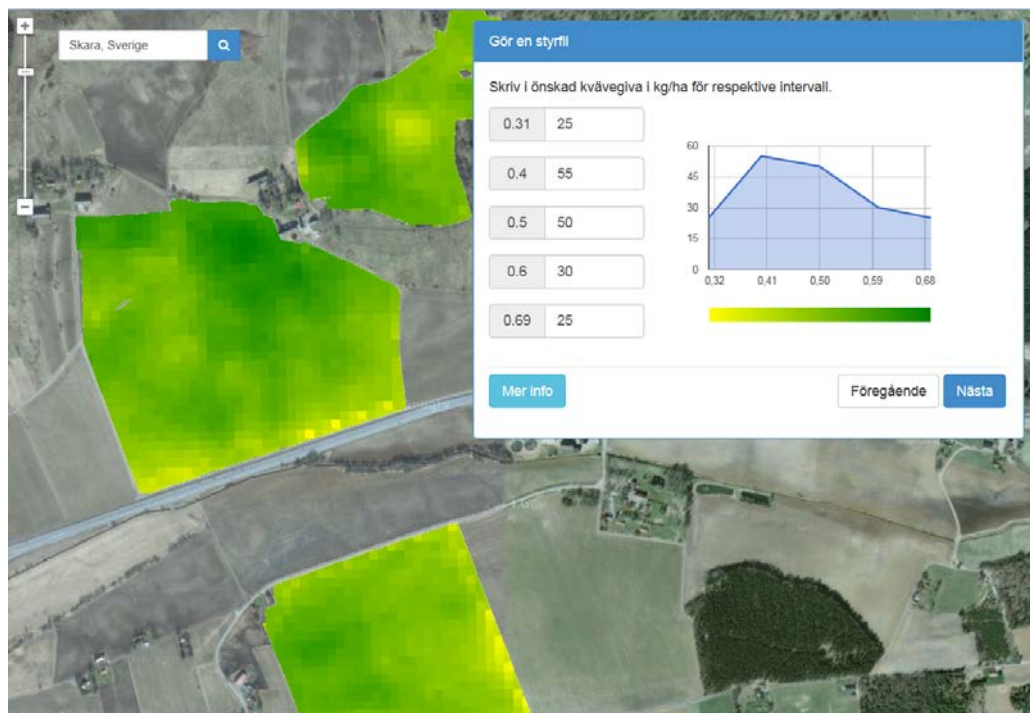




Verksamhet i AGROVÄST-projektet

## Precisionsodling Sverige, POS, 2014



Christina Lundström (red)

## Förord

Så har ytterligare ett år förflutit i precisionsodlingens tecken. Under året har POS största succé genom tiderna släppts, ett webverktyg för beräkning av styrfiler för kvävegödsling med hjälp av satellitbilder. Sällan har ett så stort intresse noterats inom lantbrukarkåren och bland rådgivare. Nu tror vi att proppen har gått ur och vi ber att få tacka alla som deltagit i och bidragit till arbetet under året samt önskar er en trevlig läsning!

Skara 2015

Christina Lundström (red)

Bild framsidan: skärmdump från det internetbaserade webverktyget (föregångare till Cropsat) som POS, genom samarbete mellan personer från SLU, Yara, Hushållningssällskapet och Dataväxt, tog fram under 2014 med finansiering från SLF.

## Innehållsförteckning

|  |    |
|--|----|
| <i>Förord</i> .....  | 2  |
| <i>Innehållsförteckning</i> .....  | 3  |
| <i>POS organisation 2014</i> .....   | 5  |
| Styrgrupp.....   | 5  |
| Projektgrupp.....  | 5  |
| <i>Projekt finansierade av externa finansiärer 2014</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  |
| Hållbart jordbruk genom precisionsodling .....   | 8  |
| Mätningar med Yara N-sensor i fältförsök.....  | 11 |
| <i>Projekt finansierade av POS</i> .....   | 12 |
| Pilotprojekt 3D-kamera för bättre bedömning av såbädds- och grödegenskaper .....   | 12 |
| Utvärdering av Greenseeker-mätningar i höstvetete 2013 och 2014 .....  | 18 |
| Don i havre.....   | 28 |
| <i>Utåtriktad verksamhet 2014</i> .....  | 29 |
| Hållbart jordbruk genom precisionsodling .....   | 29 |
| Borgeby fältdagar.....   | 29 |
| UAV-dag.....   | 29 |
| Innovation day .....   | 29 |
| Projektredovisning.....  | 29 |
| Kurser för studenter vid SLU och BYS.....  | 30 |
| <i>Publikationer 2014</i> .....  | 30 |
| <i>Pågående POS - relaterade projekt</i> .....   | 31 |



## POS organisation 2014

### **Styrgrupp**

POS verksamhet leds av en styrgrupp bestående av elva personer som träffas vid två tillfällen per år. Styrgruppen sammanträdde vid två tillfällen under 2014: 140311 samt 141118. 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  
Kjell Gustavsson, Agroväst  
Sofia Kämpe, Agroväst  
Ingemar Gruvaeus, Lantmännen SW Seed  
Anna Rydberg, JTI  
Magnus Börjesson, Agro Öst  
Stina Olofsson, Greppa näringen  
Christina Lundström, SLU Skara (samordnare/sekreterare)

### **Projektgrupp**

POS projektgrupp är löst sammansatt och alla med intresse inom området är välkomna att delta. Projektgruppens uppgift är att utveckla idéer och genomföra projekt. Projektgruppen sammanträdde vid fyra tillfällen under 2014: 140224, 140410, 140430, 140523 samt 140917 och 141107. Under året har dessa personen deltagit i minst ett projektgruppsmöte:

Bo Stenberg, SLU Skara (Projektledare)  
Mats Söderström, SLU Skara (GIS kompetens)  
Knud Nissen, Lantmännen (Teknik kompetens)  
Christina Lundström, SLU Skara (Samordnare)  
Kjell Gustavsson, Agroväst  
Mikael Gilbertsson, JTI  
Johan Mickelåker, Dataväxt AB  
Anders Jonsson, SLU Skara  
Anna-Karin Krijger, HS Skaraborg  
Henrik Stadig, HS Skaraborg  
Lars Wijkmark, Växa Halland  
Carl-Magnus Olsson, Yara  
Ola Rickardsson, Från ax till limpa  
Ola Sixtensson, HS Malmöhus  
Tomas Johansson, Yara  
Kristin Piikki, SLU Skara  
Sofia Kämpe, Agroväst  
Per-Erik Larsson, SJV  
Anna Rydberg, JTI  
Maria Stenberg, SJV  
Hugo Westlin, HS Väst  
Lena Engström, SLU Skara  
Johanna Wetterlind, SLU Skara  
Per-Göran Andersson, HS Malmöhus  
Fredrik Hansson, HS Malmöhus

## Projekt finansierade av externa finansiärer 2014

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

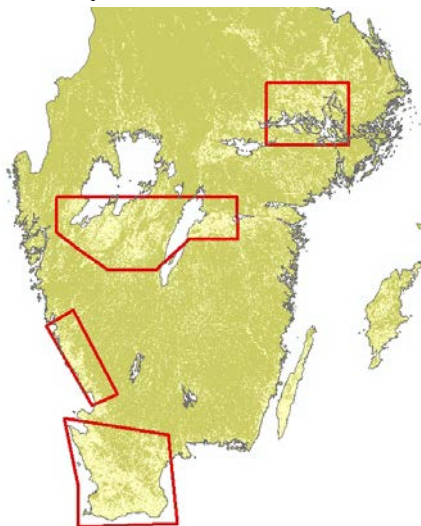
**Ansvarig:** Mats Söderström, SLU

**Finansiär:** SLF

Projektet pågick under 2013-2014 och slutredovisas under 2015.

#### Frågeställning, mål och motivering

Målet med föreliggande projekt var att utveckla och utvärdera satellitdatabaserade råd gällande kompletteringsgödsling med kväve och svampbekämpning i höstvet. Även möjligheten att tidigt ge en skördeprognos via satellit skulle undersökas. Projektet var på två år varav fokus under det första året var datainsamling, modellutveckling och analyser, och under det andra året test av tillämpning och utvärdering. Data samlades in över en stor del av vår jordbruksmark, där information om varje 22x22 m<sup>2</sup> yta togs fram. En satellitdatamodell som byggde på uppskalning av befintliga N-sensorrekommendationer skulle utprovas och valideras. Ett fungerande system som baserades på projektresultaten levererade 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. Idag ligger systemet på internet och är tillgängligt för alla via Precisionsskolans respektive Dataväxts hemsida. Under 2015 kommer Greppa att finansiera arbete och satellitbilder till en fortsättning.



**Figur 1. Planerade projektområden.**

Läs mer och testa verktyget på:

<http://vegetationsindex.datavaxt.se/>

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

**Ansvarig:** Mats Söderström, SLU

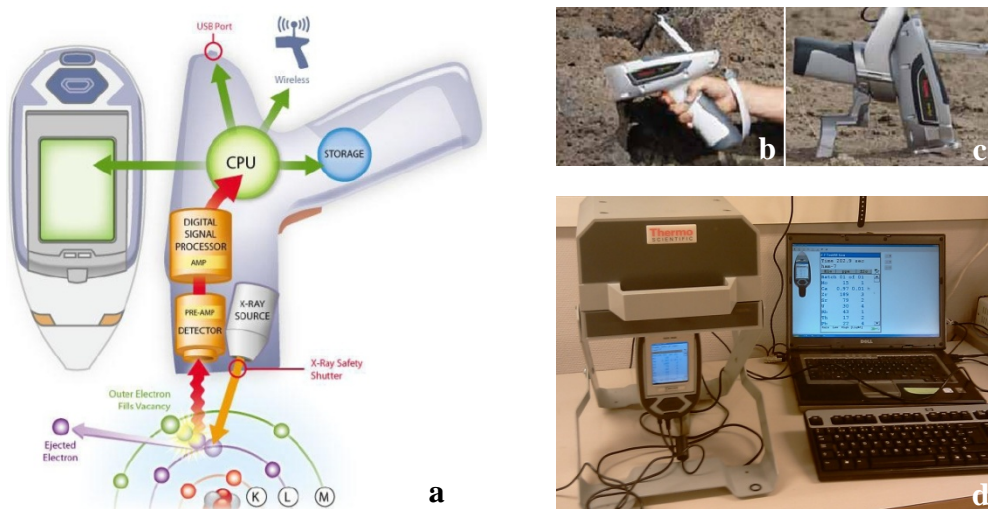
**Finansiär:** SLF

Projektet genomfördes under 2013 och slutredovisas 2015.

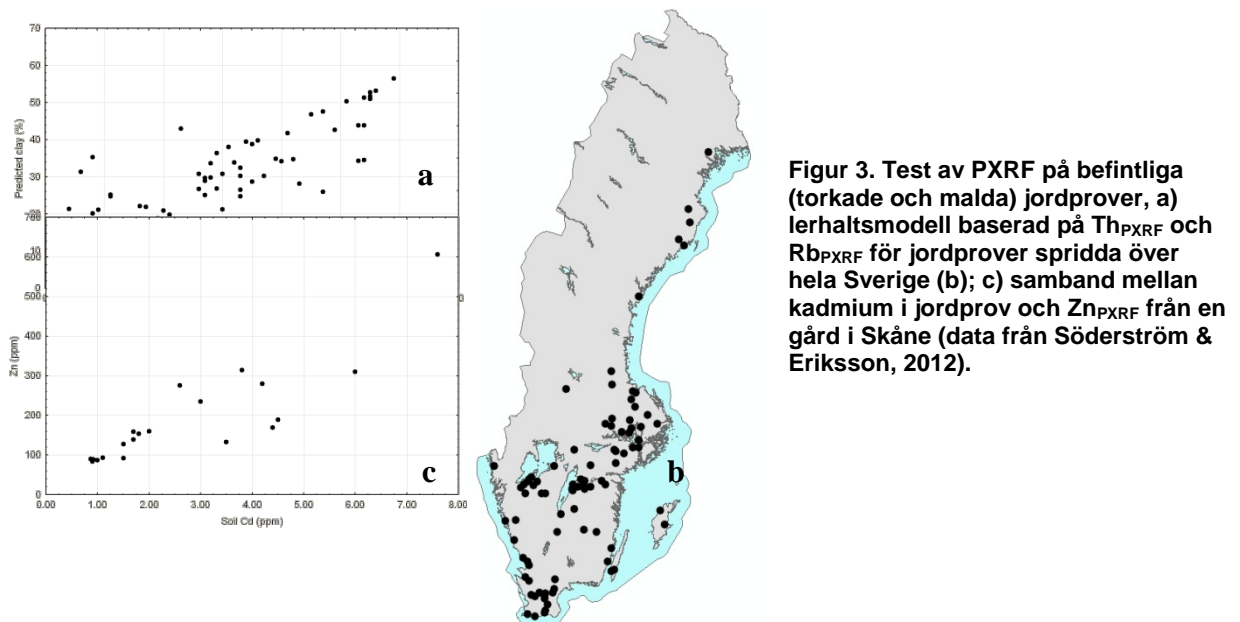
#### Sammanfattning och syfte

Portabel röntgenfluorescens (PXRF) är en teknik som utvecklats mycket de senaste tio åren, och används t ex inom metallindustri, miljöutredningar, prospektering och arkeologi. Inom

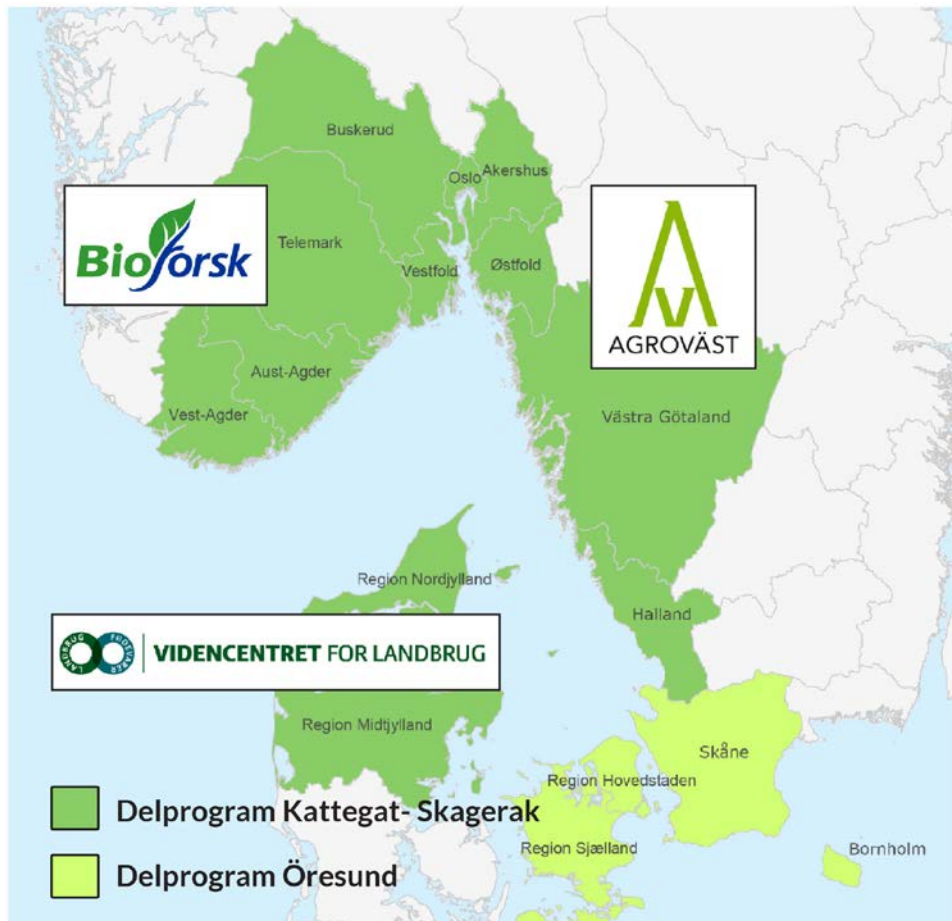
jordbruket är användningen ännu så länge begränsad. Med ett behändigt instrument kan mätning göras direkt i fält, och innehållet av en lång rad olika grundämnen kan bestämmas. En mindre undersökning utförd på torkade och malda jordprover ligger till grund för denna studie. Det visade sig gå bra att göra 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 var syftet att utvärdera möjligheten med direkt fältmätning. Vi utförde mätningar på ett par gårdar i Falbygden i Västergötland där det är mycket skiftande jordar med olika modermaterial. Vi avsåg att undersöka om det går att ta fram prediktionsmodeller för ler, sand, organiskt material, P, K, Ca, Cu, Mg, Mo och Cd. Om tekniken fungerade i fält kunde det minska behovet av jordprovtagning och kostnader för analys i laboratorium, underlätta utläggning av försök och kanske direkt ge svar på misstänkta växtnärsbrister.



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).



## ***Hållbart jordbruk genom precisionsodling***

### ***Ansvarig och finansiering:***

Ett förprojekt har genomförts under 2014 av de tre parterna Agroväst/POS i Sverige, Videncentret for Landbrug i Danmark och Bioforsk i Norge. Projektet har till hälften finansierats av EU genom Interreg IVA Öresund-Kattegatt-Skagerack (ÖKS). Agroväst har varit Lead Partner med Kjell Gustafsson som projektkoordinator. Fem huvudaktiviteter har genomförts i projektet och dessa redovisas här.

### **Förstudierapport**

Denna rapport behandlar ämnet precisionsodling - även kallad platsanpassad odling - med fokus på en sammanfattande beskrivning av den teknik som används och vilka ekonomiska och miljömässiga fördelar som kan nå genom att använda tekniken, framförallt inom ÖKS-området. Syftet med rapporten är att ge en förståelse för vad precisionsodling är, visa på fördelar och möjligheter med tekniken och ge förslag på hur vi ska möta lantbrukarnas behov så att fler använder sig av den. Variationerna inom ett fält kan ibland vara mycket stora, vilket innebär ett stort behov av att sprida t.ex. kalk, kväve och annan växtnäring med behovsanpassade doseringar över fältet. Men även bearbetningsintensitet, utsädesmängd, och dosering av ogräs- växtskydds- och tillväxtreglering kan och bör vid betydande inomfältsvariation anpassas efter behovet.



Förstudierapporten har sammanställts av de tre koordinatörerna Kjell Gustafsson, Agroväst, Kathrine Hauge Madsen, Videncentret for Landbrug och Therese With Berge Bioforsk. Men med inspel från många medverkande från Danmark, Norge och Sverige.

Förstudierapporten bifogas som en bilaga till denna slutrapport. Även en broschyr som på ett illustrativt sätt presenterar behovet av framtida utveckling av odlingsteknik och det genomförda förprojektet har också tagits fram och tryckts i 2000 exemplar. Förstudierapporten utgör även Teknisk Rapport nr 32 2015 från POS.

#### Mötesplatser

Vi har genomfört ett stort antal möten under förprojektet. Syftet med dessa har varit att först informera alla intressanta aktörer inom temaområdet angående möjligheterna och fördelarna med att delta i ett Interreg-projekt inom ÖKS för att därefter samordna lämpliga aktörer för att utveckla angelägna gränsöverskridande frågeställningar inför utformandet av olika aktivitetsförslag till en ansökan om ett större genomförandeprojekt. Totalt har vi anordnat 11 olika mötesplatser med totalt 396 deltagare varav 118 kvinnor och 278 män. Här redovisas alla anordnade mötesplatser med plats, datum, aktuell frågeställning, målgrupp och antal deltagare.

- Green Tech Park Skara, 10/3 2014, info om projektet till alla som verkar på Skara Campus, 25 delt. (11 kvinnor, 14 män)
- Uddetorps Naturbruksgymnasium, 22/5 2014, transnationellt möte om UAV-teknikens möjligheter inom precisionsodlingen, lantbrukare, rådgivare och forskare, 80 delt. (21 kvinnor, 59 män)
- SLU Skara, 23/6 2014, planeringsmöte med avd. Precisionsodling och pedometri, SLU-forskare, 7 delt. (4 kvinnor, 3 män)
- SLU Alnarp, 24/6 2014, planeringsmöte mellan SLU Alnarp, Partnerskap Alnarp, SLU Skara och Agroväst, forskare och projektsamordnare, 17 delt. (8 kvinnor, 9 män)
- Borgeby Fältdagar seminarietält Axet, 25/6 2014, information om projektet, lantbrukare, rådgivare, maskinbransch, 24 delt. (7 kvinnor, 17 män)
- Borgeby Fältdagar seminarietält Axet, 26/6 2014, information om projektet, lantbrukare, rådgivare, maskinbranschen, 24 delt. (2 kvinnor, 22 män)
- Hotell Högländ Nässjö, 26/8 2014, information om projektet till Fältforsks ämneskommitté för växtnäring, forskare, rådgivare, fältförsöksutförare, 21 delt. (9 kvinnor, 12 män)
- SLU Alnarp, 27/8 2014, information om projektet till Fältforsks ämneskommittéer för växtskydd och vattenmiljö, forskare, rådgivare, fältförsöksutförare, växtskyddsbransch, 36 delt. (14 kvinnor, 22 män)
- Stadshotellet Skara, 15/9, info om bl a nya ÖKS-programmet, presumtiva deltagare i genomförandeprojektet, 41 delt. (10 kvinnor, 31 män)
- Stadshotellet Skara, 16/9 2014, transnationellt planeringsmöte, presumtiva deltagare i ett genomförandeprojekt, 40 delt. (10 kvinnor, 30 män)
- Elmia Lantbruksutställning, 24/10, information om projektet till utställare, 22 delt. (8 kvinnor, 14 män)
- Kulturhuset Skövde, 18/11 2014, information om planerade aktiviteter i ansökan till ett genomförandeprojekt, lantbrukare, rådgivare forskare, databransch, 19 delt. (8 kvinnor, 11 män)
- MCH Herning Kongresscenter, 24/11, information om projektet på Nordiska Jordbruksforskarens seminarium i samarbete med lantbruksutställningen Agromek, forskare, rådgivare, lantbrukare, maskinbransch, 40 delt. (6 kvinnor, 34 män).

## Aktivitetsbeskrivningar

Syftet med förprojektet var att engagera så många intressanta aktörer inom tema- och ÖKS-området som möjligt. Syftet var också att få dem intresserade av att utveckla sina innovativa idéer inom ett genomförandeprojekt under 2015-2018. Vid de transnationella mötena i Skara 15-16/9 med 40-talet deltagare från Sverige, Norge och Danmark gick projektet in i en intensiv fas med att utveckla aktivitetssidéer till en ansökan för ett fullskaleprojekt. Vid de mötena utvecklades aktivitetsgrupper som under mötet och under efterföljande delen av projektiden kontinuerligt utvecklats dessa idéer till konkreta och budgeterade aktiviteter. Detta är innovativa idéer som om de får möjlighet att genomföras kommer att stärka näringsliv, produktivitet och miljö inom ÖKS-området. De aktivitetssidéer som utvecklats inom förprojektet är:

- Varierad kvävegödsling i höstvetete för bättre miljö med hjälp av satelliter, drönare och traktorburna sensorer
- Förbättrad markkartering genom onlineanalys av P och K direkt i fält
- Effektivare utnyttjande av stallgödsel och rötresten genom onlinemätning av växtnäringsinnehåll, surgörning och ökad precision av spridningen
- Sensorstyrd ogräskontroll: ogräsharvning/radhackning vid små radavstånd och kompletterande radsprutning i stråsäd och oljevaxter
- Nya tekniker för prognos och varning av växtskadegörare och mykotoxiner för ökat platsanpassat och integrerat växtskydd
- Index för fältvariationer som visar på precisionsodlingens lönsamhet
- Simulatorbaserad lärmiljö för utbildning i att använda olika nya tekniker
- En gemensam databas för optimala styrformler
- Ekonomisk utvärdering av precisionsodlingsteknik
- Sensorstyrd jordbearbetning
- GPS-positionering av fågelbon

## Gränsregionala erfarenheter

Vi har enbart fått positiva erfarenheter av att driva ett förprojekt i en gränsregional miljö. Inom ÖKS-området finns en mycket god kompetens inom företag, forskning, rådgivning och praktiskt jordbruk gällande vårt temaområde. Det har varit mycket positivt att i ett förprojekt sammanföra denna kompetens i syfte att utveckla nya innovationer till gagn för såväl ekonomi som miljö och social utveckling. Detta kommer att väsentligt stärkas av det genomförandeprojekt som har utvecklats inom förprojektet och som vi verkligen hoppas kommer att kunna finansieras. Om så sker kommer såväl tillverkande som säljande teknikföretag, universitet, institut, rådgivningsorganisationer och inte minst det praktiska jordbruket inom ÖKS-området att väsentligt stärkas. ÖKS-området kommer då att ytterligare utvecklas mot att bli ett europeiskt kraftcentrum för utveckling, tester och marknadsföring av ny teknik och kunskap inom modern precisionsinriktad växtodling.

## Ansökan genomförandeprojekt

Vår avsikt är att ansöka om medel till ett projekt för att genomföra de 11 aktivitetsförslag som har arbetats fram inom detta förprojekt under hösten 2015.

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

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

**Finansiering:** Yara AB

Under 2014 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. Från och med 2014 mäts också kväveförsök i höst och vårraps mer kontinuerligt. Metoden är densamma som för höstvetete. Genom att mäta vårens mineralisering ska kvävegödslingen kunna optimeras. I höstrapsen tar man även hänsyn till upptaget kväve på hösten samt naturligtvis skörden.

Med N-sensorn har man mätt samtliga led i den försöksserie som legat i höstvetete, totalt 15 försök placerade över landet. 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 sedan kompletteringsgödselats 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 visar 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 2014 utförda i de regionala försöken.

## 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. Under 2014 beviljade POS medel till tre mindre pilotprojekt:

| <b>Beviljade pilotprojekt 2014</b>                         | <b>Ansvarig</b> | <b>belopp</b> |
|--|-----------------|---------------|
| Jämförelse av handburna grödsensorer i Västergötland 2014  | L Engström      | 50 000        |
| Flygbilder för höjd precision vid val av ogräsförsöksplats | O Sixtensson    | 18 500        |
| Don i havre  | B Roland        | 30 000        |
| <b>Summa</b>   |                 | <b>98 500</b> |

Nedan redovisas projekt som beviljats medel under 2013 och 2014.

### ***Pilotprojekt 3D-kamera för bättre bedömning av såbädds- och grödegenskaper***

**Ansvarig:** Johan Arvidsson, SLU, Mikael Gilbertsson, JTI, Anders Larsolle, SLU, Bo Stenberg, SLU, Francesco Marinello, University of Padova, Italien

#### Bakgrund

Mätningar av mark- och grödegenskaper i försöks- och forskningsverksamhet är till stor del arbets- och tidskrävande, dyra, och dessutom destruktiva. Detta leder till att det ofta görs få mätningar för att t.ex. karakterisera uppkomst- och tillväxtförlopp i fältförsök. I bl.a. jordbearbetningsförsök finns ett särskilt behov av att kunna karakterisera markegenskaper, bl.a. bearbetningsresultat i form av aggregatstorleksfördelning. Etableringen är det kanske viktigaste momentet i växtodlingen, och styrs av såbäddens egenskaper, främst aggregatstorlek, bearbetningsdjup och vattenhalt i såbotten. I en stickprovsundersökning i kornfält i Uppland utförd av Pettersson (2011) var vattenhalten i såbotten den enskilt viktigaste faktorn för god uppkomst, följt av andelen fina aggregat i såbädden. I studien användes en helt manuell metod för att mäta såbäddsegenskaper, utvecklad av Kritz (1983), som i stort sett varit oförändrad sedan 70-talet.

Det finns alltså ett behov av att kunna utföra snabba, billiga, ickedestruktiva mätningar på ett rutinmässigt sätt, helst online. SLU och JTI bedriver sedan 2012 ett projekt där en mätplattform utvecklats för att bedöma såbädds- och grödegenskaper, figur 4.



**Figur 4. Mätvagn. Till höger vid körning för att bestämma såbäddsegenskaper.**

Projektet är finansierat av SLF, Agroväst och POS. Fokus har legat på mätning av 1) Bearbetningsdjup, 2) Bearbetningsresultat (främst aggregat-storleksfördelning), 3) Markens vattenhalt, 4) Jordart, 5) Grödans täckningsgrad vid tidig tillväxt och 6) Grödans höjd. Ett flertal olika mätsensorer har använts för att bestämma de olika parametrarna. För bestämning av såbäddens relief och grödans höjd över mark användes en punktlaser. Såbäddens relief kan användas som ett mått på bearbetningsresultat. Om mätningarna görs med tillräcklig upplösning är det också möjligt att räkna om markytans form till en fördelning av aggregatstorlek. En begränsning med denna mätmetod är att man endast kan få ett mätresultat i två dimensioner.

Markytans och grödans utseende kan även bestämmas med bildanalys. Under 2012 erhöles en god överensstämmelse mellan marktäckning mätt med laser och med bildanalys. Bildanalys kan också användas för att bestämma aggregatstorleksfördelning i markytan (Bogrekcı och Godwin, 2007).

### 3D-kamera

Numera finns det kameror som kan återge en bild med höjdinformation, så kallad 3D-kamera. En bild består ju av många pixlar och denna teknik innebär att man kan få höjdinformation på varje pixel. Systemet består av en RGB-kamera och en djupsensor. Djupsensorn består av en infrarödlaser som belyser objektet som man vill fotografera. 3D-kameratekniken har varit relativt dyr fram tills för några år sedan då videospelsbranschen började utveckla 3D-kameror. Microsoft har utvecklat en kamera som används till deras spelkonsol Xbox. Drivrutiner till denna kamera är offentlig, vilket har lett till att ett antal utvecklings- och forskningsprojekt startats kring det. T.ex. så finns det ett svenskt företag, Fotonic, som utvecklat en "ruggad" version av kameran som är tänkt att användas industriellt och till jordbruk, figur 5.

### Syfte

Syftet med projektet var att undersöka om en 3D-kamera fungerar att använda för att bestämma såbädds- och grödegenskaper.

### Material & Metod

I maj 2013 sällades aggregat i olika renfraktioner, <2 mm, 2-4 mm, 4-8 mm, 8-16 mm, 16-32 mm, 32-64 mm och >64 mm och lades ut på ett fält i ytor om ca 0,5 x 0,5 cm, se figur 2. Dessa användes sedan för flera typer av mätningar: 1. Mätvagn med punktlaser. 2. Fotografering med Fotonic 3D-kamera. 3. Fotografering med digitalkamera (Canon EOS 6D, 18 megapixels upplösning). Utöver detta gjordes även ett försök att bestämma grödans täckningsgrad med hjälp av 3D-kamera och vanlig digitalkamera.

Kamerorna monterades på ett kamerastativ som var lätt flyttbart mellan de olika ytorna. 3D-kameran var mycket ljuskänslig varför kameran var tvungen att skuggas med en mörk presenning. Punktlasern monterades på den mätvagn som utvecklats i närliggande projekt. Korrelationer mellan resultat erhållna med 3D-kamera, RGB-kamera och punktlaser jämfört med traditionella mätningar studerades. För mätningar med laser och 3D-kamera användes också statistiska analyser av variationen i erhållna mätdata. Detta innefattade bland annat markens råhet (standardavvikelse), autokorrelation och semivarians (analys av hur variansen beror på avstånd mellan provpunkter).



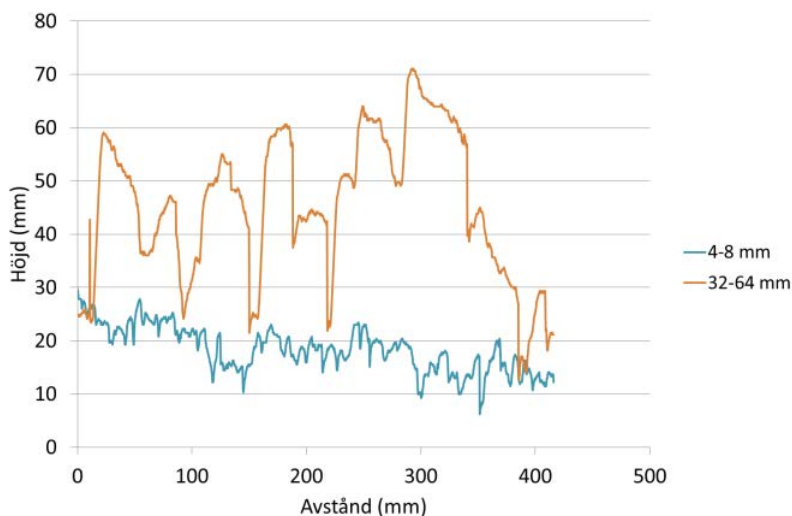
Figur 5. Till vänster mätvagn och aggregat sorterade i renfraktioner. Till höger 3D-kamera.

### Resultat

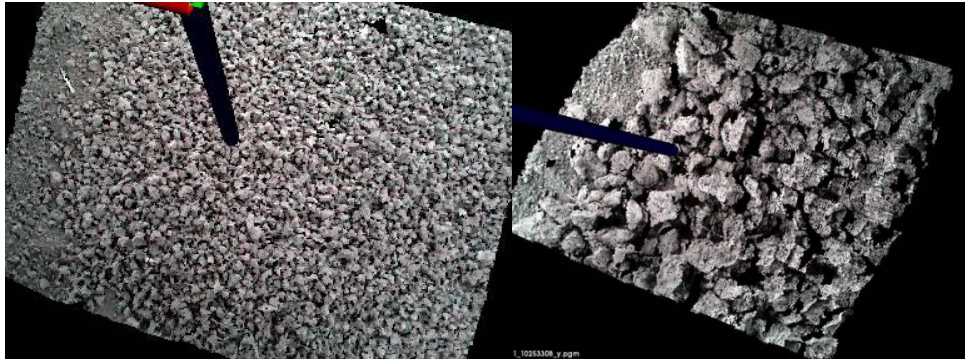
I figur 6-8 visas exempel på digitala bilder, resultat från lasermätningar och en 3D-bild från mätningar på renfraktioner av aggregat. I ett första steg analyserades råhet (standardavvikelse) på 3D-bilder, resultatet visas i figur 6. Sambandet mellan aggregatstorlek och råhet var mycket starkt. I figur 9 visas samband mellan aggregatstorlek och råhet från mätningar med laser på mätvagnen. Det fanns ett starkt samband, som dock inte var linjärt. Sambandet var starkare för logaritmerade värden på aggregatstorleken. Sambandet mellan semivarians för olika avstånd och aggregatstorlek var ändå högre än för standardavvikelse (figur 8). För små aggregatstorlekar var sambandet starkare för små avstånd, för stora aggregat var sambandet starkare för större avstånd.



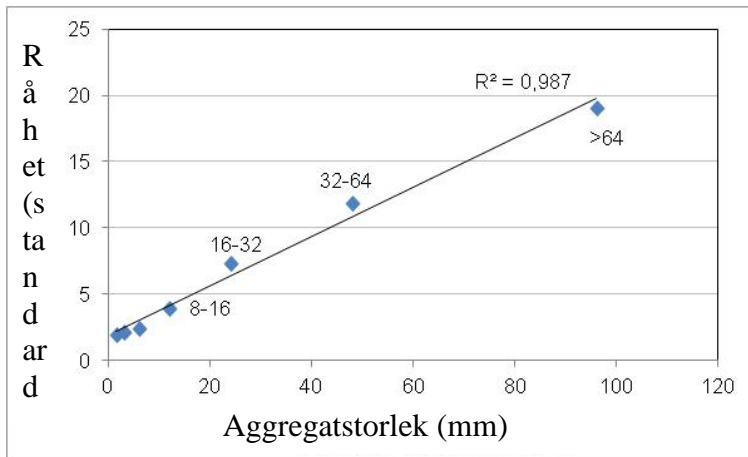
Figur 6. Bilder från mätningar i renfraktioner av aggregat. Digitala bilder av fraktionerna 4-8 och 32-64 mm.



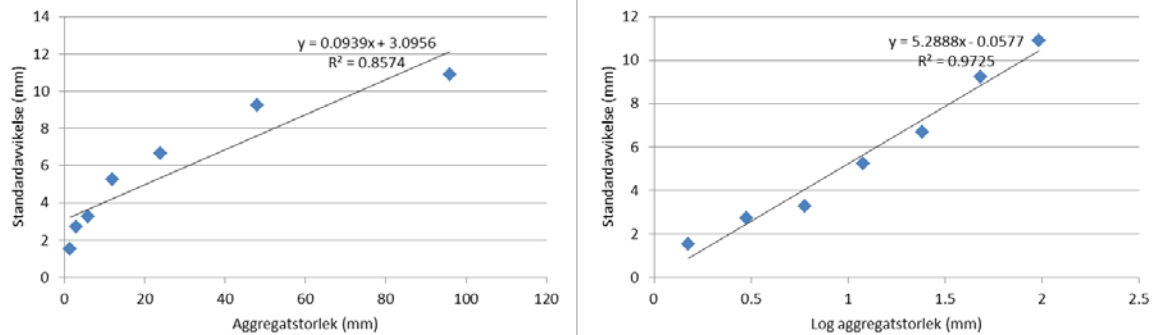
Figur 7. Resultat från lasermätningar i renfraktioner av aggregat, fraktionerna 4-8 och 32-64 mm.



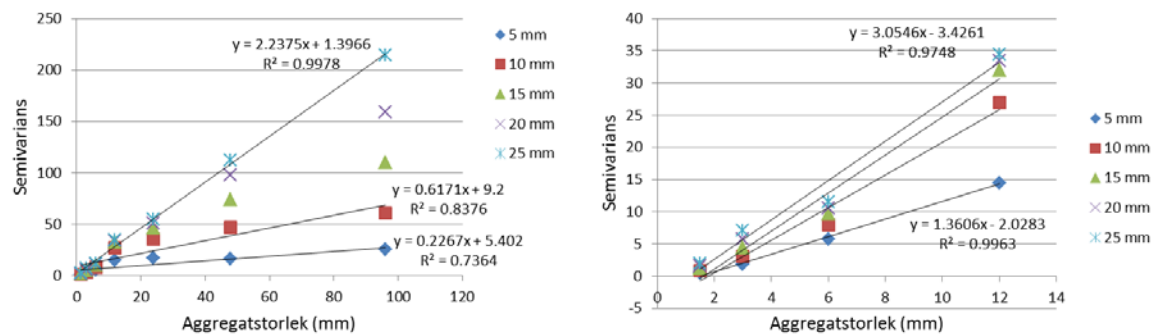
Figur 8. 3D-bilder från renfraktioner av aggregat, fraktionerna 4-8 och 32-64 mm.



Figur 9. Råhet (standardavvikelse) som funktion av aggregatstorlek från mätning med 3D-kamera.



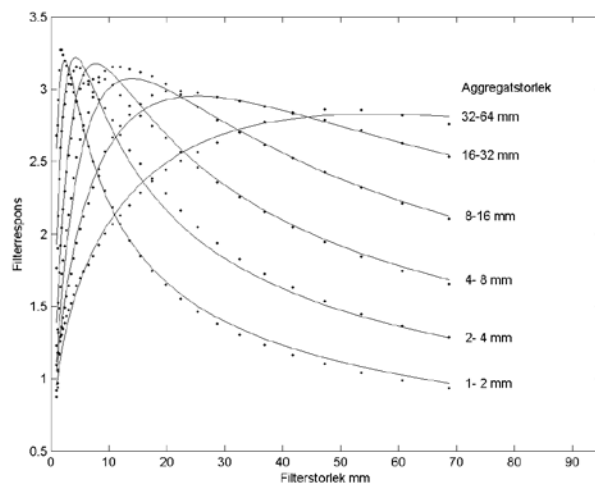
Figur 10. Standardavvikelse som funktion av aggregatstorlek (vänster) och logaritmerad aggregatstorlek (höger) för mätning med laser.



Figur 11. Semivarians för olika avstånd som funktion av aggregatstorlek för alla storlekar (vänster) och aggregat <16 mm (höger) för mätning med laser.

## Bildanalys

Förutom analysen av markens råhet gjordes också bildanalys på digitala bilder. Filterresponserna  $Z$  tillsammans med den anpassade funktionen  $f_Z$  för bilderna med sållade aggregatstorlekar ( $D = \{1.5, 3, 6, 15, 24, 48\}$  mm) kan ses i figur 12. Filtringen gjordes i x-led i bilderna, dvs. horisontellt i bilden. Punkterna visar filterresponserna  $Z$  för olika filterdiametrar  $d$  och linjerna visar den anpassade funktionen  $f_Z$ . För samtliga fraktioner erhöles ett maxvärde i funktionen nära aggregatens medeldiameter.



Figur 12. Filtersvar för bilder med sorterade aggregat (punkter). Linjerna visar anpassad funktion.

## Diskussion

Alla mätmetoder som användes fungerade i huvudsak väl. 3D-kamera fungerade bra för bestämning av råhet som hade mycket stark korrelation till aggregatstorlek i renfraktioner. Däremot fungerade det inte lika bra att bestämma täckningsgrad med 3D-kamera. En möjlig orsak till detta kan vara att skillnaden mellan gröda och jord var för liten vid det grödastadium som testet utfördes vid. En annan möjlig orsak var att enskilda blad på små plantor var i gränsoområdet för vad som var detekterbart med 3D-kameran.

I detta projekt gjordes endast inledande studier med 3D-kamera, t.ex. gjordes inga mätningar online. Frekvensen i scanningen gör antagligen att onlinemätning endast kan utföras vid låga hastigheter. 3D-tekniken ger dock möjligheter till bildanalys som är lättare att automatisera än för digitala bilder. Tekniken inom 3D-scanning utvecklas dessutom hela tiden. Motsvarande 3D-kamera idag är t.ex. inte alls lika ljuskänslig som den som användes i experimentet. För närvarande driver vår projektgrupp ett fortsättningsprojekt med särskild inriktning på användning av 3D-kamera.

## Slutsatser

De använda metoderna fungerade i huvudsak väl. De viktigaste resultaten kan sammanfattas:

- 3D-kamera hade inte lika hög upplösning som punktlaser men fungerade väl för att återge markens tredimensionella ytstruktur (ca 1 mm i höjddled och 2 mm i x- och y-led).
- Lasermätning kunde vid onlinemätning återge markytans och enskilda aggregats utseende med mycket hög upplösning (<1 mm i både längs- och höjddled). Genom mätning av avståndet till bearbetningsbotten kunde också bearbetningsdjupet bestämmas. Lasern kunde också användas för att bestämma grödans höjd och täckningsgrad.



- Markens ojämnheter hade en mycket stark koppling till aggregatstorlek, mätt både med laser och med 3D-kamera. Båda dessa metoder skulle vara möjliga att automatisera och har stor potential till on-linemätning.
- Bildanalys gav mycket lovande resultat för att bestämma aggregatstorlek, trots att denna teknik i tidigare studier oftast visat sig svår att tillämpa. Tekniken är dock svår att använda i on-linemätning.
- Metoderna lämpar sig väl i forskningssyfte. I förlängningen skulle metoderna kunna appliceras på konventionella jordbearbetningsredskap för att ge ett direkt mått på bearbetningsresultatet i fält.

#### Referenser

- Bogrekcı, I., Godwin, R.J., 2007. Development of an image-processing technique for soil tillth sensing, *Biosystems Engineering*, doi:10.1016/j.biosystemseng.2007.03.025..
- Kritz, G., 1983. Såbäddar för vårstråså. Rapport 65, avd. för jordbearbetning, inst. för markvetenskap, SLU, Uppsala. 187 sidor.
- Pettersson, L., 2011. Beståndsetablering för optimerad maltkornsodling. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen, nr 62 SLU, Uppsala.

## **Utvärdering av Greenseeker-mätningar i höstvetete 2013 och 2014**

**Ansvarig:** Lena Engström

Avdelningen för precisionsodling och pedometri, Institutionen för mark och miljö, SLU, Skara

### Bakgrund och syfte

En väl anpassad kvävegödsling är av stor betydelse för att få bästa möjliga kväveeffektivitet och minskade kväveförluster till miljön. För att kunna utnyttja skördepotentialen på en plats fullt ut är det viktigt att tillföra rätt mängd kväve och vid rätt tidpunkt. Mätningar av grödors reflektans har visat sig korrelera väl med egenskaper som påverkar tillväxt och skörd, såsom biomassa och kväveinnehåll. Traktorburna grödsensorer, som YARA N-sensor, har utvecklats med vars hjälp t.ex. kvävegödslingen kan anpassas till grödans varierande kväveinnehåll på ett fält.

En handburen grödsensor skulle vara ett bra verktyg för rådgivare och lantbrukare att göra en mer platsanpassad kvävegödsling på ett fält. En rad olika mindre handburna grödsensorer har utvecklats de senaste åren. Sensorerna använder sig av olika våglängder eller kombinationer av dessa som korrelerar till skörd eller kväveupptag i grödan, och olika sätt att beräkna kvävebehovet har tagits fram. En av dessa sensorer som finns i Sverige är GreenSeeker® Handheld cropsensor (Trimble), som utnyttjar reflektansindexet NDVI (normalized difference vegetation index) och som korrelerar med biomassa, men även skörd (Solie *et al.* 2013). Indexet beräknas som  $(NIR - Red)/(NIR + Red)$ , där NIR är nära-infrarött ljus som reflekteras av grödan och Red är rött ljus som reflekteras.

Metoden som Trimble använder sig av för att beräkna en sensorbaserad kvävegödselgiva bygger på att man gör sensormätningar på en mindre referensyta, där grödan fått mer kväve än vad som kommer att behövas (Biggs *et al.* 2002). Denna yta representerar således maxskörden på platsen och med den jämförs mätningar på det övriga fältet. Skillnaden i sensorvärde mellan maxrutan och övriga fältet ligger sedan till grund för hur kvävebehovet för grödan på övriga fältet beräknas utifrån framtagna algoritmer (Lukina *et al.*, 2001; Mullen *et al.*, 2003; Raun *et al.*, 2005), baserade på stora mängder data från flera olika regioner i USA. Anvisningarna för gödslingsrekommendationer, som medföljer GreenSeeker, bygger på att man i diagram och tabeller lägger in mätvärden och uppskattad maxskörd för att kunna beräkna en rekommenderad kvävegiva.

Syftet med denna studie var att utvärdera GreenSeekers gödslingsrekommendationer för höstvetete under svenska förhållanden 2013 och 2014.

### Material och metoder

#### *Försöksplatser och sensormätningar*

Studien utfördes i befintliga höstveteförsök med kvävestegar (0, 80, 120, 160, 200, 240 och 280 kg N/ha) som låg på olika platser i södra Sverige. 2013 gjordes mätningar med grödsensorn i sex försök i Skåne och Halland och 2014 i fyra försök i Västergötland. Alla led gödslades med huvuddelen av sin N-giva innan DC30. I led 240 och 280 tillfördes även 40 resp. 80 kg N/ha vid DC32. Mätningar gjordes vid tre-fyra olika tidpunkter mellan DC23 och DC50 och i alla kväveled i kvävestegarna. Ett medelvärde för Greenseekers NDVI  $((R780-660)/(R780+660))$  erhöles i varje försöksruta (N-led) genom att grödsensorns mätknapp hölls inne medan provtagaren gick längs med långsidan på rutan eller i rutan. Grödsensorn hölls då

på en armlängds avstånd på en rekommenderad jämn höjd, i intervallet 60-120 cm, horisontalt ovanför grödan och minst 0,5 m från rutans ytterkant.

### *Beräkningar*

Rekommenderad kvävegiva (Nrek) beräknades enligt anvisningar för det handburna instrumentet. För att beräkna Nrek behöver man ett sensorvärde (NDVI) från den yta som man tror kan behöva mer N och ett sensorvärde (NDVI) från en referensyta som fått mer än tillräckligt med kväve (maxgiva i N leden i försöken). Man behöver också uppskatta möjlig maxskörd för platsen ifråga för att ur en tabell erhålla kvävebehovet. Den verkliga maxskörden i respektive försök användes vid beräkningen, istället för uppskattad maxskörd.

Rekommenderad kvävegiva utifrån uppmätt NDVI beräknades i varje försök för 3-5 kväveled vid tre olika tidpunkter från och med begynnande stråskjutning (DC30). Syftet var att ta fram gödslingsrekommendationer för alla kväveled som hade behov av mer kväve (ej nollrutan) d.v.s. var lägre än den optimala kvävegivan men också för något led där inget behov av mer kväve fanns, d.v.s. led som motsvarade optimal kvävegiva eller mer.

Kvävebehovet (Nbehov) i ett kväveled beräknades genom att minska framräknad ekonomiskt optimal kvävegiva för försöket med den kvävegiva som lagts på våren i det aktuella kväveledet. För att bedöma överensstämmelsen mellan Nrek och Nbehov i ett kväveled subtraherades Nrek från kvävebehovet (Nbehov-Nrek). Skillnaden mellan Nbehov och Nrek i de enskilda försöken visas i tabell 1-2 och i medeltal för försöken (absoluta värden) i figur 13-14. Om skillnaden i de enskilda försöken är ett minustal betyder det att Nrek var större än Nbehov och tvärtom (tabell 1-2).

Statistisk analys (Anova, GLM, Minitab16 Statistical Software) gjordes för att undersöka om Nbehov-Nrek var olika beroende på mättidpunkt, kväveled och om ett samspel mellan mättidpunkt och kväveled fanns.

Enligt GreenSeekers anvisningar är den framräknade N-givan bara en uppskattning och man rekommenderas att göra en mer korrekt beräkning på en "online calculator": [www.trimble.com/agriculture/greenseeker](http://www.trimble.com/agriculture/greenseeker). På denna hemsida ska man förutom sensorvärden och maxskörd även lägga in antal dagar från sådd till mättillfälle med daggrader (GDD)  $>0^{\circ}\text{C}$ . Noll grader användes här för att förenkla för användaren, egentligen är det  $3^{\circ}\text{C}$  som ska användas (Raun *et al.*, 2005). För detta räknades GDD $>0^{\circ}\text{C}$  ut för de fyra försöken 2014 och N givor beräknades.

### *Samband mellan skörd och NDVI och validering av modeller*

För att undersöka sambandet mellan skörd och NDVI samt skörd och NDVI/antal dagar från sådd till mättidpunkt då daggrader  $>3^{\circ}\text{C}$  (GDD $>3$ ) vid de olika mättillfällena användes linjär regression. Dessa modeller (samband) testades sedan genom att korsvis validering gjordes. Den går ut på att ett försök i taget plockades bort och sen predikterades dess skörd utifrån en regressionsekvation gjord på de resterande försöken. Medelavvikelsen (RMSECV), RPD (RMSECV/stdav(skörd)) och medelfel (absolutvärde) beräknades för predikterad skörd jämfört med uppmätt skörd. Årsvis validering gjordes inte då endast data från två år ingick i studien.

## Resultat och diskussion

### *Gödslingsrekommendation jämfört med kvävebehov*

2013 var både skördar och ekonomiskt optimala kvävegivor (OptN) låga, i medeltal 77 dt/ha och 146 kg N/ha för de sex försöken (tabell 1). Den sensorbaserade rekommendationen underskattade kvävebehovet generellt. Skillnaden mellan Nbehov och Nrek var i medeltal för försöken lika stor oavsett mättillfälle, då inga statistiskt signifikanta skillnader ( $p < 0,05$ ) fanns mellan de tre mättillfällena (figur 13). Inget samspel förekom mellan N-led och mättidpunkt men signifikanta skillnader fanns mellan N-led. Skillnader fanns mellan försöken.

Skillnaden mellan Nbehov och Nrek var signifikant större i de N led där det fanns ett större kvävebehov (80N och 120N) jämfört med led 160N där ett lågt eller inget kvävebehov fanns (figur 13b). Från och med N-led 120N och uppåt, där kvävebehovet i medeltal var 27 kg N/ha eller mindre var skillnaden (Nbehov-Nrek) 22 kg N/ha eller lägre. I N-led 80N var kvävebehovet 66 kg N/ha och skillnaden (Nbehov-Nrek) 36 kg N/ha.

2014 var både skörd och OptN höga i de enskilda försöken, i medeltal 128 dt/ha resp. 207 kg N/ha för de fyra försöken (tabell 2). Den sensorbaserade rekommendationen underskattade kvävebehovet i alla försök utom i ett där det överskattades (Skoftoby). Skoftoby var också det enda försöket som hade en relativt låg OptN. Skillnaden mellan Nbehov och Nrek var i medeltal för försöken något lägre för de två senare mättillfällena jämfört med första. En skillnad ( $p = 0,05$ ) fanns mellan mättillfälle två och ett (figur 14), dvs att skillnaden (Nbehov-Nrek) var mindre vid DC39-41 jmf med DC30-31. Som för 2013 fanns inget samspel mellan N-led och mättidpunkt men signifikanta skillnader fanns mellan N-led. Signifikanta skillnader fanns också mellan försöken.

Även detta år var skillnaden mellan Nbehov och Nrek signifikant större i de N-led (80N, 120N och 160N) där det fanns ett större kvävebehov jämfört med N-led (200N och 240N) där ett lågt eller inget kvävebehov fanns (figur 14b). Vid DC39-41 var skillnaden (Nbehov-Nrek) 27 kg N/ha eller mindre fr.o.m. N-led 160N och uppåt, dvs i led med ett kvävebehov på 55 kg N/ha eller mindre, i medeltal. I N-led 120N var kvävebehovet 87 kg N/ha och skillnaden (Nbehov-Nrek) 34 kg N/ha.

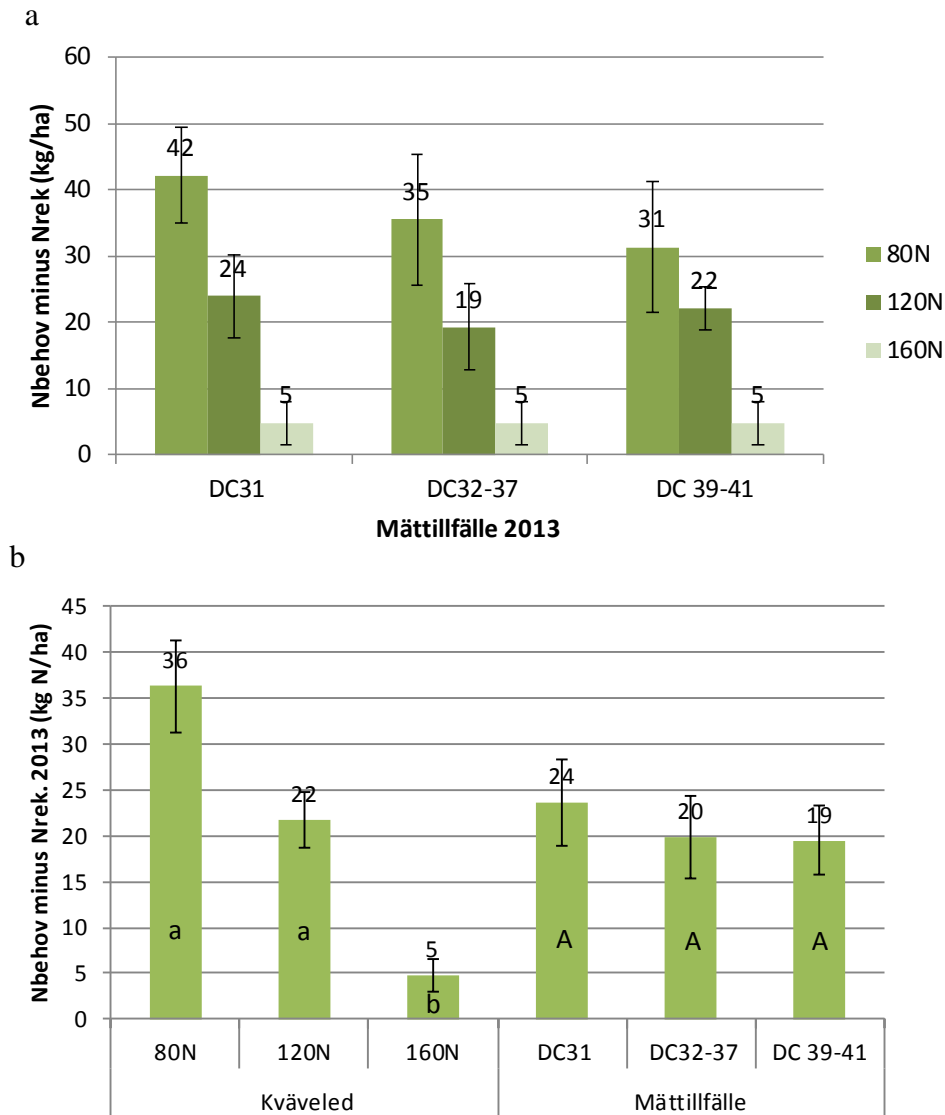
För båda åren gällde därmed att skillnader (Nbehov-Nrek) på mindre än 30 kg N/ha endast kunde erhållas när grödans kvävebehov var under ca. 70 kg N/ha vid mättillfället, under förutsättning att man vet maxskörden för fältet. Om man måste uppskatta maxskörden sjunker rimligtvis noggrannheten.

Gödslingsrekommendationer för försöken 2014 togs även fram enligt GreenSeekers ”online calculator”, där man förutom mätvärden och maxskörd även lägger in antal dagar från såtid till mättillfälle med daggrader  $>0^{\circ}\text{C}$ , men skillnaden till Nbehov blev inte mindre än i det resultat som redovisats här (data visas inte).

Den stora variationen i skillnaden (Nbehov-Nrek) i försöken kan möjligtvis delvis bero på handhavandet av grödsensorn vid mättillfället. I en studie av Kipp *et al.* (2013) visar man att det är av stor vikt att mäta på avstånd i intervallet 70-110 cm från grödan med grödsensorn för att få bra mätvärden.

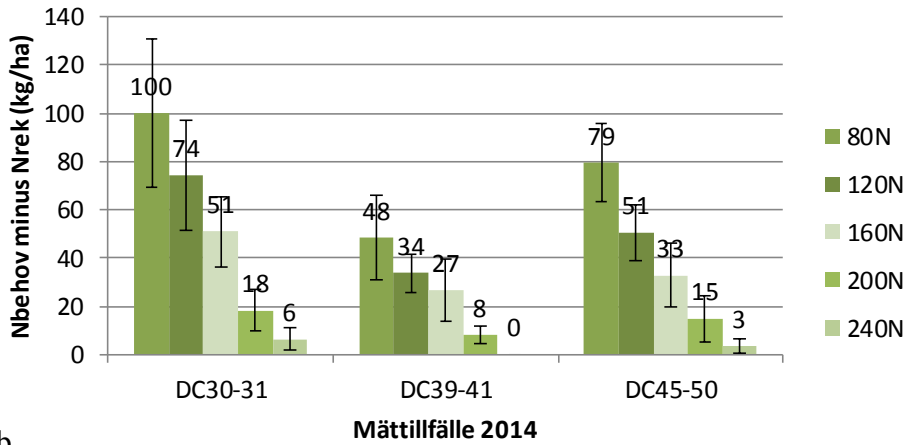
Enligt Bill Raun som arbetat med att utveckla algoritmer och gödslingsrekommendationer för GreenSeekern vid Oklahoma State University (personligt meddelande) ska gödslings-

rekommendationerna även gälla norra Europa. Flera andra länder har tagit fram algoritmer baserade på egna data för att testa instrumentet. Han bekräftar att gödselrekommendationerna generellt underskattar kvävebehovet.

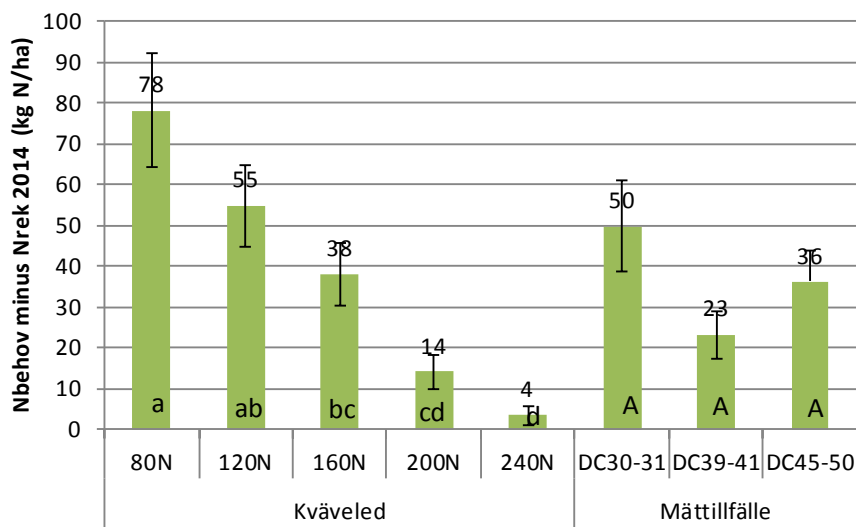


Figur 13. Skillnaden (absolutvärden) mellan kvävebehov (beräknat som OptN minus Ngiva) och rekommenderad kvävegiva (Nrek) utifrån GreenSeekers mätvärde, i medeltal för sex höstveteförsök 2013 a) vid tre måttillfällen (kg N/ha) tre kvävegödslingsled och b) i medeltal för kvävegödslingsled och måttillfällen.

a



b



Figur 14. Skillnaden (absolutvärden) mellan kvävebehov (beräknat som OptN minus Ngiva) och rekommenderad kvävegiva (Nrek) beräknat utifrån Greensekerns mätvärde, i medeltal för 3-4 höstveteförsök 2014 a) vid tre mätillfällen (kg N/ha) i fem kvävegödslingsled och b) i medeltal för kvävegödslingsled och mätillfällen.

**Tabell 1. Greenseekerns kvävegödslingsrekommendation (Nrek) och skillnaden mellan Nbehov och Nrek vid tre tidpunkter och tre N-led i sex försök 2013 (kg N/ha). Kvävebehov beräknat som skillnaden mellan optimal N-giva (OptN) och kvävegiva i resp. N-led.**

| Försöksplats<br>och N-led | OptN och<br>maxskörd<br>(dt/ha) | Nrek    | Nrek    | Nrek    | <b>Nbehov</b> | Nbehov<br>minus<br>Nrek | Nbehov<br>minus<br>Nrek | Nbehov<br>minus<br>Nrek |
|---------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                           |                                 | DC30-31 | DC39-41 | DC45-50 |               | DC30-31                 | DC39-41                 | DC45-50                 |
| Trönninge                 | 132/52                          |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                        |                                 | 13      | 33      | 43      | <b>52</b>     | 39                      | 19                      | 9                       |
| 120                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>12</b>     | 12                      | 12                      | 12                      |
| 160                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>0</b>      | 0                       | 0                       | 0                       |
| Mörbylånga                | 179/93                          |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                        |                                 | 83      | 49      | 105     | <b>99</b>     | 16                      | 50                      | -6                      |
| 120                       |                                 | 49      | 11      | 34      | <b>59</b>     | 10                      | 48                      | 25                      |
| 160                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>19</b>     | 19                      | 19                      | 19                      |
| Bjärred                   | 119/63                          |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                        |                                 | 11      | 14      | 22      | <b>39</b>     | 28                      | 25                      | 17                      |
| 120                       |                                 | 34      | 0       | 34      | <b>0</b>      | -34                     | 0                       | -34                     |
| 160                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>0</b>      | 0                       | 0                       | 0                       |
| Klagstorp                 | 135/75                          |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                        |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>55</b>     | 55                      | 55                      | 55                      |
| 120                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>15</b>     | 15                      | 15                      | 15                      |
| 160                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>0</b>      | 0                       | 0                       | 0                       |
| Ängelholm                 | 170/79                          |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                        |                                 | 38      | 90      | 128     | <b>90</b>     | 52                      | 0                       | -38                     |
| 120                       |                                 | 0       | 32      | 26      | <b>50</b>     | 50                      | 18                      | 24                      |
| 160                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>10</b>     | 0                       | 0                       | 0                       |
| Hammenhög                 | 143/98                          |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                        |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>63</b>     | 63                      | 63                      | 63                      |
| 120                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>23</b>     | 23                      | 23                      | 23                      |
| 160                       |                                 | 0       | 0       | 0       | <b>0</b>      | 0                       | 0                       | 0                       |

**Tabell 2. Greenseekerns kvävegödslingsrekommendation (Nrek) och skillnaden mellan Nbehov och Nrek vid tre tidpunkter och fem N-led i fyra försök 2014 (kg N/ha). Kvävebehov är beräknat som skillnaden mellan optimal N-giva (OptN) och kvävegiva i resp. N-led.**

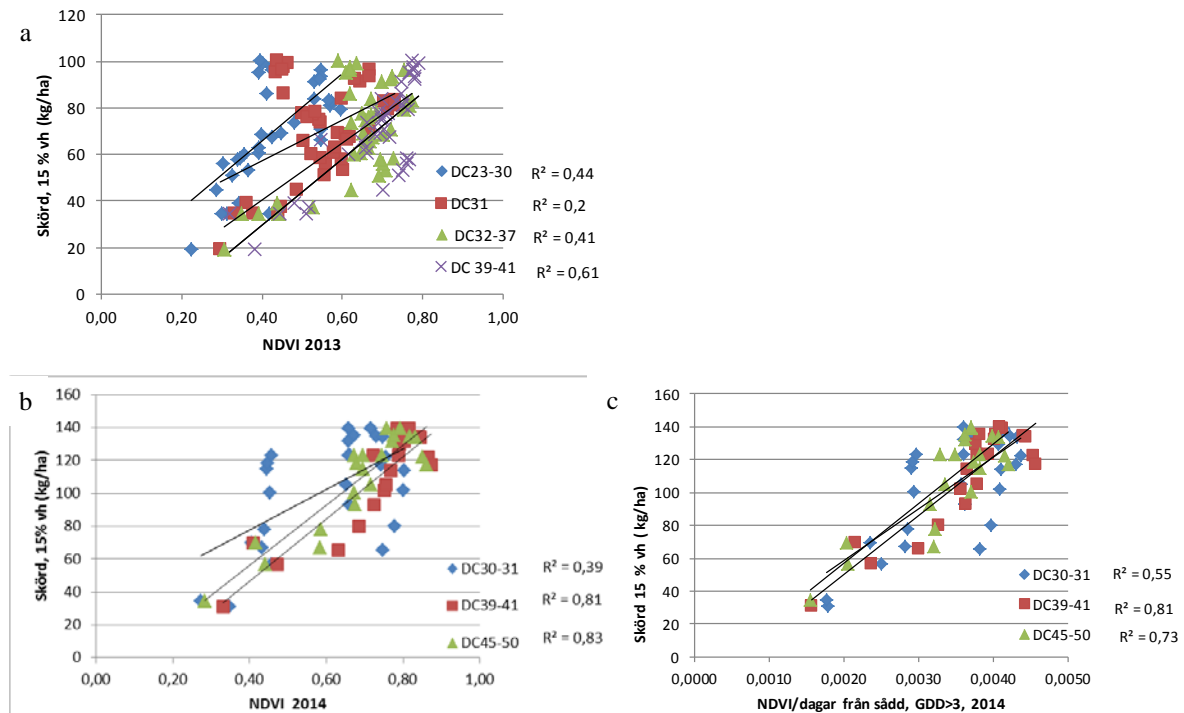
| Försöks-<br>plats och<br>N-led | OptN och<br>maxskörd<br>(dt/ha) | Nrek    | Nrek    | Nrek    | <b>Nbehov</b> | Nbehov<br>minus<br>Nrek | Nbehov<br>minus<br>Nrek | Nbehov<br>minus<br>Nrek |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                |                                 | DC30-31 | DC39-41 | DC45-50 |               | DC30-31                 | DC39-41                 | DC45-50                 |
| Skofteby                       | 136/139                         |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                             |                                 | 65      | 92      | 135     | <b>56</b>     | -9                      | -36                     | -79                     |
| 120                            |                                 | 22      | 32      | 54      | <b>16</b>     | -6                      | -16                     | -38                     |
| 160                            |                                 | 11      | 5       | 11      | <b>0</b>      | -11                     | -5                      | -11                     |
| 200                            |                                 | 0       | 0       | 5       | <b>0</b>      | 0                       | 0                       | -5                      |
| 240                            |                                 | 5       | 0       | 0       | <b>0</b>      | -5                      | 0                       | 0                       |
| Forshall                       | 241/135                         |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                             |                                 | 22      | 140     |         | <b>161</b>    | 139                     | 21                      |                         |
| 120                            |                                 | 17      | 73      |         | <b>121</b>    | 104                     | 48                      |                         |
| 160                            |                                 | 0       | 62      |         | <b>81</b>     | 81                      | 19                      |                         |
| 200                            |                                 | 0?      | 50      |         | <b>41</b>     | 41                      | -9                      |                         |
| 240                            |                                 |         | 0       |         | <b>0</b>      | 0                       | 0                       |                         |
| Karlsfelt                      | 215/140                         |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                             |                                 | 0       | 47      | 88      | <b>135</b>    | 135                     | 88                      | 47                      |
| 120                            |                                 | 0       | 59      | 59      | <b>95</b>     | 95                      | 37                      | 37                      |
| 160                            |                                 | 0       | 0       | 29      | <b>55</b>     | 55                      | 55                      | 26                      |
| 200                            |                                 | 0       | 0       | 18      | <b>15</b>     | 15                      | 15                      | -3                      |
| 240                            |                                 |         |         |         | <b>0</b>      | 0                       | 0                       | 0                       |
| Mellerud                       | 237/123                         |         |         |         |               |                         |                         |                         |
| 80                             |                                 | 40      |         | 45      | <b>157</b>    | 117                     |                         | 112                     |
| 120                            |                                 | 25      |         | 40      | <b>117</b>    | 92                      |                         | 77                      |
| 160                            |                                 | 20      |         | 15      | <b>77</b>     | 57                      |                         | 62                      |
| 200                            |                                 | 20      |         | 0       | <b>37</b>     | 17                      |                         | 37                      |
| 240                            |                                 | 20      |         | 10      | <b>0</b>      | -20                     |                         | -10                     |



### Samband mellan skörd och NDVI (Greenseeker)

Sambandet mellan skörd vid OptN och NDVI, uppmätt vid fyra tillfällena mellan DC23-41 2013 och vid tre tillfällena mellan DC30-50 2014, visas i figur 15. Bra samband med skörd erhöles från och med DC39 båda åren och som bäst var förklaringsgraden ( $R^2$ ) 0,63 vid sista mättillfället DC45-50 2014. Sambandet förbättrades framförallt vid första mättillfället DC30-31 när NDVI delades med antal dagar från sådd ( $GDD>3$ ).

Ett bättre samband med skörden 2014 än 2013 kan förklaras av att en längre torrperiod i juni begränsade skörden 2013 men 2014 var förhållandena gynnsamma för kompletteringsgödning av kväve i senare stadier och skördeeffekt.



Figur 15. Sambandet mellan höstveteskörd och NDVI (Greenseeker) vid olika utvecklingsstadium (DC23-41), a) 6 försök 2013, b) 3-4 försök 2014 och c) samband mellan skörd och NDVI/dagar från sådd,  $GDD>3$ , 2014.

### Validering av gödslingsmodeller vid olika utvecklingsstadier

Valideringen av modellerna, baserad på sambandet mellan skörd och NDVI vid de olika mättillfällena 2013, visade att de predikterade skörden bättre vid senare mättillfällen (tabell 3). Medelavvikelsen (RMSECV) för modellens skördeuppskattning jämfört med uppmätt skörd var som lägst 15 (11) dt/ha vid det senaste mättillfället DC 39-41. Modellens förklaringsgrad var relativt låg men förbättrades kraftigt om ett försök med störst RMSECV togs bort.

2014 mättes det även vid DC 45-50 men skörden predikterades bäst vid DC 39-41 då medelavvikelsen var som lägst, 16 dt/ha (tabell 3). När modellen byggde på sambandet mellan skörd och NDVI delat med antal dagar efter sådd ( $GDD>3$ ), minskade modellens medelavvikelse från uppmätt skörd endast vid DC 30-31. Medelavvikelsen var fortfarande som lägst vid DC 39-41 och förklaringsgraden ( $R^2$ ) som högst.

Resultaten visar att man som bäst kunde uppskatta skörden båda åren utifrån NDVI (GreenSeeker) uppmätt vid DC39-41 med en noggrannhet på 15-16 dt/ha. Detta bekräftas av att skillnaden mellan kvävebehov och Nrek enligt GreenSeekern, var i medeltal för försöken 2014 som lägst 23 kg N/ha vid DC 39-41.

**Tabell 3. Resultat från validering av skördeprognosmodeller vid olika utvecklingsstadium (DC23-50), baserade på sambandet mellan skörd (dt/ha) och sensorvärde (NDVI med Greenseeker) eller NDVI/antal dagar från sådd GDD>3. Mätningar gjordes i 6 höstveteförsök 2013 och 3-4 försök 2014.**

|  | RMSECV               | Stdav<br>(skörd) | RPD  | Medelfel | STDAV<br>(medelfel) | R <sup>2</sup>          |
|--|----------------------|------------------|------|----------|---------------------|-------------------------|
| <b>2013</b>                            |                      |                  |      |          |                     |                         |
| <b>NDVI:</b>                           |                      |                  |      |          |                     |                         |
| DC23-30                                | 35 (17) <sup>a</sup> | 21               | 0,59 | 26       | 24                  | 0,18                    |
| DC31                                   | 23 (17) <sup>a</sup> | 21               | 0,89 | 19       | 14                  | 0,00                    |
| DC37                                   | 19 (14) <sup>a</sup> | 21               | 1,12 | 15       | 11                  | 0,22                    |
| DC39-41                                | 15 (11) <sup>a</sup> | 21               | 1,35 | 12       | 10                  | 0,46(0,78) <sup>a</sup> |
| <b>2014</b>                            |                      |                  |      |          |                     |                         |
| <b>NDVI:</b>                           |                      |                  |      |          |                     |                         |
| DC30-31                                | 30                   | 32               | 1,05 | 25       | 18                  | 0,23                    |
| DC39-41 <sup>b</sup>                   | 16                   | 31               | 1,92 | 14       | 9                   | 0,72                    |
| DC45-50 <sup>b</sup>                   | 19                   | 30               | 1,60 | 16       | 11                  | 0,63                    |
| <b>NDVI/dagar efter sådd, GDD&gt;3</b> |                      |                  |      |          |                     |                         |
| DC30-31                                | 24                   | 32               | 1,35 | 19       | 15                  | 0,45                    |
| DC39-41                                | 17                   | 31               | 1,88 | 14       | 8                   | 0,72                    |
| DC45-50                                | 26                   | 30               | 1,17 | 20       | 16                  | 0,55                    |

a) utan ett försök med största medelfelet <sup>b)</sup> endast 3 försök.

## Slutsatser

Kvävegödslingsrekommendationerna enligt GreenSeekern underskattade kvävebehovet generellt.

Skillnaden mellan Nbehov och Nrek enligt GreenSeekern, var i medeltal för försöken 2014 som lägst 23 kg N/ha vid DC 39-41. 2013 var skillnaden mellan Nbehov och Nrek 19-23 kg N/ha oavsett mätpunkt. Skillnaden mellan Nbehov och Nrek ökade med större kvävebehov.

Resultaten indikerar att det finns goda möjligheter att med hjälp av GreenSeekern beräkna kvävebehovet vid DC 39-41 med en noggrannhet på under 30 kg N/ha under förutsättning att grödans kvävebehov var lägre än ca 70 kg N/ha vid mättillfället, samt att man vet maxskörden för fältet.

Skörden i maxrutorna kan predikteras från NDVI. Båda åren visade att det fanns ett bra samband mellan NDVI och skörd from DC37-39. Validering av modellerna, som bygger på detta samband, visade att det gick bäst att prediktera skörden vid DC39-41 och då med en noggrannhet på 15-16 dt/ha.

Ytterligare utvärdering av GreenSeekers gödslingsrekommendationer bör göras i fler försök och år för att bekräfta detta. Det vore värdefullt att ta fram algoritmer baserade på svenska data för att undersöka om det förbättrar noggrannheten i gödslingsrekommendationerna. Ett stort dataunderlag behövs om det ska fungera som underlag för en gödslingsmodell som gäller för olika mätpunkter och årsmånar.

Eventuellt kan de stora variationerna i försöken delvis förklaras av hanteringen av grödsensorn vid mättillfället, t.ex. fel eller varierande höjd över grödan eller vinkel, vilket bör uppmärksammas vid fortsatta mätningar.

#### Referenser

Biggs, G.L., Blackmere, T.M., Demetriades-Shab, Holland, K.H., Schepers, J.S., Wurm, J.K. 2002. Method and apparatus for real-time determination and application of nitrogen fertilizer using rapid, non-destructive crop canopy measurements. U.S. Patent 6.393.927. Date issued: 28 May.

Kipp, S., Mistele, B., Schmidhalter, U. 2013. Active sensor performance – dependence on measuring height, device temperature and light intensity.

Lukina, E.V., Freeman, K.W., Wynn, K.J. Thomason, W.E., Mullen, R.W., Klatt, A.R., Johnson, G.V., Elliott, R.I., Stone, J.B., Solie, J.B., Raun, W.R. 2001. Nitrogen fertilization optimization algorithm based on in-season estimates of yield and plant nitrogen uptake. *J.Plant Nutr.* 24:885-898.

Mullen, R.W., Freeman, K.W., Raun, W.R., Johnson, G.V., Stone, J.B., Solie. 2003. Identifying an in-season response index and the potential to increase wheat yield with nitrogen. *Agron.J.*95:347-351. doi:10.2134/agonj2003.0347.

Raun, W.R., Solie, J.B., Stone, M.L., Martin, K.L., Mullen, R.W., Zhang, H., Schepers, J.S., Johnson, G.V. 2005. Optical sensor based algorithm for crop nitrogen fertilization. *Commun. Soil Sci.Plant Anal.* 36:2759-2781. doi: 10.1080/00103620500303988.

Solie, J.B., Monroe, A.D., William, R., Raun, B., Stone, M.L. 2012. Generalized algorithm for variable-rate nitrogen application in cereal grains. *Agronomy Journal*, 104, issue 2, 378-387.

## **Don i havre**

**Ansvarig:** Björn Roland, Hushållningssällskapet Skaraborg.  
(POS finansierar en liten del av projektet)

2014 blev ett år med relativt låga DON-halter i vårt område. Detta är naturligtvis positivt för lantbrukare som säljer spannmål. Det har dock också inneburit att vi inte kunnat genomföra alla planerade delarna inom projektet. Detta har gjort att vi kunnat ”spara” en del projektmedel, ca 100 000 kr. Dessa sparade medel skulle vi vilja flytta över till 2015 och då genomföra en del av det som inte kunde genomföras 2014.

Under 2015 är planen att förutom att fullfölja en del försök även sammanställa en gedigen slutrapport från projektet som då har pågått i tre år (2013-2015). Rapporten kommer att tryckas i Hushållningssällskapets rapportserie.

Försöken 2015 och slutrapporten är tänkt att finansieras av sparade medel och en ny ansökan. Trots de låga DON-halterna generellt 2014 har det framkommit en hel del intressanta resultat under året, se nedan. Intresset för projektet har varit fortsatt stort i branschen. Resultat från projektet har under året presenterats i följande sammanhang där lantbrukare varit målgruppen:

- Vårbruksträff med Lagerhuset 24 februari, ca 350 besökare
- Hushållningssällskapets HIR-konferens 6 oktober, ca 70 deltagare (rådgivare)
- Föredrag på Elmia i Jönköping 24 oktober, ca 15 deltagare
- Poster om projektet på Fusariumkonferens i Helsingfors, 18-19 november, ca 80 deltagare (forskare)
- Träff med Lagerhuset 24 november, ca 60 deltagare
- Växtodlingsträffar i Skaraborg och Dalsland, totalt ca 400 deltagare på 11 träffar under hösten

I allas dessa sammanhang har det på ett tydligt sätt framgått vilka som har finansierat projektet.

Utöver dessa möten har projektet uppmärksamrats i media sommaren 2014, dels ett radioreportage i P4 Skaraborg och dels ett Tv-reportage i Västnytt och Rapport. Resultaten kommer även att finnas med i skriften ”Försöksrapport Mellansverige 2014” som ges ut av de regionala försöksorganisationerna.

## Utåtriktad verksamhet 2014

### **Hållbart jordbruk genom precisionsodling**

Mycket av årets utåtriktade verksamhet har skett inom ramen för och finansierats inom projektet **Hållbart jordbruk genom precisionsodling**, se sidan 8 i denna rapport.

### **Borgeby fältdagar**

POS deltog på Borgeby den 25-26 juni som hade ”dagens och morgondagens teknik som tema”. Agroväst hade en monter med Precisionsskolans det webbaserade resultatet av SLF-projektet ”På väg mot det nya jordbruket – kväverekommendationer och grödstatuskartering inom fält genom en kombination av satellitdata och N-sensorer” som huvudnummer. Intresset var stort – större än vi någonsin mött på Borgeby. Pos, genom Kjell Gustavsson, Mats Söderström och Kristin Piikki genomförde också flera seminarier, dels på egen seminarietid och dels på SLU:s. Även här var intresset stort. Kjell Gustavsson höll i seminarier om nyheter inom precisionsodling samt deltog i ett seminarium om möjligheterna med EIP inom HORIZON 2020. Det stora intresset på Borgeby lovar gott för ett KASK-projekt med samarbete med Norge och Danmark.

### **UAV-dag**

Den 25 maj ordnade POS en UAV-dag på Uddetorp. Intresset var stor och endast en ledig plats fanns till slut i Uddetorps aula. Tv 4 var där och filmade och många elever från naturbruksgymnasierna var intresserade. Antalet lantbrukare var inte så stort. På förmiddagen hölls kortare föredrag och efter lunch var det visning i fält av två helikoptrar och två flygplan.

### **Innovation day**

Den 17 november anordnade Grönovation: Agriculture Innovation Day på SLU i Uppsala. POS/Precisionsodling och pedometri var med som enda representant från SLU. Det var ett digert program och Anders Jonsson berättade om precisionsodling i allmänhet samt vad POS håller på med. POS hade också en monter där det nya webverktyget för framtagning av styrfiler för kvävegödsling visades. Det var en intressant dag med många intryck.

### **Projektredovisning**

Den 18 november ordnade POS ett seminarium på Kulturhuset i Skövde. På förmiddagen redovisades ett antal aktuella projekt och efter lunch samlades styrgruppen till sitt höstmöte inför årets ansökan till Agroväst. Seminariet samlade ett tjugotal personer och programmet finns här intill.

**POS**  
Sverige

Precisionsskolan

**Välkommen!**  
**till redovisning av aktuell verksamhet i POS**

Var: Kulturhuset i **Skövde** (mitt emot stationen), sal: Balder  
När: den **18 november** kl. 10.00-12.00, fika från 9.30

09.30: Fika  
09.50: Välkomna  
10.00: **På väg mot det nya jordbruket - gödsla rätt med satellitdata**, Henrik Stadig HS Skaraborg och Knud Nissen, Yara  
10.20: **Skördeprognos och handburna grödsensorer**, Lena Engström, SLU Skara  
10.40: **Flygbilder för ökad precision vid val av plats för ogräsförsök**, Ola Sixtensson, HS Skåne  
11.00: **Hållbart jordbruk genom precisionsodling, ett kommande Interregprojekt?** Kjell Gustavsson Agroväst AB  
11.20: **Ny analys för klumprotskartering – viktig kunskap om gården**, Ingemar Gruaveus, Lantmännen, Christina Lundström, Agroväst/SLU Skara  
11.40: **Don i have**, Mats Söderström, SLU Skara

Lunch till självkostnad

13.00-15.00: **Möte i POS styrgrupp** (endast styrgruppen)

Varmt välkomna!

Anmälan senast den 13/11 till Christina Lundström, tel: 0707743088 el [christina.lundstrom@slu.se](mailto:christina.lundstrom@slu.se)

REGION VÄSTERGÖTLAND SLU Interreg IZA

### **Kurser för studenter vid SLU och BYS**

Knud Nissen har deltagit i undervisning av naturbrukselever och elever på BYS (Biologiska Yrkeshögskolan) Agroteknikerutbildning under 2013. POS deltog också, genom Johanna Wetterlind och Henrik Stadig, i moment om precisionsodling i kursen "Marken i odlingen" (15 hp) som är en jordbruksinriktad markkurs på C-nivå som behandlar växtnäringslära, jordbearbetning, hydroteknik, vattenvårdslära och precisionsodling på SLU. Anders Jonsson och Knud Nissen undervisade studenter i SLU:s kurs "Växtproduktion" (30 hp) som är en obligatorisk kurs för mark/växtagronomer.

### **Publikationer 2014**

- 31      Lundström, C (red). 2014. Verksamhet i AGROVÄST-projektet  
Precisionsodling Sverige, POS, 2013.

## 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. I tabell 4 listas projekt 2014 som kan räknas som uppväxling från POS verksamhet och som 2014 uppgick till en total summa på 8 milj kronor.

**Tabell 4. Relaterade projekt med annan finansiering 2014.**

| Titel och beskrivning  | Projektansvarig   | Finansiär   | Löptid       | Budget 2014/tot |
|--|---|---|--------------|-----------------|
| <b>N-Sensor i växtodlingen</b><br>Tillgång till traktorburen N-sensor på Bjertorp för forsknings – och utvecklingsändamål samt nätverk med andra lantbrukare.  | Knud Nissen   | Yara  | Tills vidare | 75' kr/år       |
| <b>N-Sensor i växtodlingen - utvärdering</b><br>Mätningar i Mellan- och Sydsverige med handsensor i parcellförsök och utvärdering av rådata.   | Gunilla Frostgård,<br>Carl-Magnus Olsson                  | Yara  | Tills vidare | 140' kr/år      |
| <b>Forskartjänst inom området precisionsodling</b><br>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 precision agriculture  | Anders Jonsson  | SLU   | 2014-2016    | 788'/1576'      |
| <b>Biologisk markkartering (BioSoM)</b><br>Ett TEMA-forskningsprogram inom NL-fakulteten på SLU med målet att utveckla nya markkarteringstjänster för kartering av jordburna patogener. Fältprovtagningar  | Anders Jonsson  | NL-fakulteten<br>SLF<br>SSO<br>VL- SL-Stift.<br>Eurofins<br>NBR, SW-Seed<br>mfl | 2009-2015    | 500' /7000'     |
| <b>Identifiering av kritiska källområden och transportvägar för fosfor</b><br>Kombination av en konceptuell hydrologisk modell och moderna fältmätningstekniker, sensorer, för att identifiera hydrologiska källområden och dominerande flödesvägar av P till ytvatten.  | Lars Bergström,<br>Mats Söderström,<br>Bo Stenberg, m.fl. | SLF   | 2010-2014    | 200'/2750'      |
| <b>Bättre utnyttjande av skördepotentialen i vårraps</b><br>Hur påverkas N-optimum i höstraps av avkastningspotential s kväveupptag vid olika tidpunkter   | Lena Engström<br>Knud Nissen                              | SSO och SLF   | 2014-2016    | 300'/1000'      |
| <b>Markkartering direkt i fält med nära infraröd spektroskopi – identifiering av viktiga interaktioner mellan spektralt aktiva markparametrar</b><br>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. | Johanna Wetterlin   | Formas  | 2011-2014    | 936'/3839'      |

|  |  |         |            |            |
|--|--|---------|------------|------------|
| <p><b>Beslutsunderlag för hållbar markanvändning i småskaligt jordbruk i Östafrika i ett förändrat klimat</b></p>  | Kristin Piikki   | Formas  | 2014-2017' | 1138/5039' |
| <p><b>Fasta körspår – skördepotential och effekter på markstruktur</b><br/>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><br/>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<br>Nicholas Jarvis<br>Bo Stenberg<br>Mats Söderström<br>m.fl.                              | SLF     | 2012-2014  | 900'/2300' |
| <p>Effektivt utnyttjande av flytgödsel och rötrest – on-lineanalys av gödselkvalitén som möjliggör anpassad gödsling<br/>Målsättningen med projektet är ge lantbruket möjlighet att med sensorteknik kontinuerligt mäta näringsinnehåll och torrsubstans i flytgödsel och rötrest, antingen under spridning eller vid fyllning av spridaren. Det är också en målsättning att kunna rekommendera vilket av dessa alternativ som är bäst genom att fastställa variationen mellan och inom spridartunnor från samma gård.</p>   | Bo Stenberg<br>Kjell Gustavsson  | SLF     | 2014-2015  | 470'/1100' |
| <p><b>Exploiting yield gaps for sustainable intensification of winter wheat production</b><br/>Projektet baseras på fältförsök och grödmodellering. Syftet med fältförsöken (på fyra platser under 3 år) är att 1) bestämma potentiell skörd under givna klimatförhållanden, 2) observera skördesänkningar pga begränsningar i närings- och vattentillgång eller sjukdomar och 3) bestämma grödans utveckling med sensorer, att användas som indata för rekommenderad kvävegödsling. Grödmodellerna har följande syften: a) extrapolera observerade värden på potentiell skörd och verklig skörd till andra väder- och markförhållanden, b) förklara skillnaden mellan potentiell och verklig skörd och uppskatta denna på regional nivå och 3) utvärdera grödsensormätningar för att bestämma grödutveckling och anpassa kvävegödsling med hänsyn tagen till inomfältvariation. Med detta projekt anser vi därför att det är möjligt att både öka skörden och minska odlingens miljöpåverkan.</p> | Bo Stenberg<br>Johan Arvidsson<br>Anders Larsolle<br>Henrik Eckersten<br>Karin Blombäck<br>Lena Engström | Formas  | 2014-2018  | 500'/8428' |



|  |                    |     |      |           |
|--|--------------------|-----|------|-----------|
| <p><b>Billiga jordanalyser oavsett gårdsstorlek med en nationell NIR-databas</b></p> <p>Målet med projektet är att kunna göra bra bestämningar av inomfältvariationer i marken till ett rimligt pris oavsett gårdsstorlek. För att kunna göra detta vill vi skapa en stor nationell databas med 5000 jordbruksjordar analyserade med nära infraröd reflektans (NIR) - spektroskopi. En stor databas där många av de svenska jordbruksjordarna täcks in gör det möjligt att ta fram mer generella kalibreringar för bestämning av t.ex. jordart och multhalt, något som avsevärt minskar kostnaderna för en gårdskartering.</p> | Johanna Wetterlind | SLF | 2014 | 572'/572' |
|--|--------------------|-----|------|-----------|

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

- 32 Lundström, C (red). 2015. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2014
- 31 Lundström, C (red). 2014. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2013.
- 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 rotosträs 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 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 torrsustansavkastning 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. Lantmännen AB, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), 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>