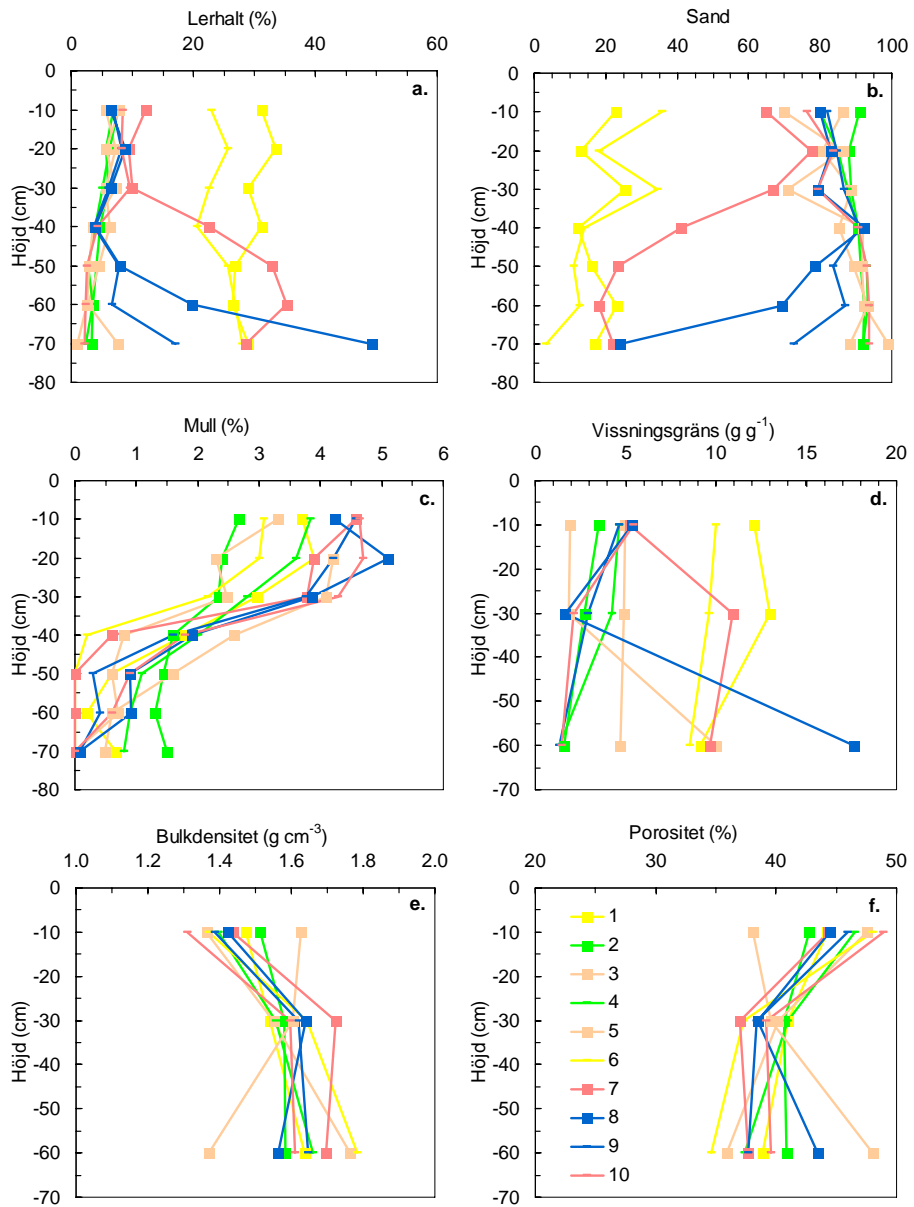
Kalibreringar för bakgrundsmodellen

Värden för de olika sensormätningarna samt reflektans och höjddata extraherades för punkterna för jordprovtagningen (ArcGIS 9.3, ESRI Inc. CA, USA). De olika storheterna transformerades till samma skala och ett antal nya index beräknades som differenser mellan olika sensordata med påverkan från olika djup.

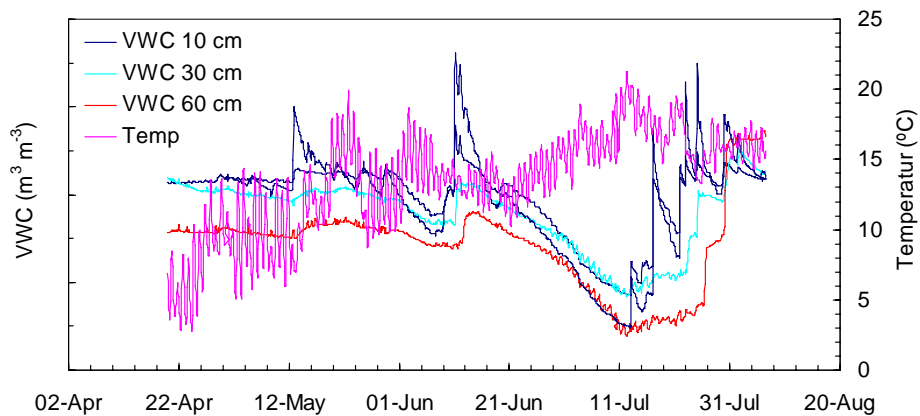
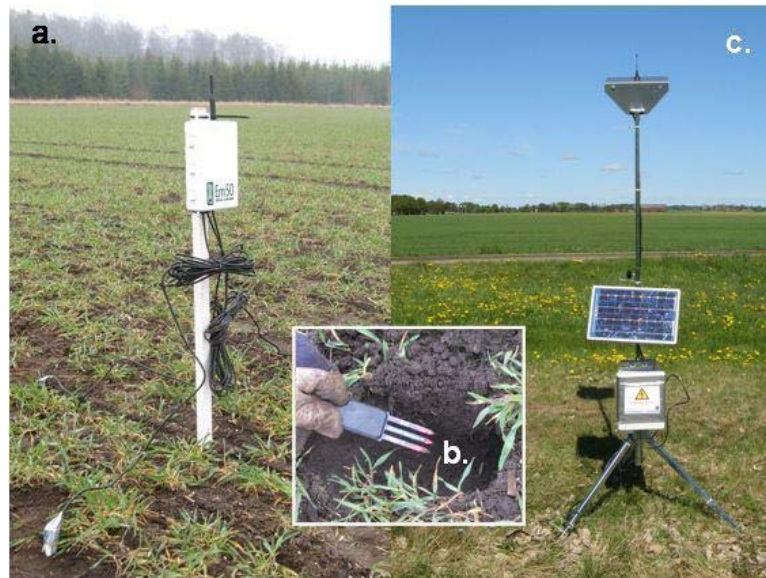
Partial Least Squares regression (PLS) är en multivariat metod för att hitta linjära samband mellan en eller flera beroende Y variabler (i det här fallet lerhalt) och flera oberoende X variabler (här sensordata, topografi, reflektans från flybild, beräknade index). Totalt gjordes 35 PLS-kalibreringsmodeller mellan sensordata och jordartsdata (1 Y variabel \times 5 olika X-variabel set \times 7 djup). Varje kalibrering baserades på tio prov (de tio provtagningspunkterna)



Figur 7. Zonindelning av fältet baserat på sensordata (FuzMe software, Minasny & McBratney, 2002). Grå färg representerar områden med osäker klasstillhörighet. De tio punkterna för markfuktsövervakning och jordprovtagning visas.



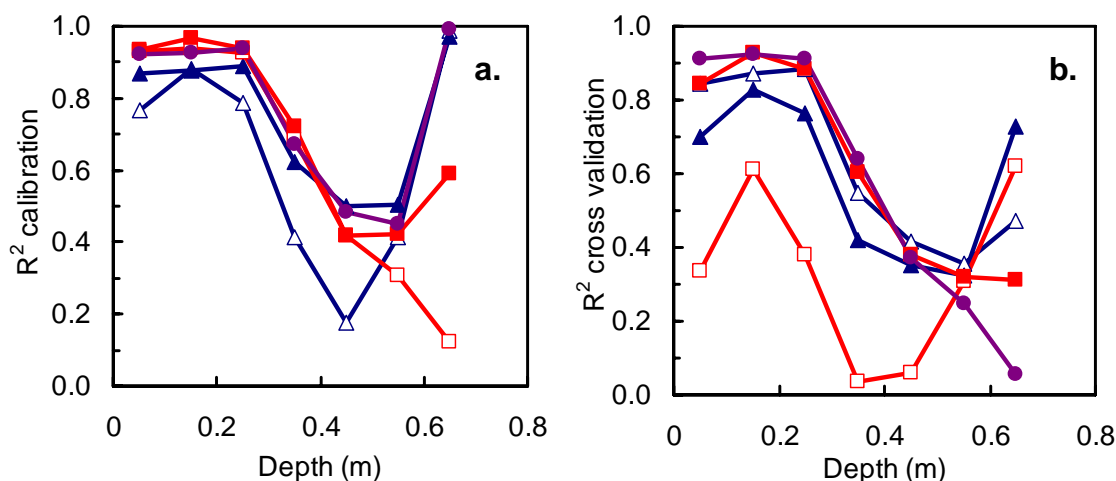
Figur 8. Analysresultat från jordprovtagning. Färgerna motsvarar zonindelningen i figur ovan.



Figur 9. Markfukten övervakades med ett trådlöst sensornätverk under odlingssäsongerna 2009 och 2010. a) logger med sändare b) sensor c) solcellsdriven basstation, som tar emot data från loggrarna i fältet d) exempel på mätdata (punkt 9, 2010; marktemperaturen mättes på 10 cm djup, två olika sensorer mätte VWC på 10 cm djup. VWC, volumetric water content (volumetrisk vattenhalt).

Resultat och diskussion

De preliminära resultaten visar att det går att ta fram godtagbara kalibreringsmodeller mellan sensordata och jordartsdata för matjorden och även relativt bra modeller för lagret på 60-70 cm djup (Figur 10). Det sistnämnda beror dock troligen inte på att kalibreringen fungerar bra för just det här 10 cm tjocka lagret utan snarare på att jordarten på ett större djup avspeglas i



Figur 10. Utvärdering av kalibreringsmodeller (Partial Least Squares regression) mellan lerhalt och fem olika uppsättningar av sensordata och andra geografiska data (flygbild och höjddata) a) R^2 värden mellan predikterade och mätta värden i kalibreringsdatasetet, b) motsvarande korsvalideringar.

jordproverna från det här djupet. Eventuellt skulle ytterligare data från EM38-mätningar med ytligare responskurvor kunna bidra till bättre kalibreringar även på de mellaliggande djupen. Instrumentet kan höjas över marken och påverkas då av ytligare lager. Man kan även tänka sig att mäta penetrationsmotståndet i djupled för att få en uppfattning om över vilka djup de ytliga respektive djupa kalibreringarna är representativa i varje punkt av fältet. Penetrationsmotståndet kan mätas med det nya Veris-instrumentet, som nämndes ovan.

Referenser

Minasny B., McBratney A.B. 2002. FuzME version 3.0, Australian Centre for Precision Agriculture, The University of Sydney, Australia.
<http://www.usyd.edu.au/su/agric/acpa>.

Wetterlind J. 2009. Improved farm-soil mapping using near infrared reflection spectroscopy. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Doctoral thesis No 2009:68. ISBN: 978-91-576-7415-9.

Hackning med precision, kamera eller GNSS?

Ansvariga: Mikael Gilbertsson & Mattias Larsson, JTI

Finansiering: POS

Bakgrund

Ogräsreglering är en stor utmaning, inte minst inom ekologisk odling (Lundkvist & Fogelfors, 2004). Med ett minskat utbud av kemiska bekämpningsmedel och önskemål om reducerad användning av bekämpningsmedel inom den konventionella odlingen ställs större krav på alternativa metoder för ogräsbekämpning. Manuellt styrda radhackor har svårt att framföras med höga hastigheter om precisionen ska bibehållas (Tillett et al., 2002). Med precisionsstyrning kan framförningshastigheten ökas markant jämfört med traditionella radhackor. I försök under 90- talet som utfördes vid SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet) påvisas att radhackning i stråsäd är effektivt och i vissa fall jämförbart med kemisk bekämpning. I höstvetete visade försök att två hackningar med vinkelskär gav jämförbara resultat med kemisk bekämpning av ogräs (Littorin Johansson, 1995). Med nationella miljömål som syftar till att minska kemikalieanvändningen samt ny radhackningsteknik har radhackning åter blivit intressant. Ny teknik har på allvar kommit på frammarsch vilken lämpar sig för att automatiskt styra redskapet. Detta gör att en radhacka kan framföras vid högre hastighet än tidigare med samma eller bättre precision som den manuellt styrda hackan. Tidigare studier med RTK-GNSS har visat en noggrannhet till rad på ± 16 mm i fält (Nørremark et al., 2008) och 10 mm i kontrollerade försök (Van Zuydam, 1999). Oavsett vilket system man väljer så är det en likvärdig investering som ska till. Även en kamera har sina problem med precisionen, saknas plantor i rader eller om rader saknas helt på en sträcka har inte kameran något att följa vilket kan skapa problem vid styrningen (Åstrand & Baerveldt, 2004).

Syfte & mål

Syftet med försöket var på visa om det föreligger skillnader i precisionen vid radhackning med styrning av GNSS eller kamera. Målet var att ge en bild av vilket system som ger den högsta precisionen.

Försöksupplägg

Försöket lades upp som ett randomiserat blockförsök med två behandlingar och fyra upprepningar, dvs. sammanlagt 8 rutor.

Rutorna är $18 (3 * 6) * 20$ meter med 20 meters vändtegr mellan varje block.

Har här antagit 3 drag med en 6 meters maskin i varje ruta.

LED

1: Mekanisk ogräsbekämpning, styrning av hacka med GNSS

2: Mekanisk ogräsbekämpning, styrning av hacka med kamera

En yta av $140*72$ meter (plus vändtegr i ytterkanten) anlades.

De rutor som här lämnats tomma har etablerats med höstraps med samma metod som de övriga rutorna. De onummerade rutorna har dock inte radhackats då deras syfte är att användas i studier kommande säsong.

| | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | | | 2 |
| VÄNDTEG | | | |
| | 2 | | 1 |
| VÄNDTEG | | | |
| | 1 | | 2 |
| VÄNDTEG | | | |
| | | 2 | 1 |

Figur 11. Försöksupplägg. 1. GNSS styrd hackning. 2. Kamerastyrd hackning

Utförande

Försöket genomfördes den 13 oktober 2010 på ett fält utanför Hedåker i västra Götaland. På fältet fanns en etablerad rapsgröda vilken såddes in fyra veckor innan bearbetningen med en system Cameleon maskin. Planter av ogräs graderades på morgonen innan radhackningen genomfördes. För att räkna ogräsen slumpades

rutor i de olika behandlingarnas olika led. En ram med arean 0,25 m² och kvadratens sida 0,5 meter användes för att räkna plantor. Slumpningen genomfördes genom att slumpa antal meter i x och y led för varje ruta. Om mätningen slumpades i ett körspår flyttades rutan konsekvent två rader till vänster. Om graderingsrutan hamnade för nära kanten flyttades den något. Varje graderingsruta fotograferades med information om ruta och behandling (Figur 12).



Figur 12. Graderingsruta för planträkning efter behandling.

Hackningen genomfördes med en system Cameleon radhacka. Maskinen hade det senaste kamerasytemet vilket är vänt bakåt och ser plantraden precis framför hackan. Äldre system är riktade framåt vilket gör att kameran styr efter en punkt betydligt längre ifrån bilen (Figur 13).



Figur 13. Hackning med system Cameleon, kamerastyrning.

Det nya kamerasystemet klarar av att se fem rader istället för en, vilket borgar för mindre känslighet. Dessutom hade maskinen kompletterats med en RTK GNSS för redskapsstyrning. Samma maskin kunde således användas för både kamerastyrd hackning och GNSS styrd hackning (Figur 14). Så väl traktor som radhacka styrdes med varsitt RTK system.



Figur 14. Eftermonterat GNSS system för redskaps- styrning

Resultat

Försöket visar ingen signifikant skillnad mellan autostyrd radhacka med GPS jämfört med kamera vad avser närhet till rad antal lösgjorda plantor av raps och ogräs eller antal fasta plantor av raps och ogräs. Dock var i medeltal kamerastyringen 0,25 cm närmre raden än den GPS styrda. Det går ej heller att påvisa något signifikant samband mellan behandling och mängd ogräs som hackats bort. Eller för hur många rapsplantor som skadats. Med ett konfidentiellintervall på 95% var inget samband signifikant ($p > 0,05$) (Tabell 3).

Tabell 3. Signifikans mellan GNSS och Kamerastyrd radhacka

| | p-värde |
|-----------------------------|----------|
| Lösgjort ogräs mellan rader | 0,669515 |
| Fast ogräs i rad | 0,337423 |
| Fast ogräs mellan rader | 0,867496 |
| Lösgjord raps | 0,824001 |
| Fast raps | 0,252215 |
| Närhet till rad | 0,571475 |

Diskussion

Försöket visade inga signifikanta skillnader mellan de olika leden. Dock kan tilläggas att försöket var mycket begränsat då endast fyra upprepningar genomfördes på en plats. Oavsätt om valet faller på att styra sin radhacka med GNSS eller kamera kan bearbetningsresultatet antas vara likvärdigt under liknande förutsättningar. Huruvida valet på styrutrustning faller, torde därav vara avhängigt på övriga förutsättningar, t ex. om gården eller maskinstationen har användning för systemet på andra redskap. Andra faktorer som kan vara till kamerasystemets nackdel skulle kunna vara problem som kan uppkomma vid dåligt ljus. Eller problem med radföljningen vid utvintring av rader vilket skulle kunna orsaka problem vid vårbearbetning av en höstgröda. GNSS systemet behöver en korrektionssignal det finns flertalet lösningar för att inhämta signalen. Det kan t ex. ske via radiolänk eller GSM nätet. Oavsett vilket krävs ett abonnemang som

medför en utgift för brukaren. Dessutom finns alltid risken för signalproblem vilket kan få till följd att utrustningens precision minskar.

Referenser

- DEFRA. 2002. Department for Environment, Food and Rural Affairs. Inter-row hoeing and its associated agronomy in organic cereal and pulse crops. Berkshire.
- Keicher R., Seufert H. 2000. Automatic guidance for agricultural vehicles in Europe. *Computers and Electronics in Agriculture* 25; 169-194.
- Littorin Johansson Å. 1995. Radhackning i stråsäd. Department of Soil Science, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala. ISSN 1102-6995.
- Lundkvist A., Fogelfors, H. 2004. Ogräsreglering på åkermark. Report 6. Department of Crop Production Ecology, SLU. Uppsala. 2:nd edition.
- Nørremark M., Gripenborg H.W., Nielsen J., Sjøgaard H.T. 2008. The development and assessment of the accuracy of an autonomous GPS-based system for intra-row mechanical weed control in row crops. *Biosystems Engineering* 101; 396-410.
- Tillett N.D., Hague T., Miles S.J. 2002. Inter-row vision guidance for mechanical weed control in sugar beet. *Computers and Electronics in Agriculture* 33; 163-177.
- Van Zuydam R.P. 1999. A driver's steering aid for an agricultural implement, based on an electronic map and Real Time Kinematic DGPS; *Computers and Electronics in Agriculture* 24; 153-163.
- Åstrand B., Baerveldt A-J., A vision based row-following system for agricultural field machinery, School of information Science, Computers and electrical engineering, Halmstad university, 2004

Utåtriktad verksamhet

Kurser för rådgivare och lantbrukare

Under 2010 genomförde POS tre kurser om precisionsodling med rådgivare och lantbrukare som målgrupp. Kurserna genomfördes på Kvinnersta i Örebro den 25-26 januari, på Lilla Böslid i Halland den 1-2 mars samt i Greppas regi den 12 oktober i Nässjö. De två första kurserna finansierades dels via deltagaravgifter och dels via medel från SJV. Kursledare var Mats Söderström och Knud Nissen. Totalt deltog tog omkring 50 personer. I Nässjö innehöll kursen huvudsakligen föreläsningar, medan tvådagarskurserna också innehöll demonstrationer och egna övningar för att praktiskt hantera data från olika typer av mätningar. Alla deltagare på tvådagarskurserna hade tillgång till datorer och det var möjligt att ta med egna data för dem som så önskade.

Borgeby fältdagar

Den 30 juni – 1 juli deltog Henrik Stadig för POS räkning på Borgeby fältdagar. I år samarbetade POS med Lantmännen och deltog med postrar i deras N-sensortält.



Figur 16. POS deltog i Lantmännens N-sensortält på Borgeby.

Hantera inomfältvariationen – metoder och ny teknik

Precisionssodling Sverige (POS) inbjuder till en tvådagars kurs om hur man anpassar odlingsåtgärder till variationen i mark och gröda. Hur gör man, när lönar det sig och vilken teknik finns tillgänglig?

Kursinnehåll:
• Hantering och bedömning av GPS-utrustningar
• Hantering av data från markartering och olika sensorer, ex Yara N-sensor
• Bedömning av variationens betydelse – när lönar det sig att variera en åtgärd?
• Framtagning av styrfiler till gödselspridare och spruta.
• Praktiska dataövningar - TAG GÄRNA MED EGNA DATA OM NI HAR!

Datum: 25-26 januari 2010
Tid: 25/1 kl. 10.00 - 17.00; 26/1 kl. 8.30 – 15.30
Plats: Kvinnerstaskolan, Örebro
Kostnad: Kurs 1200 kr exkl. moms. Inkl. kaffe vid fyra tillfällen. Lunch till självkostnadspris.

Varmt välkomna!!

Anmälan senast den 19/1 2010 till:
Christina Lundström Tel: 0511-67237,
Mail: christina.lundstrom@mark.slu.se eller
Adress: SLU, Institutionen för Mark och miljö; Box 234; 532 23 Skara

Precisionssodling Sverige (POS) ett nationellt nätverk för organisationer, företag, universitet och högskolor; <http://www.agrovast.se/precision/>



Figur 15. Inbjudan till kurs!

Jordbrukardag på Logården

Den 23 juni deltog POS på Jordbrukardagen på Logården utanför Grästorp. POS och SLU delade monter och visade aktuell forskning.

Elmia

Som ett led i att lansera den nya precisionsodlingsmodulen var POS med på Elmia lantbruksmessa – maskin och fält - den 19-22 oktober 2010. Greppa ansvarade för själva monter och POS deltog med personal. I monter fanns utöver informationsmaterial också en minigolfbana gjord som en markkarta med 6 olika färgfält och dito bollar. Intresset för minigolfsen och den nya modulen var stort och många lantbrukare fick se satellitbilder över sina marker.



Figur 17. Vid Elmia lantbruksmessa deltog POS i Greppas monter och visade den nya precisionsodlingsmodulen samt kontrollerade minigolfsen.

Kurser för studenter och elever vid naturbruksgymnasier

Knud Nissen har deltagit i undervisning av naturbrukselever och elever på BYS (Biologiska Yrkeskeshögskolan) Agroteknikerutbildning under 2010. POS deltog också, genom Knud Nissen och Mats Söderström, 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.

Publikationer

Under 2010 har följande rapporter givits ut i POS rapportserie. Rapporterna finns att hämta på

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

Nr 21: Söderström, Mats (2010) *Interpolerade markkartor - några riktlinjer*. Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet).

Nr 22: Lundström, Christina [redaktör(er)] (2010) *Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2009*. Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet).

Pågående POS - relaterade projekt

En stor del av verksamheten inom precisionsodlingsområdet sker inte inom ramen för POS budget, men ändå i anslutning till projektet, genom att 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 2 listas projekt 2010 som kan räknas som uppväxling från POS verksamhet.

Tabell 4. Relaterade projekt med annan finansiering 2010.

| Titel och beskrivning | Projektansvar | Finansiär | Löptid | Budget 2010/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 |
| Strategi för att minimera kadmium i jordbruksmark och gröda Höga kadmiumhalter i spannmål är ett problem i vissa delar av Sverige. Inom det här projektet kommer bli inomfältvariation i tid och rum av kadmium i gröda och jord att studeras samt kopplingen till den geologiska utvecklingen i området. Målsättningen är att med viss sannolikhet kunna prediktera risker för Cd vid spannmålsodling med en större noggrannhet än idag. | Jan Eriksson / Mats Söderström | SLF / Mistra/ Agroväst | 2005-2010 | 100'/1200' |

| | | | | |
|--|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| <p>DataFusion vid precisionsodling - beslutsstöd i realtid m h a databaser, sensorer och modeller</p> <p>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. Samarbete med JTI.</p> | Bo Stenberg / Mats Söderström / Bo Magnusson (HiS) | KK-stiftelsen / Agroväst / HiS | 2006-2010 | 500'/4000' |
| <p>Forskartjänst inom området precisionsodling SLU's motfinansiering till POS.</p> | Bo Stenberg | SLU | | 900' per år |
| <p>Utveckling av ett integrerat miljö- och produktionsindex för fosfor</p> <p>Målet är att utveckla precisionsodlingskonceptet och den använda behovsberäkningen så att både ekonomiska och miljömässiga riskfaktorer kan kombineras i et miljö- och produktionsindex.</p> | Mats Söderström/Ba rbro Uhlén, Maria Stenberg och Bo Stenberg | SLF | 2006-2011 | 200'/1200' |
| <p>Variation i marken inom fältförsök – hur kan vi kvantifiera och hur skall vi hantera variationen?</p> <p>Projektet syftar till att kvantifiera hur stora variationerna inom en försöksyta kan vara och hur man hanterar dessa i relation till magnituden och i vilken grad den påverkar resultaten i försöket. Projektet skall mynna ut i att vi ger förslag på strategier för hantering av konstaterad variation i fältförsök.</p> | Johan Roland/Maria Stenberg/Mats Söderström/In gemar Gruvaeus/Olle Hagner | SLF | 2007-2011 | 160'/320' |
| <p>On-landplöjning på lerjord – kan vi förbättra markstrukturen?</p> <p>Studera effekter av on-landplöjning på gröda och markstruktur i pågående försök. Resultaten ska användas som underlag i rådgivning och för diskussion om markstruktur och dess betydelse.</p> | I. Gruvaeus/M. Stenberg/M. Söderström | SLF | 2007-2010 | 75'/300' |

| | | | | |
|---|--|---|-----------------------|--------------------|
| <p>Bestämning av växtplatsanpassad kvävegiva baserad på N-sensor och simuleringmodell</p> <p>Utvärdering av mervärdet med bestämma platsspecifik N-giva genom att kombinera en simuleringmodell för grödans tillväxt med N-sensorn.</p> | <p>Anders Larsolle, Bo Stenberg, Lina Nolin</p> | <p>SLF</p> | <p>2009- 2011</p> | <p>300'/900'</p> |
| <p>Biologisk markkartering (BioSoM)</p> <p>Ett TEMA-forskningsprogram inom NL-fakulteten på SLU med målet att utveckla en nya markkarteringstjänst för kartering av jordburna patogener. Fältprovtagningar</p> | <p>Anders Jonsson</p> | <p>NL-fakulteten SLF SSO VL- SL-Stift. Eurofins NBR, SWSeed mfl</p> | <p>2009- 2015</p> | <p>500 / 7.000</p> |
| <p>Identifiering av kritiska källområden och transportvägar för fosfor</p> <p>Kombination av en konceptuell hydrologisk modell och moderna fältmätningstekniker, sensorer, för att identifiera hydrologiska källområden och dominerande flödesvägar av P till ytvatten.</p> | <p>Lars Bergström, Mats Söderström, Bo Stenberg, m.fl.</p> | <p>SLF</p> | <p>2010- 2012</p> | <p>1250'/2750'</p> |

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

- 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.mark.slu.se/>

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