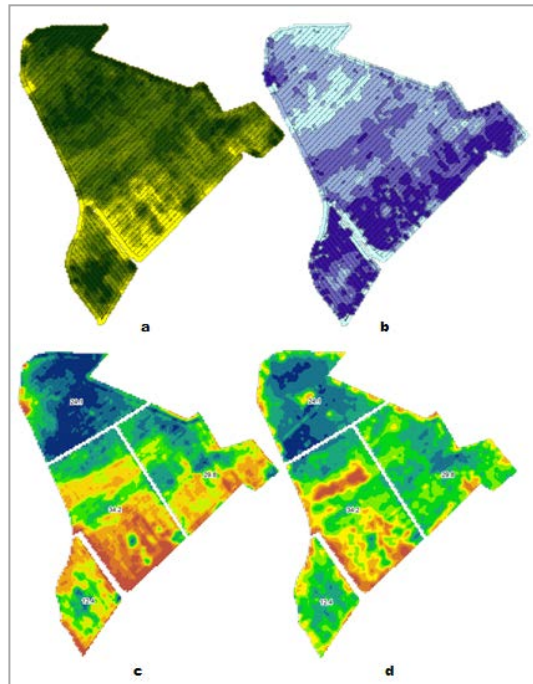




Verksamhet i AGROVÄST-projektet

## Precisionsodling Sverige, POS, 2013



Christina Lundström (red)

## Förord

Framför er har ni Precisionsodling Sveriges verksamhetsberättelse för 2013. Året har inneburit mycket intressant arbete inom projektet med bland annat ett stort SLF finansierat projekt som syftar till att använda satellitdata för att prediktera kvävebehov med hjälp av N-sensormätningar som kalibrering. POS har finansierat fem pilotprojekt som har handlat om test av grödsensorer, kontrollerad trafik, utveckling av Yara N-sensors skördeprognoser samt test av en 3D kamera för bättre bedömning av såbädds- och grödegenskaper. Därutöver har samarbetet med Västra Götalands naturbrukskansli fortsatt och vid två tillfällen har naturbruksskolornas personal erbjudits precisionsodlingsutbildning på Bjertorps egendom. Under året har POS deltagit på Slätte Ekodag, Borgeby fältdagar, Logårdens jordbrukardag och Elmia Lantbruksmessa samt undervisning av studenter och elever på SLU och BYS.

Vi ber att få tacka alla som deltagit i och bidragit till arbetet under året och önskar er trevlig läsning

Skara 2014  
Christina Lundström (red)

Kartor första sidan: Mats Söderström

## Innehållsförteckning

<i>Förord</i> .....	2
<i>Innehållsförteckning</i> .....	3
<i>POS organisation 2013</i> .....	5
Styrgrupp.....	5
Projektgrupp.....	5
<i>Projekt finansierade av externa finansiärer 2013</i> .....	6
På väg mot det nya jordbruket - kväverekommendationer och grödstatus-kartering inom fält genom en kombination av satellitdata och N-sensorer .....	6
Test av portabel röntgenfluorescens för bestämning av jordart, näringsämnen och tungmetaller direkt i fält – en pilotstudie .....	6
Mätningar med Yara N-sensor i fältförsök.....	8
Naturbruk med precision – ett samarbete mellan POS och Naturbrukskansliet i Västra Götaland – fortsättning 2012-2013 .....	9
<i>Projekt finansierade av POS</i> .....	10
Gradering och långsiktig uppföljning av roto gräs med bildanalys. ....	10
Lägesrapport: Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur .....	13
Lägesrapport: Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur .....	15
Förstudie av gårdar som ska eller precis har gått över till CTF.....	21
<i>Utåtriktad verksamhet</i> .....	23
Borgeby fältdagar.....	23
Slätte ekoddag.....	23
Jordbrukardag på Logården.....	23
Elmia lantbruk - djur och inomgård .....	23
Kurser för studenter vid SLU och BYS.....	24
<i>Publikationer 2013</i> .....	24
<i>Pågående POS - relaterade projekt</i> .....	25
<i>Förteckning över rapporter utgivna i serien Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter:</i>	27



## POS organisation 2013

### **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 2013: 130304 samt 131118.

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  
Ingemar Gruvaeus, Lantmännen SW Seed  
Anna Rydberg, JTI  
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 2013: 130226, 130304, 130404 samt 130910 och 131107. 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 2013

### ***På väg mot det nya jordbruket - kväverekommendationer och grödstatuskartering inom fält genom en kombination av satellitdata och N-sensorer***

**Ansvarig:** Mats Söderström, SLU

**Finansiär:** SLF

Projektet pågår under 2013-2014 och slutredovisas under 2015.

#### **Frågeställning, mål och motivering**

Målet med föreliggande projekt är att utveckla och utvärdera satellitdatabaserade råd gällande kompletteringsgödsling med kväve och svampbekämpning i höstvet. Även möjligheten att tidigt ge en skördeprognos via satellit kommer att undersökas. Projektet är på två år varav fokus under det första året kommer att vara på datainsamling, modellutveckling och analyser, och under det andra året test av tillämpning och utvärdering. Data kommer att samlas in över en stor del av vår jordbruksmark, där information om varje 22x22 m<sup>2</sup> yta kommer att tas fram. En satellitdatamodell som bygger på uppskalning av befintliga N-sensorrekommendationer ska utprovas och valideras. Ett fungerande system som baseras på projektresultaten kommer att kunna leverera data som kan användas för GPS-styrd platsanpassning inom fält över större delen av Sveriges åkermark. Projektet har potential att leda till minskade växtnäringsförluster, ökad skörd och förbättrad kvalitet på skörden. Dessutom kan ett fungerande satellitbaserat system vara basen för en rad andra applikationer än de som kommer att studeras i projektet.



Figur 1. Planerade projektområden.

### ***Test av portabel röntgenfluorescens för bestämning av jordart, näringsämnen och tungmetaller direkt i fält – en pilotstudie***

**Ansvarig:** Mats Södersström, SLU

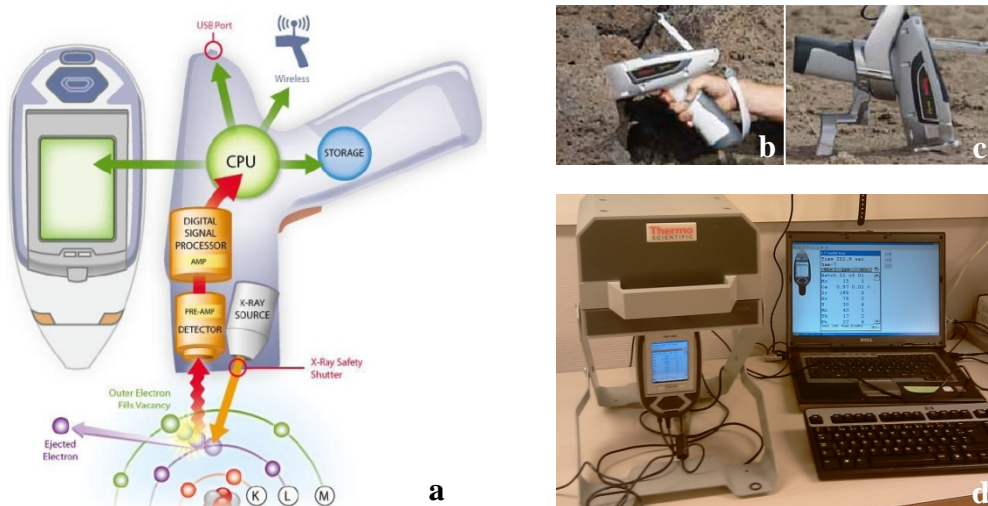
**Finansiär:** SLF

Projektet genomfördes under 2013 och slutredovisas 2014. Nedan följer en kort beskrivning av projektet.

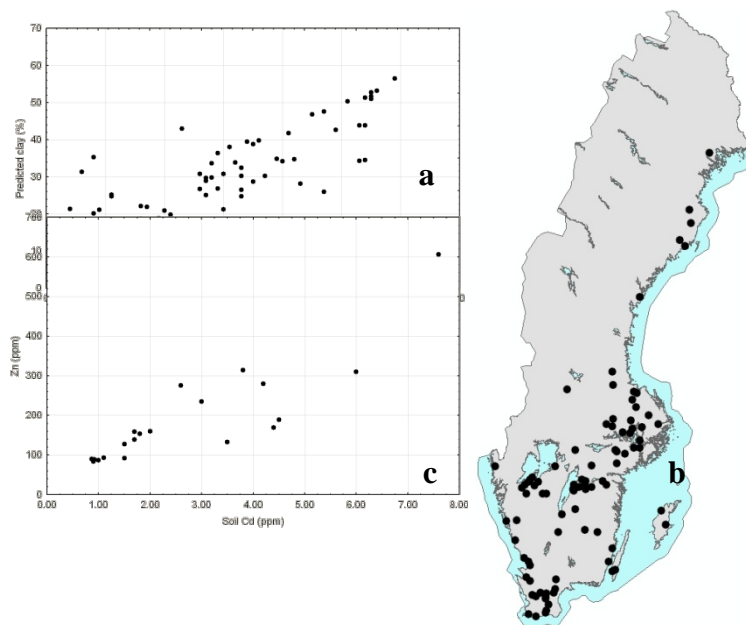
#### **Sammanfattning och syfte**

Portabel röntgenfluorescens (PXRF) är en teknik som utvecklats mycket de senaste tio åren, och används t ex inom metallindustri, miljöutredningar, prospektering och arkeologi. Inom jordbruket är användningen ännu så länge begränsad. Med ett behändigt instrument kan mätning göras direkt i fält, och innehållet av en lång rad olika grundämnen kan bestämmas. En

mindre undersökning utförd på torkade och malda jordprover ligger till grund för denna studie. Det visade sig gå bra att göra modeller för lerhalt och olika tungmetaller med denna teknik. Vid mätning direkt i fält kan olika faktorer påverka resultatet, t ex vattenhaltsskillnader. I detta projekt är syftet att utvärdera möjligheten med direkt fältmätning. Vi kommer att utföra mätningar på ett par gårdar i Falbygden i Västergötland där det är mycket skiftande jordar med olika modermaterial. Vi avser att undersöka om det går att ta fram prediktionsmodeller för ler, sand, organiskt material, P, K, Ca, Cu, Mg, Mo och Cd. Om tekniken fungerar i fält kan det minska behovet av jordprovtagning och kostnader för analys i laboratorium, underlätta utläggning av försök och kanske direkt ge svar på misstänkta växtnäingsbrister.



Figur 2. a) Principen för PXRF (Thermo Scientific, UK); b och c) Mätning i fält (foto: Thermo Scientific, UK); d) Mätning i lab med PXRF (foto: Mats Söderström, SLU).



Figur 3. Test av PXRF på befintliga (torkade och malda) jordprover, a) lerhaltsmodell baserad på  $Th_{PXRF}$  och  $Rb_{PXRF}$  för jordprover spridda över hela Sverige (b); c) samband mellan kadmium i jordprov och  $Zn_{PXRF}$  från en gård i Skåne (data från Söderström & Eriksson, 2012).

## **Mätningar med Yara N-sensor i fältförsök**

**Ansvarig:** Anna-Karin Krijger, Hushållningssällskapet Skaraborg.

**Finansiering:** Yara AB

Under 2013 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 malkorn. 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.

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 som en kväveprognos på Yaras hemsida ett par dagar efter mättillfället. Genom att följa den har man ett bra hjälpmedel för att lägga samman upptag i nollrutan med tillförd mängd N och jämföra med hur mycket grödan tagit upp. Då får lantbrukaren ett bra mått på kväveeffektiviteten och om kompletteringsgödsling ska göras det speciella året.

Ett av leden i höstveteförsöket har kompletteringsgödsel 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. 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.

Resultaten från mätningarna finns i Fältforsks 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 2013 utförda i de regionala försöken.



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

**Ansvarig:** POS

**Finansiär:** Naturbrukskansliet, Västra Götaland

Projektet avslutas sommaren 2014

### **Mål för projektet**

- Ta fram 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 2013**

POS har sett en successiv ökning av intresset för precisionsodling hos personalen på naturbruksgymnasierna i området under projektperioden, men behoven har varierat lite mellan åren. Under 2013 har två utbildningstillfällen naturbruksgymnasiernas personal genomförts på Bjertorp, dels den 19 mars och dels den 19 november. Programmet vid de bägge tillfällena var ganska likartade efter önskemål från lärarna. En del hade svårt att komma vid det första tillfället och ville därför få en ny chans.

Vid båda tillfällena deltog personer från Lantmännen, SLU, Dataväxt, Hushållningssällskapet i Skara samt Lantmännen SW Seeds personal på Bjertorps egendom med praktiska övningar och föreläsningar på sal. Teman som togs upp var bland annat växtnäringsstyrning, autostyrning, markkartering och olika sensorer, såsom Yara N-sensor, Mullvaden samt Nir-mätare.

Bägge träffarna var mycket uppskattade! Projektet skulle egentligen ha slutredovisats 2013, men eftersom det fanns lite pengar kvar beslutade Naturbrukskansliet att förlänga projektet till sommaren 2014. Under det sista halvåret ämnar POS ta fram nya och anpassa redan befintliga övningsuppgifter och övningar vad gäller växtnäringsstyrning, autostyrning mm dels till varje skolas data och dels till deras växtodlingsprogram Dataväxt. Dessutom ska eleverna erbjudas en liknande dag som personalen fick under 2013.



## Projekt finansierade av POS

Varje år finansierar POS ett mindre antal pilotprojekt, med förhoppning om att de ska kunna utvecklas och fungera som underlag för större projektansökningar. Här redovisas projekt som beviljats medel under 2012 eller 2013. Under 2013 har POS beviljat medel till fem mindre pilotprojekt, men inga av dessa projekt har slutredovisats ännu, kommer att redovisas i verksamhetsberättelsen för 2014. De projekt som beviljades medel 2013 var:

- Jämförelse av handburna grödsensorer. Ansvarig: Lena Engström, SLU Skara
- 3D-kamera för bättre bedömning av såbädds- och grödegenskaper. Ansvarig: Mikael Gillbertsson, JTI
- Skördeprognoser med YARA N-sensor. Ansvarig: Kristin Piikki, SLU Skara
- Komplettering med plöjt led (CTF) försöket i Väst: Ansvarig Anna-Karin Krijger, HS Skaraborg
- Komplettering med plöjt led till CTF-försök-år 3 U-a o Skåne. Ansvarig Lena Holm, SLU Alnarp

## **Gradering och långsiktig uppföljning av rotoqräs med bildanalys.**

**Ansvarig:** Per Ståhl HS Östergötland

Ur POS rapport nr 28, 2013:

### **Introduktion**

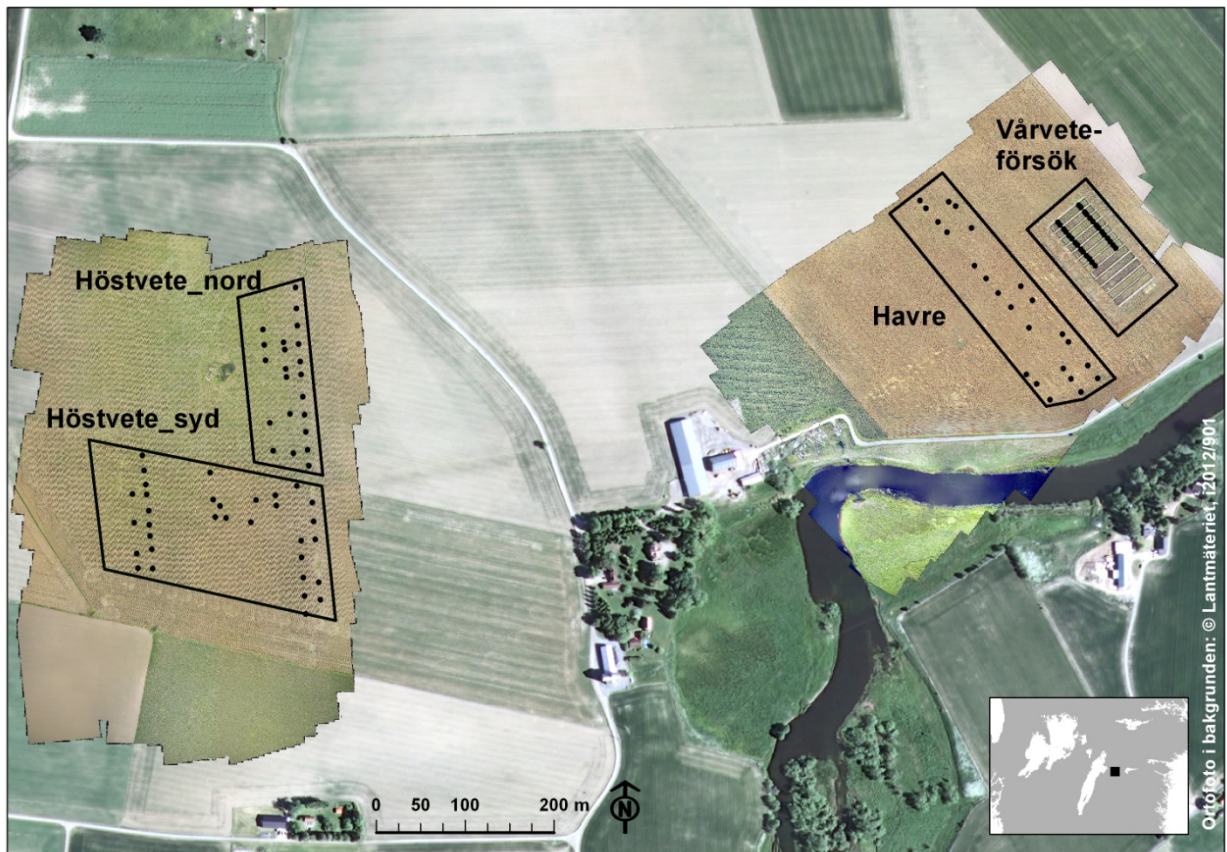
Rotogräs är ett av de större problemen inom ekologisk odling. Bekämpning i ekologisk odling sker mekaniskt samt med anpassad växtföljd. Förekomsten av rotoqräs varierar normalt ganska mycket över fälten – ofta förekommer ogräsen fläckvis (t ex Berge et al., 2012; Gerhards & Sökefeld, 2003). För att hantera rotoqräsen effektivt krävs att man har god kunskap om dess utbredning. Manuell gradering i fält är en metod som dock är tidsödande och det är svårt att få en objektiv bedömning av hur ogräsförekomsten utvecklar sig över åren.

Teknik för detaljerad kartläggning och anpassad bekämpning av ogräs har utvecklats under senare år. Det kan röra sig om både vanliga kameror där man utvecklat en automatiserad bildanalysalgoritm för att beräkna ogräsmängden (Berge et al., 2012; Börjesson et al., 2008) eller andra optiska sensorer (t ex Dammer et al., 2003; Wang et al., 2007; Sui et al., 2008). Mätningen och bekämpning kan ibland ske i ett enda steg med sensorer monterade på sprutan, t ex WeedSeeker (Trimble, Ukiah, CA, USA), men även helt självgående robotar har utvecklats (Berge et al., 2012). Under senare år har tekniken med fotografering från små, obemannade helikoptrar och flygplan, UAV (*unmanned aerial vehicle* – även benämnt *UAS*, *unmanned aerial system*), utvecklats så att det nu finns konsumentprodukter att köpa som är relativt enkla att använda, och en tänkbar applikation är kartläggning av ogräsförekomst (Rydberg et al., 2007; Rasmussen et al., 2013). I Sverige finns användare både inom t ex jord- och skogsbruk; inom jordbruket är det i huvudsak för forskning eller försök som UAV använts hittills. Den snabba utvecklingen av UAV-tekniken har skett för militära ändamål, s.k. drönare. Dessa är i många fall betydligt större än de enklare UAV: er som är aktuella här. I dagsläget används ofta vanliga digitalkameror som är monterade på flygfarkosten, som också kan vara utrustad med autopilot och GPS vilket gör att fotograferingen till stor del kan automatiseras. Fördelen gentemot annan typ av fjärranalys från t ex satellit eller flygplan är att man inte är lika väderleksberoende, att bilderna har hög rumslig upplösning och att man kan få fram bilder

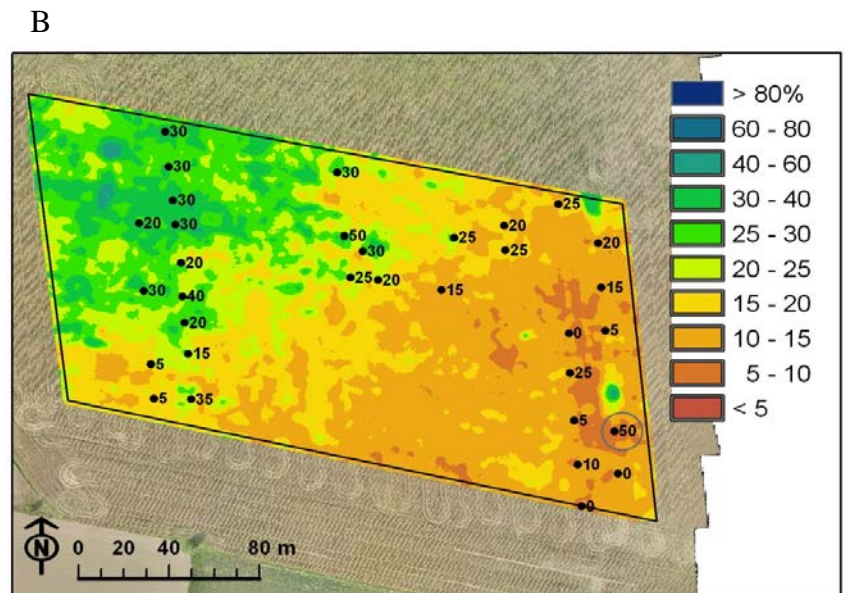
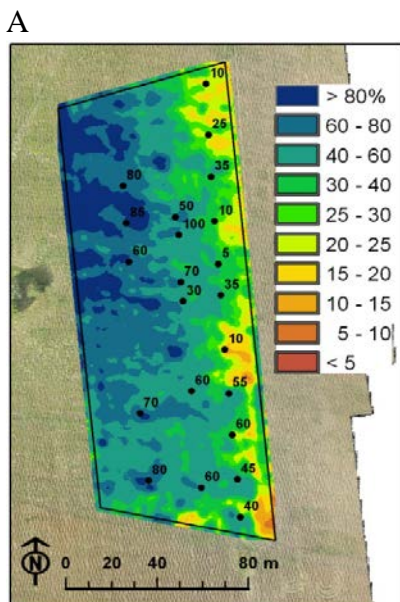
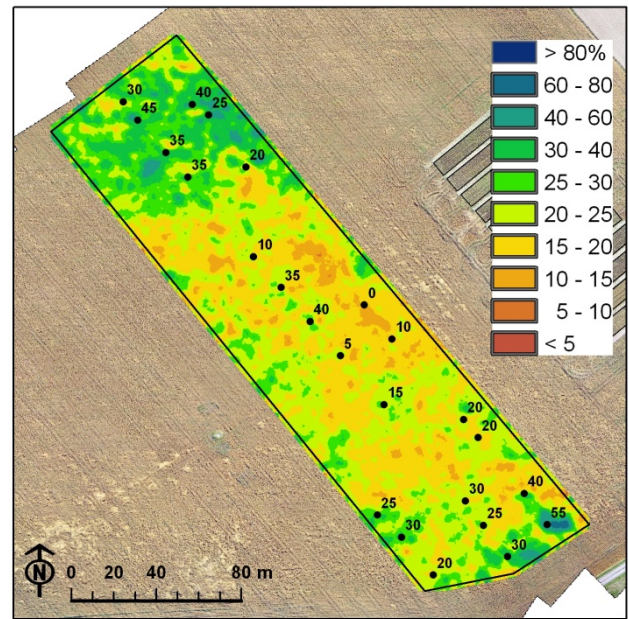
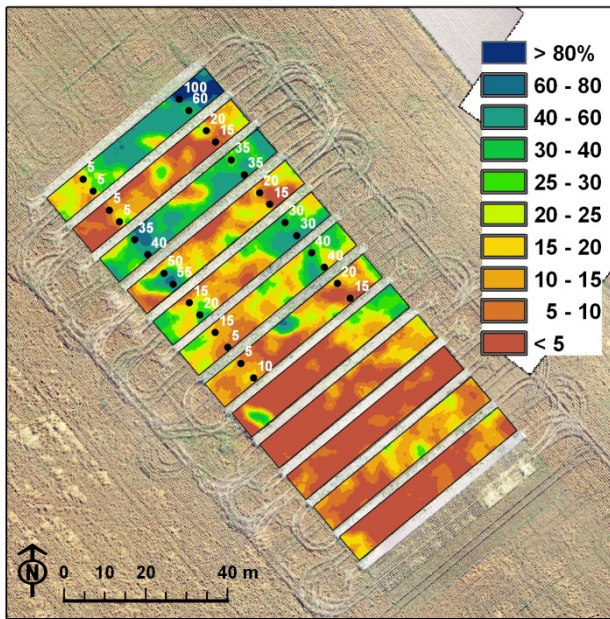
snabbt och med kort varsel (en sammanställning av fjärranalysteknik för ogräskartering är gjord av t ex López-Granados, 2011). En visuell granskning av bilderna kan göras snabbt, men databearbetning av de digitala bilderna kan emellertid vara ganska komplicerad.

Kartläggning av ogräsförekomst med UAV-tekniken kan vara intressant för rådgivaren och lantbrukaren då hela fält snabbt och effektivt kan scannas. Genom att återkomma till samma fält och flyga samma rutt skulle man genom bildanalysen t.ex. kunna följa rotosträns utveckling på ett objektivt och effektivt sätt.

I det här projektet var målet att utvärdera möjligheten att kunna dokumentera förekomsten av rotosträns genom analys av flygbilder från UAV över några olika fält där man bedriver ekologisk odling och som hade olika grödor med varierande mängder rotosträns, främst åkertistel och åkermolke. Med hjälp av bildanalys jämfördes täckningsgraden av rotosträns från en gradering i fält med framräknade täckningsvärden från flygbilder. Åkertistel och åkermolke är svåra att följa i fältförsök och den här tekniken skulle kunna öppna för möjligheten att följa upp storskaliga test av olika bekämpningsstrategier.



Figur 4. Provytor i Tegneby, Östergötland som detaljkarterades i utvärderingen. Två georefererade bildmosaiker från UAV-fotograferingen 2012-08-16 visas med ett ortofoto från Lantmäteriet i bakgrunden (från okänt datum). Även ett kornfält öster om denna kartbild fotograferades, men där kunde ingen bildmosaik skapas.



Figur 5. Beräknad förekomst av rotgräs. Punkterna visar observationer samt observerad täckningsgrad i procent. A) Vårveteförsöket; B) Havre, C) Höstvete\_nord, D) Höstvete\_syd. I D) användes regressionsmodellen där ett kraftigt avvikande värde tagits bort (inringat).

### Diskussion och slutsatser

Projektets mål var att undersöka om det var möjligt att fotografera spannmålsgrödor strax före mognad för att gradera förekomsten av rotgräs i fältet. Resultaten visar att det fanns ett bra samband mellan olika grönhetsindex och mängden rotgräs i de undersökta spannmålsgrödorna vid ett sent utvecklingsstadium (beggynnande gulnande/mognad). Green index var det som oftast var bäst korrelerat med rotgräsförekomsten, men skillnaderna var inte så stora mellan de testade indexen. Det finns möjlighet att göra beräkningen av grönheten på många andra sätt än det som gjordes här, och det enskilda värdet som räknas fram för en manuell graderingspunkt beror på en rad faktorer som gör att värdena blir osäkra. Vi använde här en

mosaik av överlappande, mindre flygbilder (som tagits med lite olika vinkel och kanske varierande ljusförhållanden) som sammanfogades automatiskt. I denna process och vid georefereringen påverkas enskilda pixelvärden och dessutom modifieras pixlarnas läge.

Georefereringen är heller inte perfekt utan det finns en osäkerhet som i olika delar av bilderna sannolikt kan uppgå till några meter. Vi arbetade här med mindre delar av fält som hade relativt bra referenspunkter, vilket gör att positionsfelet ändå torde vara relativt litet. För vårveteförsöket borde positionsfelen vara små. De med en enkel GPS i fält inmätta graderingspunkternas position har en osäkerhet på  $\pm$  ca 1 m. Grönhetsvärdena som räknades fram från flygbildsmosaikerna var ett medeltal inom en 2 m radie. En alternativ beräkningsmetod skulle ha kunnat vara att beräkna andelen pixlar inom radien som hade ett grönhetsvärde över ett visst tröskelvärde.

Eventuellt skulle man också kunna förbättra kartorna genom att använda metoden *regression kriging* där man interpolerar residualerna från regressionen och sedan adderar residualkartan till regressionskartan (Hengl et al., 2007). Den metoden fungerar bäst om observationerna är relativt jämt fördelade över den kartlagda ytan.

Trots osäkerheten som beskrivs var ändå sambandet mellan indexvärdena och graderingsvärdena relativt starkt (adj  $R^2$  i storleksordningen 0,5 – 0,7), och metoden bedöms vara ett användbart verktyg för att gradera rotostrax före skörd av spannmålsgrödor. Metoden kunde inte se skillnad på de olika rotostraxerna som i projektet främst varit åkertistel och åkermolke.

Tänkbara tillämpningar är fältförsök där man vill följa effekterna på rotostrax av olika åtgärder. Att få en heltäckande bild genom gradering i fält i enskilda punkter är svårt för ogräs som varierar oregelbundet i fälten. En gradering via bildanalys av hela försöksytan skulle kunna ge ett bättre värde för rotostraxförekomsten. I fältskala skulle man på samma sätt kunna följa utvecklingen av rotostrax mellan år då man sätter in olika åtgärder, ändrar växtföljd mm. Det kan möjliggöra användningen av storskaliga försök i fältskala då man vill undersöka effekterna av mekaniska åtgärder mot ogräs som är svåra att utföra på ett bra sätt i små försöksparceller.

För att få ett säkert resultat behöver man troligen göra utvalda graderingar på marken för att kalibrera bildanalyserna det enskilda året. För en praktisk tillämpning av den beskrivna metoden är det enklast om bildanalysen så långt som möjligt kan automatiseras.

### **Lägesrapport: Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur**

**Ansvarig:** Anna-Karin Krijger, Hushållningssällskapet Skaraborg.

**Finansiering:** SLF

Hösten 2011 söktes och erhöles pengar från SLF och Agroväst till att utöka det befintliga projektet H0960099 med ett fältförsök i Västra Götaland utöver de två i det befintliga projektet (ett på mellanlera till styv lera i Mellansverige och ett på moränlera i södra Skåne). Projektet utökas då med ytterligare klimatologiska förhållanden. Försöksutförare är försökspatrullen på Logården, HS Skaraborg. Försöket i Västra Götaland skall genomföras på mellanlera till styv lera och är placerat på Logården.

Det pågående projektets syfte är att renodla effekten av att koncentrera körspåren jämfört med slumpmässig körning i annars likvärdiga bearbetningssystem. Plöjning passar inte in naturligt

tillsammans med fasta körspår, men ingår för att få en stor spännvidd i markstrukturtillstånd för att garantera att vi ska kunna uppmäta skillnader mellan led. Inte heller djup bearbetning i plöjningsfri odling är helt kompatibelt med fasta körspår eftersom det minskar redskapens arbetsbredd och dessutom kommer luckringsbehovet att minska i den oftrafikerade marken. Systemet tas ändå med för att få en stor spännvidd i markens strukturtillstånd. Ett led med djupluckring i samband med anläggningen av fasta körspår ingår för att studera vilket initialtillstånd som är lämpligt vid övergången. Utöver dessa led kommer försöket i Västergötland också innehålla ett led där plöjning genomförs men där övriga moment genomförs med fasta körspår.

Hittills finns resultat från de två försök i projektet H0960099 som skördades 2011 och 2012. I projektet ingår också ett storruteförsök på Lydinge gård. De försöken har nu precis blivit skördade för tredje gången 2013. 2011 och 2012 års resultat visade inte på några tydliga positiva effekter på skörden av lägre packning i CTF. Med avseende på skörd fanns det tydliga ledskillnader på Ultuna 2011. I led med högre grad av packning erhöles generellt en högre skörd. Led med slumpmässig körning avkastade högre än opackad mark i CTF. Allra högst avkastning erhöles dock i de fasta körspåren i CTF-led. En trolig förklaring till detta resultat är det extremt torra vädret på Ultuna försommaren 2011, med i princip ingen nederbörd från sådd fram till mitten av juni. Erfarenheten från tidigare försök är att torra år finns ett större behov av återpackning. Det är dock förvånansvärt att packningen givit så positiv effekt också i grunt bearbetade led. Förvånansvärt är också att högst skörd erhöles i plöjt led. Också under det regniga 2012 erhöles oftast högre skörd i spår än mellan spår. Försöksfelet var dock relativt stort 2012 och skillnaderna var inte signifikanta. På Lönnstorp var skillnaderna mellan leden små 2011 och ej signifikanta. Skörden av korn 2012 var hög, ca 10 ton per hektar. Direktsådd gav lägst skörd, det fanns dock ingen entydig effekt av de fasta körspåren (Arvidsson och Holm, 2012).

Under sommaren och hösten 2012 gjordes en förstudie finansierat från POS för att dels intervjua lantbrukare som har eller är på väg att ställa om till ett jordbearbetningssystem med fasta körspår, dels för att hitta en bra försöksplats till det planerade försöket i Västsverige. Slutsatsen från den förstudien var att alla fyra lantbrukare konstaterade att problemen med markpackning och för mycket vatten drastiskt har ökat de sista åren. Ingen av dem trodde att det bara fanns en lösning utan troligen måste olika jordbearbetningsåtgärder sättas in beroende på inriktning på växtodlingen, jordart och arrondering på gården. Problemet kommer att fortsätta att vara i fokus då gårdarna fortsätter att bli större och då även maskinparkens kapacitet. Idag är de största problemen strukturskador i både alv och matjord. Det är också svårt att bli av med överskottsvatten trots relativt ny dränering. De gårdar som odlar vall upplevde också stora mekaniska skador på vallgrödan samt att rödklövern utvintrar fort. Det som kännetecknade de gårdar som har gått över till CTF i någon form är att de är intresserade av ny teknik som RTK-GPS, N-sensor mm. Deras förhoppning med CTF är att strukturen ska bli bättre och det ska generera skördeökningar och fler maskar. De gårdar som har vall tror att den största vinsten blir minskade mekaniska skador som gör att vallarna kanske kan ligga något år till.

CTF minskar behovet av luckring och därmed också bearbetningsbehovet. Därför passar CTF bäst tillsammans med reducerad bearbetning eller direktsåddsystem. Eftersom CTF går ut på att skapa så stor oftrafikerad yta som möjligt, passar plogen med sin relativt smala arbetsbredd inte särskilt väl i konceptet. Plöjning förstör dessutom bärigheten i de fasta körspåren. Men flera av lantbrukarna är väldigt skeptiska till att helt ta bort plogen. Reducerad bearbetning har ej slagit så hårt i Västsverige på grund av det blöta klimatet. Och ibland upplever lantbrukarna

att plögen är det enda sättet att bruka jorden. En stor vinst av att gå över till CTF är den minskade energiförbrukningen som dock kanske till stor del beror på att plögen inte längre används. Det återstår att se hur ett system med plöjning och CTF kan minska energiförbrukningen (Krijger, 2013).

Försöket på Logården lades ut hösten 2012. Penetrometermätningar utfördes men på grund av den blöta hösten så var markprofilens fuktighet homogen så mätningen kommer att genomföras våren 2014 igen. Bearbetningarna som kultivering och plöjning genomfördes i oktober-november 2012. Försöket såddes med havre (Ivory) 3 maj 2013. Försöket skördades genom handskörd och handtröskades sedan under hösten. Resultatet visade inte på några skillnader mellan leden, se bifogad fil. Efter skörd 2013 har bearbetningarna utförts och försöket är sått med höstvet 23 september.

Arvidsson, J & Holm, L. 2012. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr. 122. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Krijger, A-K. 2013. Rapport från POS, Precisionsodling Sverige. Teknisk rapport nr 29. Skara

### **Lägesrapport: Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur**

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

**Finansiär:** SLF

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 utanför Helsingborg. Resultaten 2011 och 2012 är ej entydiga, men på Ultuna erhöles högst skörd i de fasta körspåren.

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, 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 (finansierat av POS)

Plöjning (led H) ingick ej i den ursprungliga försöksplanen, eftersom plöjning knappast kan kombineras med ett CTF-system. Vi har dock valt att lägga till plöjning i planen, framförallt för att få en ökad spännvidd vid bestämning av markens fysikaliska egenskaper. Detta led har finansierats av POS.

Ett försök har lagts ut på Ultuna egendom (styv lera) och ett på Lönnstorps försöksstation (moränlättilera). Försöket på Lönnstorp såddes med höstvetete, medan försöket på Ultuna såddes med korn. Enligt plan skulle också Ultuna sås med höstvetete men stora nederbörds mängder hösten 2010 omöjliggjorde sådd vid rätt tidpunkt. Försök med storrutor genomförs på Lydinge gård utanför Helsingborg. Storrutor med respektive utan CTF har lagts ut på fem fält.

## Mätningar

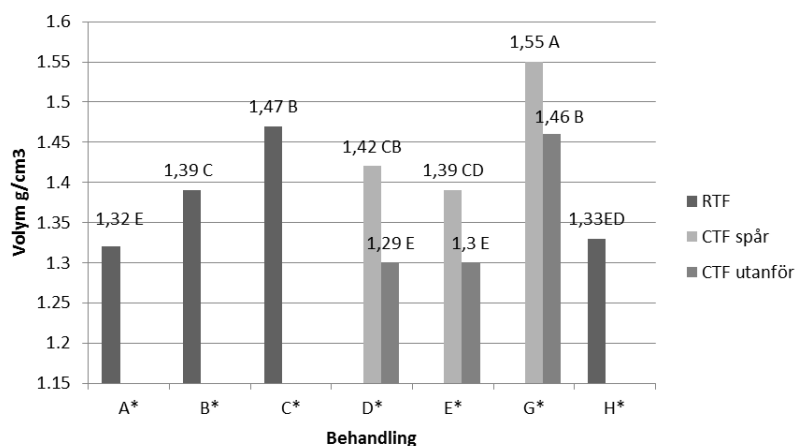
I försöken på Ultuna och Lönnstorp gjordes planräkning och handskörd i och mellan spår. Även i storrutorna på Lydinge har det gjorts planräkning och handskörd i och mellan spår. Storrutorna har dessutom skördekarterats med skördetröska. Här redovisas dock endast skörderesultat från Ultuna och Lönnstorp. För att mäta packning har mätningar med penetrometer gjorts, både i de traditionella fältförsöken och i storrutorna på Lydinge.

Under 2013 gjordes också mätning av skrymdensitet och genomsläpplighet på Ultuna och Lönnstorp. En del av cylinderproverna från Ultuna scannades också i en datortomograf (skiktröntgen) för att bestämma makroporositet. Metoden ger en tredimensionell bild av porsystemet.

## Resultat och diskussion

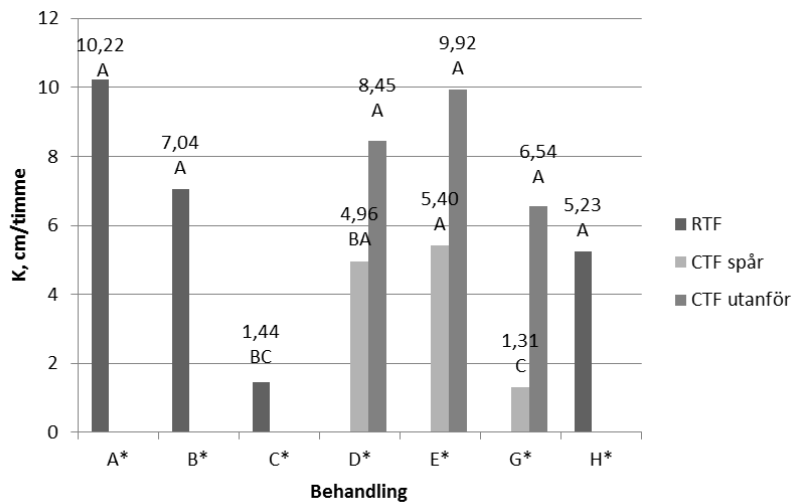
### Skrymdensitet

Skrymdensiteten på Lönnstorp redovisas i figur 1. De opackade delarna av fältet hade betydligt lägre skrymdensitet än spår. Det fanns också en mycket stark koppling till bearbetningssystem, grund bearbetning medförde högre skrymdensitet. Mättad genomsläpplighet mätt på samma cylindrar visas i figur 2. Resultatet stämmer väl överens med genomsläppligheten, där hög skrymdensitet motsvaras av låg genomsläpplighet.



Figur 6. Skrymdensitet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda.

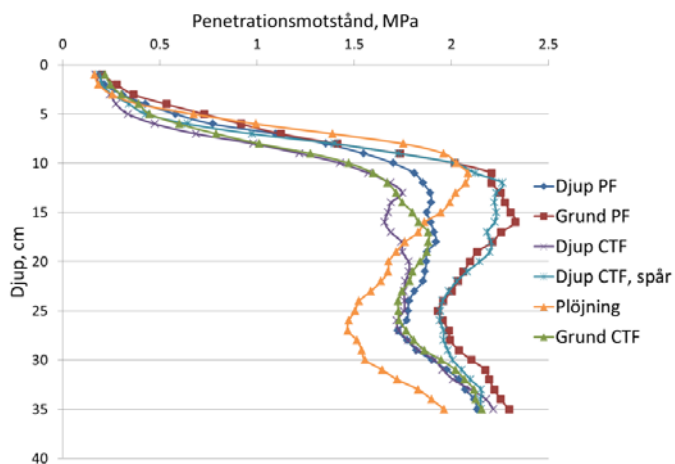




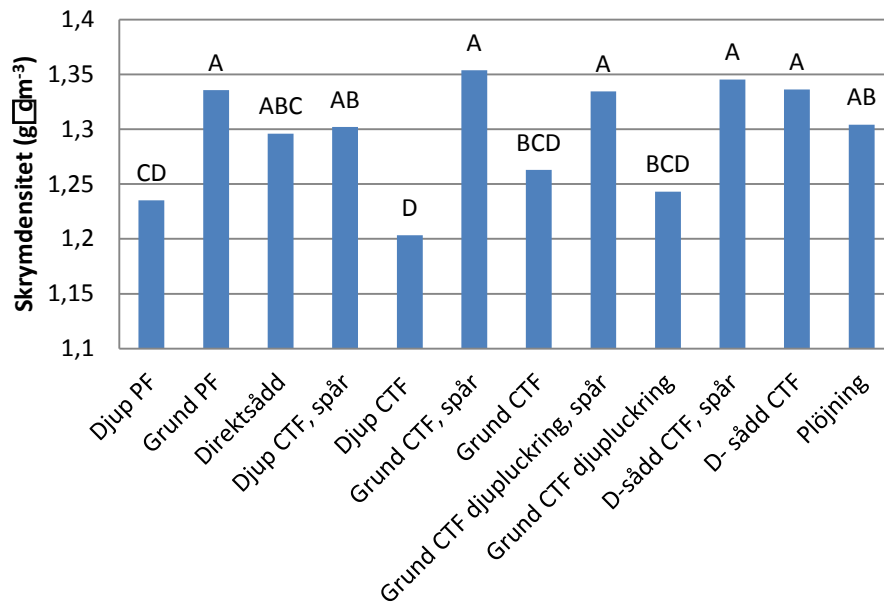
Figur 7. Genomsläpplighet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda.

### Cylinderprovtagning och penetrationsmotstånd, Ultuna

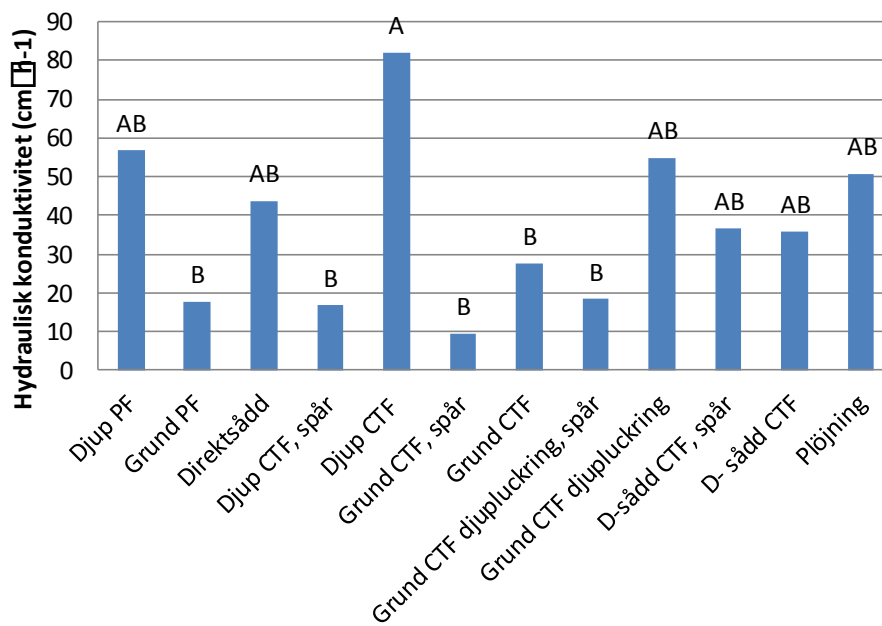
Mätning av penetrationsmotstånd på Ultuna visas i figur 7. Skillnaderna mellan leden var tydliga, med lägst penetrationsmotstånd i två CTF-led ner till drygt 15 cm djup, därunder var motståndet lägst i plöjt led.



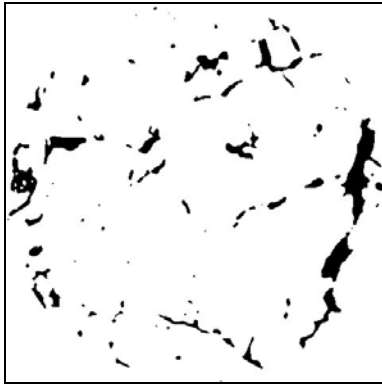
Figur 8. Penetrationsmotstånd på Ultuna mätt i maj 2013. För tydlighet visas endast vissa led.



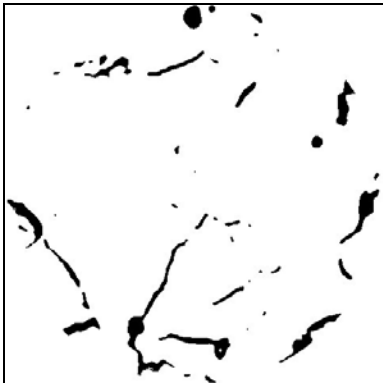
Figur 9. Torr skrymdensitet för Säby, 2013. Led med olika bokstäver skiljer sig signifikant ( $p < 0,05$ ) från varandra.



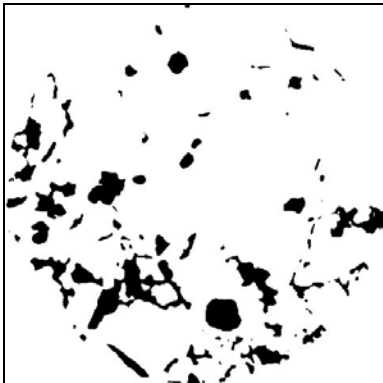
Figur 10. Mättad hydraulisk konduktivitet, Ultuna 2013. Led med olika bokstäver skiljer sig signifikant ( $p < 0,05$ ) från varandra.



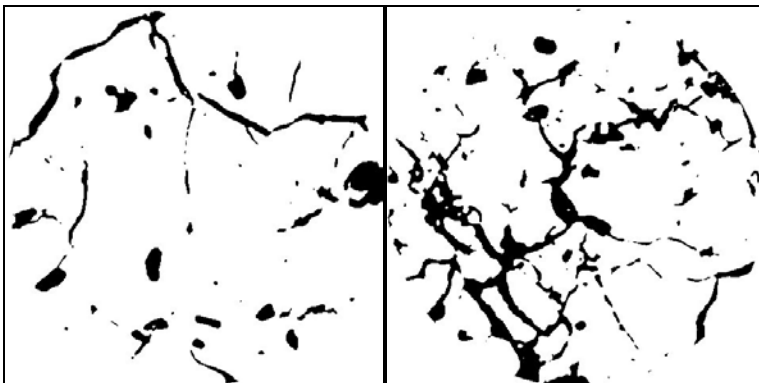
Figur 11. Led B, grund plöjningsfri odling, Säby 2013.



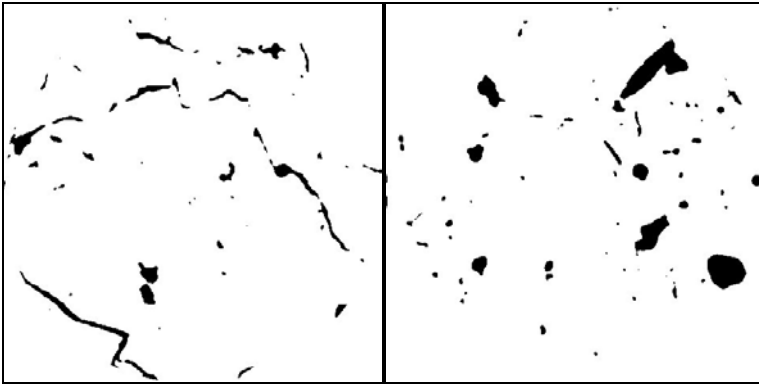
Figur 12. Led C, direktsådd, Säby 2013.



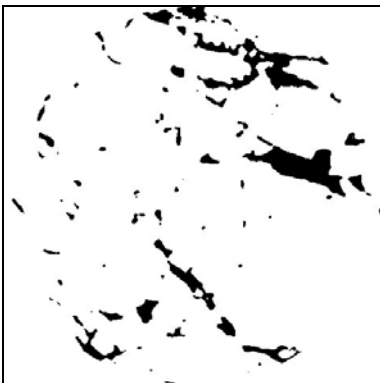
Figur 13. Led D, djup CTF, opackad yta, Säby 2013.



Figur 14. Led E, grund CTF. Till vänster spår, till höger opackad yta. Säby 2013.



Figur 15. Led G, direktsådd CTF. Till vänster spår, till höger opackad yta. Säby 2013



Figur 16. Led H, plöjning, Säby 2013.

### Skörd

Skörd i försöken på Ultuna och Lönnstorp visas i tabell 1 och 2. Skördarna för 2013 är dock endast råsiffror. Grund plöjningsfri odling har i medeltal givit högre skörd än djup kultivering. Direktsådden fungerade bra 2011 och 2012 men gav mycket låg skörd 2013, speciellt i höstraps. Detta berodde både på dålig etablering och snigelskador. Fasta körspår har i medeltal inte haft någon skördehöjande effekt. Skörden i körspåren har varit förvånansvärt hög, i flera fall högre än för konventionell bearbetning.

Tabell 1. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013, kg/ha och relativt. Kärnskörd utom Lönnstorp 2011 där skörden är kärna + halm.

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	Medel
Plats	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	
Gröda	Korn	Höstvete	Vårraps	Korn	Korn	Höstraps	
A=djup PF, konv., kg/ha	4180	13530	2990	10180	4420	4400	100
B=grund PF, konv.	107	96	115	97	109	110	105
C=direktsådd, konv.	100	95	109	98	85	29	86
D0=djup PF, CTF, opack.	100	102	102	100	89	103	99
D1=djup PF, spår	112	99	121	94	91	101	103
E0= grund PF, CTF	99	102	92	92	83	99	94
E1= grund PF, spår	110	97	104	100	101	102	102
F0= gr. PF, CTF, djupl.	92	103	103	94	86	110	98
F1= gr. PF, djupl., spår	111	98	105	92	99	103	101
G0= direktsådd, CTF	93	96	101	90	89	75	91
G= direktsådd, spår	110	92	100	87	89	22	83
H=plöjning, konv.	124	97	108	100	104	112	107

**Tabell 2. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013. Medeltal för led med och utan CTF.**

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	Medel
Plats	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	
Gröda	Korn	Höstvete	Vårraps	Korn	Korn	Höstraps	
Medel konv.	100	100	100	100	100	100	100
Medel CTF	95	103	91	96	90	115	98
Medel spår	108	99	100	95	96	92	98

Skörd i de olika leden på Lydinge, medeltal för de enskilda åren 2011-2013, visas i tabell 3. I de handskördade rutorna fanns inga entydiga skillnader mellan slumpmässig körning och CTF. Skörden var i genomsnitt ca 15 % lägre i, jämfört med mellan spår, skillnaden var störst i de vårsådda grödorna. I de skördekarterade rutorna var skördeskillnaden liten mellan slumpmässig körning och fasta körspår.

**Tabell 3. Skörd på Lydinge 2011-2013, kg/ha och relativtal. Resultat i skördekarterade rutor 2013 är ännu ej analyserade**

	2011	2012	2013	Medel
Handskördat				
Konventionell bearb.=100	7440	6280	7400	100
CTF i spår	80	94	91	88
CTF mellan spår	102	109	98	103
Skördekarterat				
Konventionell=100	7138	6065		100
CTF	98	97		97

### **Förstudie av gårdar som ska eller precis har gått över till CTF**

**Ansvarig:** Anna Karin Krijger, HS Skaraborg

Ur POS rapport nr 29, 2013:

#### **Bakgrund**

Storleksrationaliseringen inom lantbruket har under de senaste decennierna gått mycket snabbt, vilket lett till att traktorer och andra jordbruksmaskiner blivit större och större (Hamza & Anderson, 2005). Stora och tunga maskiner orsakar skadlig markpackning och effekterna av sådan skadeverkan blir kvar under många år (Raper, 2005). Ett sätt att minimera skadeverkan är att samla all trafik till vissa bestämda platser på fältet, så kallade fasta körspår. Internationellt kallas detta koncept Controlled Traffic Farming (CTF) (Hamza & Anderson, 2005; Raper, 2005).

Idag finns en stark internationell trend att minska bearbetningsintensiteten. Odling med direktsådd är kraftigt på frammarsch internationellt, framförallt i Brasilien, Argentina, Paraguay, USA och Kanada (Roberts & Johnston, 2007). CTF minskar behovet av luckring och därmed också bearbetningsbehovet. Därför passar CTF bäst tillsammans med reducerad bearbetning eller direktsåddsystem. Eftersom CTF går ut på att skapa så stor ofrafikerad yta som möjligt, passar plögen med sin relativt smala arbetsbredd inte särskilt väl i konceptet. Plöjning förstör dessutom bärigheten i de fasta körspåren.

En fördel med CTF är lägre energiförbrukning (Hamza & Anderson, 2005). Detta i kombination med att GPS-tekniken för styrning av traktorer blir allt billigare (Raper, 2005), gör att allt fler svenska gårdar intresserar sig för tekniken. I dagsläget saknas dock försöksresultat för svenska förhållanden. Det är troligt att den potentiella skördeökningen (om en sådan finns) skiljer sig mellan exempelvis svenska och australiensiska förhållanden, då man utgår från betydligt högre skördenivåer i Sverige. Skillnader i klimat och jordförhållanden är också stora. Av denna anledning är det inte säkert att utländska forskningsresultat är applicerbara på svenska gårdar, utan nationella försök är nödvändiga.

I en reviewartikel presenteras siffror från fältförsök i Australien med skördeökningar på 15-23 % i stråsåd för, direktsådd utan hjulpåverkan jämfört med grund plöjningsfri odling påverkad av hjul (Tullberg *et al.* 2007). I Storbritannien fick man 18,4 % högre skörd av vete under ett vått år på otrafikerade ytor jämfört med konventionellt trafikerade ytor. Ingen signifikant skillnad i skörd kunde dock påvisas under det andra försöksåret som var ett torrt år med odling av havre (Chamen *et al.*, 1992). I Sverige fick Håkansson (1988 Citerad i Chamen *et al.*, 1992) över 10 % ökad skörd i otrafikerade jämfört med konventionellt trafikerade ytor.

År 2010 lades två fältförsök ut i Uppsala och Skåne för att undersöka effekterna av CTF. Johan Arvidsson och Lena Haby är ansvariga för dessa försök. Detta projekts syfte är att renodla effekten av att koncentrera körspåren jämfört med slumpmässig körning i annars likvärdiga bearbetningssystem. Hösten 2011 söktes en utökning av det befintliga projektet H0960099 från SLF med medfinansiering från Agroväst. Utökningen innebar ett fältförsök i Västra Götaland utöver de två i det befintliga projektet (ett på mellanlera till styv lera i Mellansverige och ett på moränlera i södra Skåne). Projektet utökas då med ytterligare klimatologiska förhållanden. Försöket i Västra Götaland skall genomföras på mellanlera till styv lera.

Det som tillkom i försöket i Västergötland var ett försöksled som ska plöjas medan övriga moment ska utföras enligt CTF. Inför utläggning 2012 diskuterades inom POS var försöket skulle placeras. Vi har genomfört denna förstudie för att dels hitta en bra försöksplats men också för att vi ville dokumentera några gårdar som är på gång att lägga om till CTF eller har gjort det. Vi har intervjuat lantbrukare för att höra deras motiv och förväntningar, vilken maskinteknik som kommer att användas och vilka problem de har eller haft innan de har gått över till CTF. Denna information är också intressant att ha som underlag när det gäller fortsatta studier och försök med infiltration och skördemätning. De gårdar som intervjuats är Bondekompaniet, Vadsbo mjölk, Larsgården och Bjertorps lantbruk.

### **Slutsats och diskussion**

Alla fyra lantbrukare konstaterade att problemen med markpackning och för mycket vatten har drastiskt ökat de sista åren. Ingen av dem tror att det bara finns en lösning utan troligen måste olika jordbearbetningsåtgärder sättas in beroende på inriktning på växtodlingen, jordart och arrondering på gården. Problemet kommer att fortsätta att vara i fokus då gårdarna fortsätter att bli större och då även maskinparkens kapacitet. Idag är de största problemen strukturskador i både alv och matjord. Det är också svårt att bli av med överskottsvatten trots relativt ny dränering. De gårdar som odlar vall upplever stora mekaniska skador på vallgrödan samt att rödklövern utvintrar fort.

Det som kännetecknar de gårdar som har gått över till CTF i någon form är att de är intresserade av ny teknik som RTK-GPS, N-sensor mm. Just nu sker en snabb utveckling kring ny teknik och tekniken idag gör att det är möjligt att anlägga fasta körspår väldigt exakt.

Förhoppningen med CTF är att strukturen ska bli bättre och det ska generera skördeökningar och fler maskar. De gårdar (Viken och Vadsbo) som har vall tror att den största vinsten blir minskade mekaniska skador som gör att vallarna kanske kan ligga något år till.

CTF minskar ju behovet av luckring och därmed också bearbetningsbehovet. Därför passar CTF bäst tillsammans med reducerad bearbetning eller direktsådds-system. Eftersom CTF går ut på att skapa så stor ofrafikerad yta som möjligt, passar plogen med sin relativt smala arbetsbredd inte särskilt väl i konceptet. Plöjning förstör dessutom bärigheten i de fasta körspåren. Men flera av lantbrukarna är väldigt skeptiska till att helt ta bort plogen. Reducerad bearbetning har ej slagit så hårt i Västsverige på grund av det blöta klimatet. Och ibland upplever lantbrukarna att plogen är det enda sättet att bruka jorden. En stor vinst av att gå över till CTF är den minskade energiförbrukningen som nämndes av Ulf Hallén dock beror den kanske till stor del på att plogen inte längre används. Det återstår att se hur ett system med plöjning och CTF kan minska energiförbrukningen.

Det finns många aspekter att ta hänsyn till när man väljer sitt jordbearbetningskoncept, väderlek, jordart, arrondering och kapacitet. Det blir intressant för västsvenska lantbrukare att följa försöket med fasta körspår för att se hur CTF passar in på en jord med hög lerhalt, dålig genomsläpplighet och ett blött klimat.

## Utåtriktad verksamhet

### ***Borgeby fältdagar***

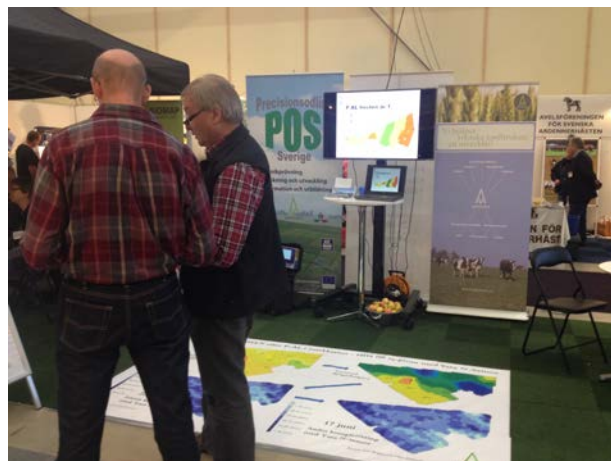
Henrik Stadig var på Borgeby och representerade POS i Lanmännens N-sensortält den 26 – 27 juni 2013.

### ***Slätte ekodag***

Den 19 juni deltog POS för andra året på Slätte ekodag. POS och Precisionsskolan visades upp av Kristin Piikki och Christina Lundström.

### ***Jordbrukardag på Logården***

2013 års jordbrukardag på Logården genomfördes den 2 juli. POS delade monter med SLU och representerades av Henrik Stadig, Christina Lundström och Johan Roland.



### ***Elmia lantbruk - djur och inomgård***

Den 23-26 oktober deltog POS tillsammans med Agroväst på Elmia lantbruk – djur och inomgård. Då mässan till stor del vände sig till djurbönder diskuterades metoder för varierad stallgödselspridning och komplettering med handelsgödsel.





## 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 4 listas projekt 2013 som kan räknas som uppväxling från POS verksamhet och som 2013 uppgick till en total summa på 7,37 milj kronor.

**Tabell 4. Relaterade projekt med annan finansiering 2013.**

Titel och beskrivning	Projektansvarig	Finansiär	Löptid	Budget 2013/tot
<b>N-Sensor i växtodlingen - sensorer</b> Tillgång till Traktorburen, bilburen och tre handhållna sensorer för forsknings – och utvecklingsändamål.	Knud Nissen	Yara	Tills vidare	100' kr/år
<b>N-Sensor i växtodlingen - utvärdering</b> Mätningar i Mellan- och Sydsverige med handsensor i parcellförsök och utvärdering av rådata.	Knud Nissen	Yara / Lantmännen	Tills vidare	140' kr/år
<b>Forskartjänst inom området precisionsodling</b> SLU's motfinansiering till POS.	Bo Stenberg	SLU		900' per år
<b>Doktorandtjänst:</b> Cognition and decision making in the adoption of new agricultural technologies: The case of decision support systems in precision agriculture	Anders Jonsson	SLU	2014-2015	788'/1576'
<b>Bestämning av växtplatsanpassad kvävegiva baserad på N-sensor och simuleringsmodell</b> 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'
<b>Biologisk markkartering (BioSoM)</b> 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' /7000'
<b>Identifiering av kritiska källområden och transportvägar för fosfor</b> Kombination av en konceptuell hydrologisk modell och moderna fältmätningstekniker, sensorer, för att identifiera hydrologiska källområden och dominerande flödesvägar av P till ytvatten.	Lars Bergström, Mats Söderström, Bo Stenberg, m.fl.	SLF	2010-2013	1000'/2750'
<b>Validering och implementering av NIR-teknik i jordlaboratoriets analysrutiner för billigare markkartering</b>	Bo Stenberg, Johanna Wetterlind, Rikard Westbom (Eurofins)	SLF	2011-2013	250'/500'
<b>Jordartskartering av matjord och alv direkt i fält</b> Tredimensionell markkartering med en uppsättning marksensorer, t.ex. NIR, ECa och Gamma.	Bo Stenberg Kristin Piikki Mats Söderström Johanna Wetterlind	SLF	2011-2013	300'/1 000'

<p><b>Optimal kvävegödsling på våren till höstraps</b> 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><b>Markkartering direkt i fält med nära infraröd spektroskopi – identifiering av viktiga interaktioner mellan spektralt aktiva markparametrar</b> 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><b>Platsspecifika riktivor för kväve</b> Det har genom åren utförts ett stort antal kvävegödslingsförsök på olika platser i Sverige. Projektet ska utforska variationen i försöksdatadasen, undersöka om grödans kväverespons kan kopplas till lokalklimat, jordart etc och utvärdera om dagens riktivor för kväve kan bli mer träffsäkra genom anpassning till lokala odlingsförhållanden.</p>	Kristin Piikki	SJV	2012-2013	309'/634'
<p><b>Fasta körspår – skördepotential och effekter på markstruktur</b> 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><b>Spridningsvägar för kemiska bekämpningsmedel till ytvatten</b> 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 i serien Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter:

- 30 Piikki, K., Wetterlind, J., Söderström, M. & Stenberg, B. 2013. Jordartskartering av matjord och alv direkt i fält.
- 29 Krijger, A-K. 2013. Kontrollerad trafik (CTF) – en förstudie
- 28 Ståhl, P., Söderström, M & Adolfsson, N. 2013. Gradering av rotogräs i ekologisk odling med hjälp av fotografering från obemannat flygplan (UAV).
- 27 Lundström, C (red). 2013. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2012.
- 26 Söderström, M. & Nyberg, A. 2013. Nyckeltal för bedömning av ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodling
- 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 maltkornskvalitet 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.precisionsskolan.se>