



Verksamhet i AGROVÄST-projektet

Precisionsodling Sverige, POS, 2015



Christina Lundström (red)

Förord

Så har ytterligare ett år förflutit och POS går in i 2016 då det är dags för 20 årsjubileum. Mycket har hänt under åren och nätverket har idogt arbetat på. Under 2015 blev CropSAT ett verktyg för alla på webben med stöd från Greppa Näringen. Kanske är det detta som vid nästa jubileum ses som det år då proppen gick ur precisionsodlingen? POS märker ett stort intresse både nationellt och internationellt och under året har intresseområdet vidgats till ett projekt på tema biologisk mångfald, men mål att skydda tofsvipebon. POS vill tacka alla inblandade i nätverket, nya som gamla och de som återkommer varje möte och de som tittar in ibland. Verksamhetsberättelsen sidantal visar också på en diger verksamhet under året och jag önskar er en trevlig läsning!

Skara 2016

Christina Lundström (red)

Bild framsida: CropSAT som underlag för gödslingsplanering. Hur har utvecklingen i fältet sett ut? Hur mycket skiljer sig satellitbilderna åt? Foto: Christina Lundström

Innehållsförteckning

<i>Förord</i>	2
<i>Innehållsförteckning</i>	3
<i>POS organisation 2015</i>	5
Styrgrupp.....	5
Projektgrupp.....	5
<i>Projekt 2015</i>	6
CropSAT: från forskning till praktik.....	6
Test av portabel röntgenfluorescens för bestämning av jordart, näringsämnen och tungmetaller direkt i fält – en pilotstudie.....	8
Innovationer för hållbar växtodling	10
Mätningar med Yara N-sensor i fältförsök.....	11
GPS-positionering av tofsvipebon.....	12
Precisionsodlingsmaterial för användning i traktor- och tröksimulatorer	18
<i>Av POS finansierade pilotprojekt</i>	21
Höga DON-halter – hot mot västsvensk grynhaveodling?.....	21
Utvärdering av Greenseeker-mätningar i höstvetete 2013 och 2014	26
<i>Utåtriktad verksamhet 2015</i>	35
CropSAT – i samarbete med Greppa näringen och Dataväxt	35
Lantbruksmessa i Lidköping 20-21 mars	35
Slätte ekodag den 17 juni.....	35
Spannmålsodlarföreningen i västra Sveriges möte på Hedåker den 27 maj	35
Borgeby fältdagar.....	35
ECPA: European Conference on Precision Agriculture	35
Proximal Sensing Supporting Precision Agriculture	35
Seminarier om UAV och markkartering	36
Rådgivardagarna i Östergötland den 26 nov.....	36
Fjärranalysdagarna i Stockholm den 21 – 22 oktober.....	36
Kurser för studenter vid SLU och BYS.....	36
Samarbete med naturbruksgymnasierna i Västra Götaland	37
Publikationer 2015	37
<i>Pågående POS - relaterade projekt</i>	38

POS organisation 2015

Styrgrupp

POS verksamhet leds av en styrgrupp bestående av elva personer som träffas vid två tillfällen per år. Styrgruppen sammanträdde vid två tillfällen under 2015: 150319 samt 151112. Under året har följande personer varit med i styrgruppen:

Ulf Hallén, LRF ordförande

Bo Stenberg, SLU Skara (projektledare)

Gunilla Frostgård, Yara

Torbjörn Djupmarker, Dataväxt

Kjell Gustavsson, Agroväst

Sofia Kämpe, Agroväst

Ingemar Gruvaeus, Yara

Anna Rydberg, JTI

Magnus Börjesson, Agro Öst

Stina Olofsson, Greppa näringen

Christina Lundström, SLU Skara (kordinator/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 2015: 150226, 150413, 150901 och 151020. 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

Anders Jonsson, SLU Skara

Henrik Stadig, HS Skaraborg

Carl-Magnus Olsson, Yara

Ola Rickardsson, Från ax till limpa

Tomas Johansson, Yara

Kristin Piikki, SLU Skara

Sofia Kämpe, Agroväst

Per-Erik Larsson, SJV

Maria Stenberg, SJV

Lena Holm, SLU Alnarp

Johanna Wetterlind, SLU Skara

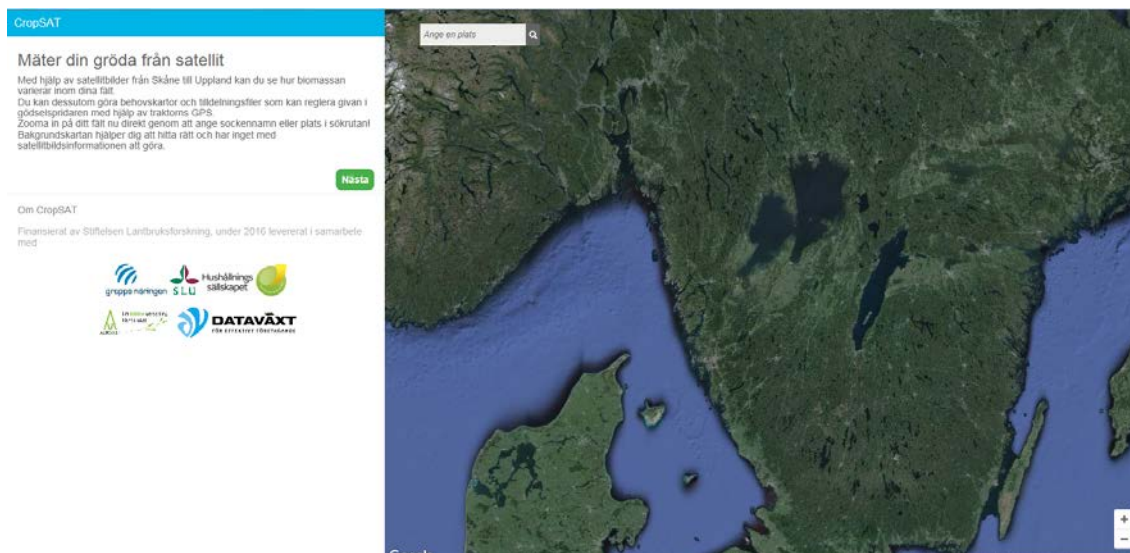
Ulf Axelsson, HS Skaraborg

Projekt 2015

CropSAT: från forskning till praktik

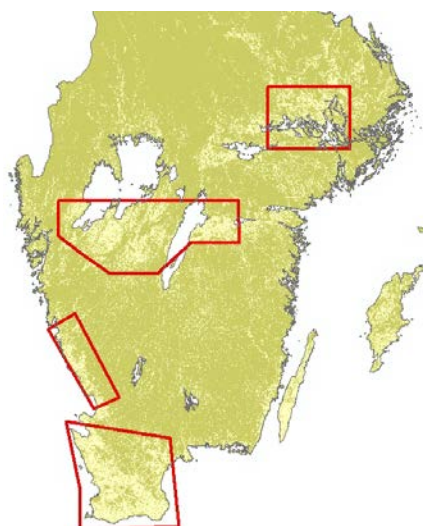
Ansvarig: Mats Söderström, SLU, men projektet är ett samarbete mellan SLU, POS, Dataväxt, Greppa Näringen, Agroväst Livsmedels AB och Hushållningssällskap,

Finansiering: SLF för grundprojektet och Greppa Näringen för den praktiska användningen 2015.



Under 2013-2014 genomfördes det SLF-finansierade projektet *”På väg mot det nya jordbruket - kväverekommendationer och grödstatus-kartering inom fält genom en kombination av satellitdata och N-sensorer”*.

Målet med projektet 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. Fyra delområden i södra Sverige avgränsades (markerade i Figur 1) vilka utgjorde fokusområdena. I användarapplikationen som utvecklades inför säsongen 2015 var dock målet att täcka in all åkermark upp till i höjd med Gävle. Under 2013 genomfördes de första satellitbildsinköpen och ett tjugotal lantbrukare i olika delar av Sverige bidrog med loggfiler från skanning och gödsling med traktorburen Yara N-Sensor för jämförelser. Under 2014 utvecklades på försök en webapplikation i samarbete med DataVäxt AB i Grästorps, som skötte all programmering och härbärgerade alla data. Webapplikationen var gratis och kunde användas av alla. Användarna fick möjlighet att skapa kvävebehovs-kartor baserade på satellitdata och ladda ned tilldelningsfiler som gick att använda för att styra gödselspridaren. Applikationen var fullt funktionsduglig under kompletterings-gödslingssäsongen 2014, och rönt stort intresse och mycket uppskattning på mässor och i media mm.



Figur 1. De fyra fokusområdena.

Detta ledde till att externa medel satsades inför 2015 från Greppa Näringen och Agroväst Livsmedel AB, och systemet förfinades under namnet CropSAT, www.CropSAT.se.

Vår slutsats efter växtodlingssäsongen 2015 är att satellitdata som omräknats till vegetationsindex-kartor kan användas i praktiken för anpassning av kvävegivan inom fält. Det är ett mycket kostnadseffektivt sätt att skapa underlag för bättre kvävehushållning. Även under ett molnigt år som 2015 täcktes 2/3 av åkermarken in av minst 3 bilder under kompletteringsgödslingsssäsongen. Den relativa variationen inom fält är ofta stabil över tid så även 1-2 veckor gamla bilder kan vara möjliga att utnyttja om man använder den relativa variationen som grund för beslut. Satellitdata kan kalibreras med handsensormätningar så att kartor över N-upptag skapas. Flera tusen användare har utnyttjat CropSAT som har potential att utvecklas med nya funktioner.

Många användare utnyttjade den framtagna applikationen CropSAT under det första året i drift. Det har potential att utvecklas vidare med nya funktioner. En intressant möjlighet verkar vara att kalibrera satellitbilder med handsensormätningar så att satellitindexkartor kan räknas om till kartor över t ex N-upptag. Under perioden 22 april till 18 juni 2015 skapades drygt 4000 CropSAT-kartor av användare runt om i landet. Något mer än 1500 tilldelningskartor laddades ned (enl. DataVäxt AB). Vädermässigt var perioden 2015 utmanande vad gäller insamlande av satellitdata med hjälp av optiska satelliter över södra Sverige.



Figur 2. Vegetationsindex respektive motsvarande styrfil gjorda i CropSAT. Styrfilen är klar att med hjälp av ett USB-minne föras över till datorn i gödselspridaren.

Samarbetet med Greppa Näringen och Dataväxt AB fortsätter under 2016. CropSAT är fortfarande gratis och tillgängligt för alla på www.CropSAT.se.

För mer information om det ursprungliga projektet, se POS rapport nr 36:
Söderström, M., Stadig, H., Nissen, K. & Piikki, K. 2015. CropSAT: kväverekommendationer och grödstatuskartering inom fält genom en kombination av satellitdata och N-sensorer.

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

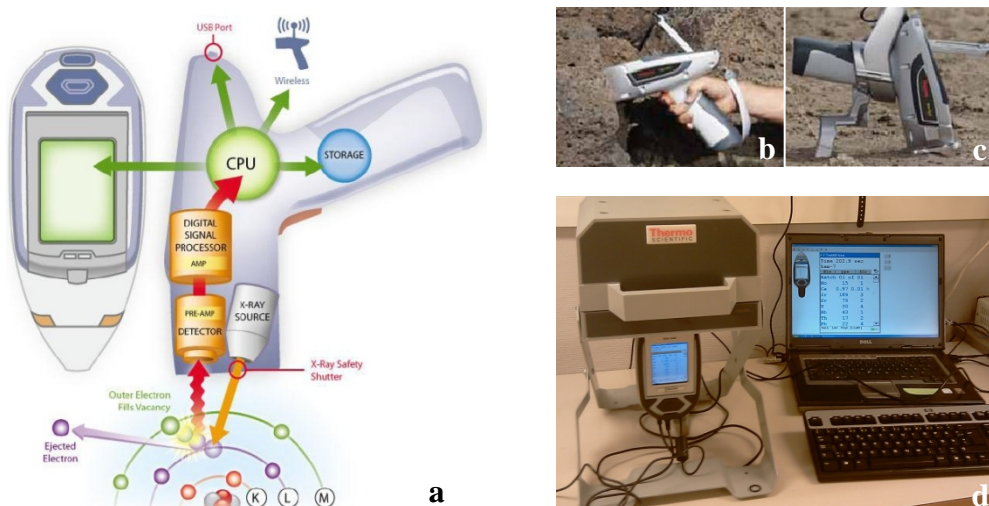
Ansvarig: Mats Söderström, SLU

Finansiering: SLF, KSLA och Agroväst AB

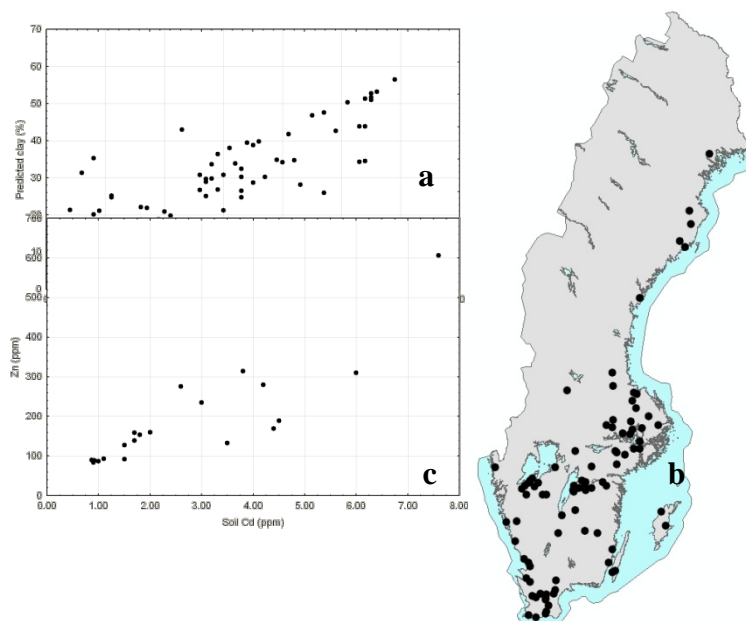
Projektet utfördes med finansiellt stöd från Stiftelsen Svensk växtnäringforskning, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA) och Agroväst Livsmedel, AB via Precisionsodling Sverige (POS). PXRF-utrustning tillhandahölls av firma Holger Andreasen AB, Örebro och Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) bidrog genom insamlande av jordprover i matjord och alv i Kvänumområdet.

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.



Figur 3. 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 4. 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).

Syftet med arbetet var att utvärdera möjligheten att använda PXRF-tekniken för snabb kartläggning av flera variabler i matjorden som man vanligen analyserar i laboratorium med kemisk analys. Tanken var att prova tekniken både direkt i fält och på upptagna jordprover. Jämförelser gjordes mellan element bestämda med PXRF och analysvärden från laboratorium. De markkarteringsvariabler som undersöktes var ler-, sand- och mullhalt, fosfor (P-AL), kalium (K-AL), calcium (Ca-AL), koppar (Cu-HCl), magnesium (Mg-AL), molybden (Mo-HNO₃) och kadmium (Cd-HNO₃). Projektet genomfördes med jordprover från olika gårdar i Västergötland med stor variation i olika markegenskaper.

Vi utförde fältmätningar på ett par gårdar på Falbygden i Västergötland där det är mycket skiftande jordar med olika modermaterial. 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 växtnäingsbrister. Jämförelser mellan insamlade PXRF-data – som gjordes både i fält på markytan och på upptagna jordprover, både före och efter torkning – visade att flera element som bestäms med PXRF var väl korrelerade till flera av markkarteringsvariablerna. Särskilt väl samvarierar textur, Cu, Ca, Mg och Cd med olika ämnen som bestäms med PXRF. Även vid mätning direkt i fält med PXRF finns möjlighet att få fram användbara data. Tekniken kan minska behovet av jordprovtagning och/eller fungera som en snabb metod för kompletterande datainsamling som kan göra det möjligt att kostnadseffektivt ta fram detaljkartor för aktuella markegenskaper.

För mer information, läs POS rapport nr 33 från 2015:

- Söderström, M & Stadig, H. 2015. Test av portable röntgenfluorescens (PXRF) för bestämning av jordart, näringsämnen och tungmetaller direkt i fält – en pilotstudie.



Figur 5. Fältmätning med en PXRF.

Innovationer för hållbar växtodling

Ansvarig: Kjell Gustavsson

Finansiering: Västra Götalandsregionen, EU/Interreg ÖKS

Sammanfattande projektbeskrivning

Projektet beviljades under 2015, men kommer inte att startas upp förrän under 2016. Projektet Innovationer för hållbar växtodling ska bidra till att fler innovativa metoder och tekniker för en effektiv och hållbar växtodling ska kommersialiseras och användas inom ÖKS-området. Den primära målgruppen för projektet är agroteknikföretag samt lantbruksföretag verksamma inom växtodlingsområdet.

Projekt kan delas upp i två delar.

1. Att i samarbete med agroteknikföretag och lantbrukare tillämpa och verifiera nya metoder och tekniker som utvecklats inom forskningen.

2. Att stärka infrastrukturen för hur vi sprider dessa nya metoder och verktyg för kommersialisering i agroteknikföretag och för en ökad användning inom lantbruket.

Insatserna kommer att bidra till en stärkt konkurrenskraft hos agroteknikföretagen och en ökad produktivitet inom ekologiskt och konventionellt lantbruk. Projektet kommer även att ge bidrag i form av ökad biologisk mångfald och ett minskat läckage av kväve och fosfor till våra vattendrag, sjöar och hav. Jordbruk och livsmedelsindustri är av stor betydelse för invånarna i ÖKS-regionen. Branschen bidrar till många arbetstillfällen, öppna landskap och en regional identitet. I ÖKS-regionen finns spetskompetens, starka forsknings och utvecklingsmiljöer med en god infrastruktur för försök och demonstration samt många internationellt konkurrenskraftiga företag inom precisionsodling. Genom att vi i ÖKS-regionen odlar samma grödor och har liknande odlingsförutsättningar så finns goda förutsättningar för en resurseffektiv samverkan mellan de tre länderna.

Projektet möter en samhällsutmaning som ligger högt på EUs agenda. Jordbruksmark är en globalt begränsad resurs som mänskligheten behöver för att producera mat, foder, fiber och biobränslen. Jordbruket är i sin tur kopplat till klimatförändringar, vattenförvaltning och biologisk mångfald. EU förutspår att livsmedelsproduktionen måste öka med 60 % till år 2050. Samtidigt ökar efterfrågan på biologiska produkter för produktion av bl.a. biobränslen och material. Den komplexa fråga till vilken vi behöver finna nya smarta lösningar är: Hur kan vi uthålligt producera mer på samma jordbruksareal med minskad miljöpåverkan? Genom en ökad gränsregional samverkan får vi en tillräckligt kritisk massa av kompletterande kompetenser och stödinfrastruktur för att kunna ge väsentliga bidrag i form av smarta metoder och tekniklösningar för en hållbar och konkurrenskraftig växtodling.

Mätningar med Yara N-sensor i fältförsök

Ansvarig: Anna-Karin Krijger, Hushållningssällskapet Skaraborg.

Finansiering: Yara AB

Under 2015 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 på NFTS 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 2015 utförda i de regionala försöken.

Nästa steg i att precisera kvävegödslingen är att anpassa den till respektive sort, så från och med 2016 kommer kväveförsök i både höstvetete och malkorn med olika sorter att mätas. Förhoppningen är att studera de olika sorternas kväveeffektivitet och utvärdera sorternas utveckling vid olika mängd kväve.

GPS-positionering av tofsvipebon

Ansvarig: Sören Eriksson, HS Konsult AB och Sofia Kämpe Agroväst Livsmedel AB

Finansiering: SJV

Sammanfattning

Tofsvipan är en art som är utsatt för både hög predation från kråkfåglar och rovdjur, och för att bon körs sönder under vårbruket. Många lantbrukare försöker att köra runt eller flytta bon de upptäcker vid vårbruket, men att hålla koll på flera bon vid upprepade körningar är svårt. Dessutom är bona svåra att upptäcka om man stöter upp den ruvande honan för tidigt. Honor som lämnar boet mer motvilligt gör det lättare att hitta boet.

Denna studie har undersökt metoder att för att undvika att köra sönder tofsvipebon under vårbruket, med hjälp av ny GPS-teknik i traktorerna. Bon som hittas innan eller vid första körningen har markerats ut i traktorns GPS-styrningssystem så man ska kunna hålla reda på bona vid kommande körningar i fälten.

Bon har lokaliserats under april månad på ett antal vårsådda fält (i Uppland och Västergötland), både innan eller vid första harvningen. Översiktliga inventeringar av fälten skedde dagen innan körning för att se var på fälten revirhävdande vipor fanns. Inventeraren åkte sedan med i traktorn och spanade bon i samband med första körningen på fälten. Sammanlagt sex bon hittades, och alla gick att upptäcka vid nästa körning. Tyvärr hade fyra av sex bon blivit plundrade, så överlevnaden var låg. Alla bon som låg kvar på plöjd yta, när man harvade ytan runtom blev plundrade, men båda bona som sparades vid direktsådd klarade sig. Bara cirka hälften av alla bon som verkligen fanns på fälten hittades med denna metod.

GPS-tekniken ser ut att fungera för att hålla koll på hittade bon under vårbruket, då man kör flera körningar. Ett problem som kvarstår är att bara cirka hälften av bona på fälten upptäcktes, även fast inventeraren åkte med i traktorn, och hade spanat av fälten dagen innan. Viktigare än all teknik är fortfarande lantbrukarens eget fågelintresse och den tid de kan lägga ned på att spana efter och skydda bon under vårbruket. Färre körningar per fält ökar chansen att klara bon, samt att det finns skyddande vegetation kvar, vilket fälten med direktsådd visar tydligt.



Figur 6. Tofsvipan föredrar öppen mark eller mark med kort vegetation där de har god uppsikt över eventuella predatorer. Foto M Arinder.

Tofsvipan (*Vanellus vanellus*) är en art som minskar kraftigt i jordbrukslandskapet på grund av ett intensivare lantbruk. Tofsvipan är en av de tidigast anländande häckfågeln i de öppna

jordbruksmarkerna över hela Sverige. Arten föredrar häckningsplatser i det öppna landskapet på välhävdade till måttligt hävdade strandängar samt på åkermark framför allt vårsäd men även vallar. Fri sikt ger möjlighet att tidigt upptäcka fiender. Tofsvipor häckar ofta tillsammans i lösa kolonier. Boet placeras mitt ute i fälten. Boet är en liten grop i marken, där de tre-fyra äggen läggs. Honan börjar ofta ruva äggen redan i mars/april i Södra Sverige och något senare längre norrut i landet. Honan ruvar äggen i ca 4 veckor, och är då utsatta för både predation av ex kråkor och rävar såväl som för olika körningar i fälten under det pågående vårbruket. Många lantbrukare idag är väl medvetna om de utsatta tofsviporna och en stor andel försöker att köra runt eller flytta på bon. Men de är inte lätta att hitta och att hålla koll på under vårbruket, fr.a. om man gör flera körningar i fälten. Både tidig vältning av vallar, vårsådd, och ogräsharvning på ekologiska gårdar gör att andelen sönderkörda bon blir hög på våren. Ofta får tofsviporna börja om både en och två gånger med sina kullar. Det här innebär att tofsvipan har fått allt svårare att hinna med att föda fram en stor och livskraftig kull.

Tanken med denna pilotstudie var att se om man kan förenkla för lantbrukarna att rädda bon, genom att man tidigt på säsongen kan lokalisera bon och därmed GPS-positionera bona. Dagens teknikutveckling med GPS-styrning i traktorn och ökande antal lantbrukare som använder sig av precisionsodling möjliggör nya sätt att kanske minska skador vid körningar i fälten. Vi ville i denna pilotstudie undersöka om man på ett enkelt sätt kan lokalisera och rädda bon från att bli förstörda vid körningar.

Metodik

Vi har i två län, Västergötland och Uppland, lokaliserat gårdar som använder GPS-teknik vid vårbruket. Gårdarna har legat i slättlandskap, i områden med gott om häckande tofsvipor. I Västergötland låg försöksgården vid Sjön Östen, var ekologisk skött och hade både spannmål och vallodling. I Uppland var båda gårdarna konventionella spannmålsgårdar, varav en använde direktsådd i fjolårsstubben. Vår första försöksgård harvade tyvärr upp försöksfälten innan vi hann komma ut och åka med på grund av tidsbrist och bra väder just den dagen. Därför fick vi snabbt leta rätt på en gård till som vi kunde vara på.



Figur 7. Till vänster försöksfältet i Västergötland och till höger försöksfältet som direktsåddes i Uppland. I direktsådden skyddar stubben ett kvarlämnat/räddat bo betydligt bättre.

Alla använde sig av modern GPS-teknik. Gården i Västergötland hade en nyare variant i såtraktorn och en lite äldre variant i harvtraktorn. Tanken från början, att genomföra studien i vall genom att hitta bon innan körning, och sedan lägga in dem i GPS:en inför vältning, övergavs tidigt. Häckningen för tofsvipan i år på grund av sen vår, vilket i år gjorde att vältningen av vall skedde innan häckning startat, samt att vi insåg att det är för tidskrävande att hitta bon i vall. Under normala år hinner däremot många vipor lägga ägg innan vältning sker. För att få en så verklighetsbaserad studie som möjligt, så bestämde vi att vi följer med i traktorn när lantbrukare gör första körningen på fältet, dvs harvning i del flesta fall. Det är då

som en lantbrukare har första chansen att upptäcka tofsvipebon på fälten. Att begära att lantbrukare idag har tid att leta bon några dagar innan vårbruket är orealistiskt. I så fall måste det finnas engagerade frivilliga fågelskådare som gör detta åt lantbrukarna. Översiktlig fältinventering av försöksfälten hade gjorts inom två dagar innan harvning, för att lokalisera bon och misstänkta boplatser/hotspots på fälten. Lokalisering av bon gjordes alltså både före och under första harvningen tillsammans med lantbrukaren. Alla bon som hittades kördes runt, markerades med en 2 dm pinne, och GPS-positionen lades in i traktorns styrsystem.

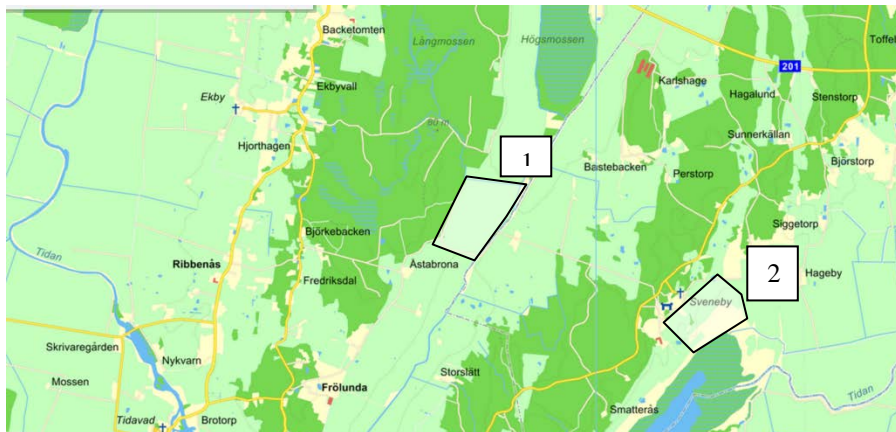


Figur 8. Harvning på fälten i Västergötland. Foto Sören Eriksson.

Vid andra harvningen/sådden körde lantbrukaren själv, med order om att försöka köra runt utmärkta bon. Då bona i Västergötland tyvärr var tomma körde inte lantbrukaren runt boet. På gården i Uppland med direktsådd var andra körningen en körning med sprutan istället och sprutan stängdes av över boet.

Resultat

Försöksfält och hittade bon

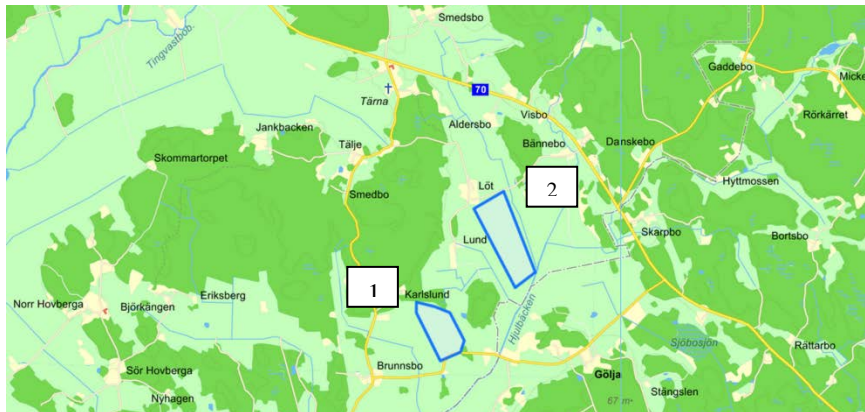


Figur 9. Försöksfälten låg vid sjön Östen. Brukas av Tidavads ekolantbruk. Brukare: Daniel Wilson.

Västergötland

Fält Östen (1): 35 hektar, figur 9. Två bon hittades vid harvning, med 4 resp 3 ägg i. Två eller tre par ytterligare höll till på fälten, men vi hittade inte bona. Fältet harvades igen 3 dagar senare, men då var båda bona tomma. Därför kördes bona över av lantbrukare. Inga nya bon hittades via andra harvningen heller. Det var svåra förhållanden under harvningen, blåsigt och torrt, så det dammade rejält, vilket försvårade sikten. Resultat: Inga lyckade förstahäckningar.

Fält Östen (2): 17 hektar alldeles intill sjön Östen som omges av vidsträckta betesmarker. Sjön är naturreservat och en känd fågellokal. Två bon hittades vid inventering dagen 2 dagar före första harvning. De lades in med GPS:en och markerades med låg 2 dm gul pinne, 5 m från boet. Troligen var det två par till på fälten, och eftersök gjordes vid misstänkta boplatser vid inventeringen, men utan att hitta själva boet. Vid första harvningen var även dessa bon tomma och därför kördes de över av lantbrukaren. Vid inventeringen sågs gott om kråkfågel, brun kärrhök samt räv som sprang i området. Resultat: Inga lyckade förstahäckningar.

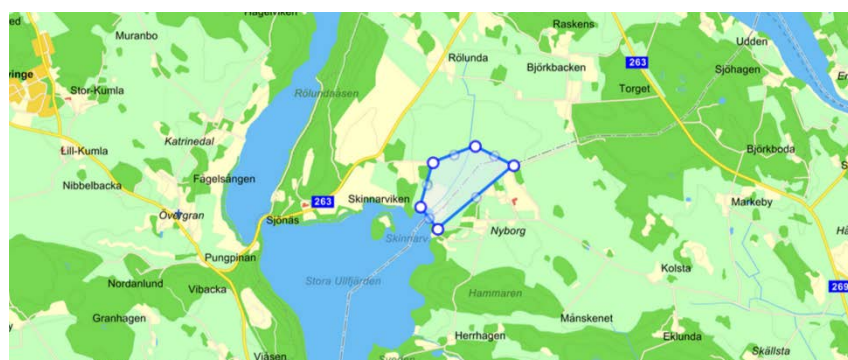


Figur 10. Försöksfälten låg vid Löt, mellan Fjärdhundra och Sala. Brukare: Petter Ström.

Uppland/Västmanland

Fält Löt (1): 20 hektar, figur 10. Ett bo med 4 ägg hittades vid direktsådd i stubben. Ett par till hade revir/bo på fälten, men det boet kördes sönder redan vid första 2-3 sådragen (låg nära kanten av fältet). Äggen var kvar vid nästa körning med ogrässsprutan så det var en lyckad häckning.

Fält Löt (2). 25 hektar, figur 10. Ett bo hittades vid sådden. Kan ha varit ett par till på fältet. Äggen var kvar vid nästa körning. Resultat. 2 bon funna båda vilka klarade sig minst en vecka förbi nästa körning. Ingen koll gjordes senare under säsongen för att se om ungar kläcktes.



Figur 11. Försöksfältet vid Rölunda, Bålsta. Brukare: Alf Nobel.

Fält Rölunda: 30 hektar, figur 11. Två intilliggande fält, med lite mer mulljord och lite blötare, ned mot vattnet till. Här hade 3-4 par revirhävdande vipor med misstänkta boplatser lokaliserats vid inventeringar innan vårbruket. Tyvärr harvade lantbrukaren upp fältet trots att vi sagt åt dem att meddela oss innan, så vi kunde vara där dagen innan samt under körningen. ”Det var så torrt så vi körde vidare även ned på mulljorden”, var kommentaren från lantbrukaren. Så tyvärr försvann hela denna försöksgård.

Summering

4 bon hittades i Västergötland, alla hittades igen vid andra körningen men var då plundrade. 2 bon hittades i Uppland, även dessa bon återfanns vid nästa körning och då var äggen kvar. Metoden fungerar som så att det går att hålla reda på var bona ligger med GPS-tekniken, men däremot kommer man inte till rätta med problemet att predationen är hög.

Diskussion

Det är mycket stress i vårbruket och man är beroende av rätt väder för att köra. Att då lägga extra tid och kraft på att leta/markera vipbon kräver att man är rejält intresserad som lantbrukare. Det var denna stress som gjorde att flera fält föll ifrån i vår studie. Försöket vid Rölunda var ett tydligt exempel på det. Även försöksgården i Västergötland ändrade och sköt upp vårbruket ett antal gånger, vilket försvårade planeringen för inventeraren.

Det var svårt att lägga in boet i GPS:en, då man som i Västergötland körde med den äldre traktorn vid harvning, därför fick man manuellt lägga in den i nästa GPS som användes i såtraktorn. Sen finns det fortfarande en ovana bland lantbrukarna att använda GPS:en, och det är ofta flera olika maskinförare som kör maskinerna. Får man väl in ett hittat bo i traktorns GPS-styrning så lyckades lantbrukarna att lokalisera boet, vid nästa körning. Det tyder på att metoden går att använda när man väl hittar ett tofsvipebo. Precisionen blir inte exakt, då man knappar in positionen på några meters noggrannhet, traktorn står ju inte precis över boet när man mäter in boplatsen. Men mindre än 5 m noggrannhet fick man till i de flesta fall.

En fråga som kvarstår är om man ska köra runt bon på ett plöjt fält när man harvar eller flytta boet till det nyligen harvade stråket. Ett bo som ligger kvar i kvarlämnad plöjd (blir en långsmal oval form när man kör runt boet) del syns bra i ett för övrigt nyharvat fält. Man bör studera predationsrisken bättre. Är det bättre att köra runt boet som vi gjorde eller flytta boet till det senast harvade stråket? Det finns olika rön som lyfter fram fördelar/nackdelar med bägge metoderna. Alla bon vi körde runt vid första harvningen blev plundrade inom 2 dygn. Däremot klarade sig bona vid direktsådden. Enda skillnaden mellan dessa bon var att det var tydligt svårare att upptäcka bon i direktsådd stubb som ute på en nyharvad yta. Vi testade aldrig att flytta bon. Det är också viktigt att minimera rörelser och spring kring bona, då predationsrisken ökar rejält. Kråkor och korpar är nyfikna och undersöker ofta platser i fälten där man har gått ut och letat på.

Slutsatser

- GPS-tekniken ger möjlighet att på ett bättre sätt hålla koll på funna tofsvipebon men i slutändan är det ändå lantbrukarens eget intresse som överväger hur resultaten blir.
- En klar fördel med GPS-styrningen är att lantbrukaren har mer tid att hitta bon under körningarna. De behöver inte fokusera på att köra rakt. Det var extra tydligt på gården vid Löt. Den lantbrukaren hittar normalt 6-10 par vipbon årligen, som han lämnar vid vårsådden. I och med att han kör direktsådd så klarar sig dessa bon därmed.
- Ett problem som kvarstår att lösa är hur man markerar ut bon i verkligheten. Att alla 4 bon som hittades i Västergötland plundrades inom 2 dygn, visar på ett högt predationstryck. När man kliver ut och letar bon/tillkommer rörelser kring boet, vilket kan öka predationen ytterligare. Vi markerade ut bon med låga, bara 2 dm höga pinnar, 2 meter från boet för att inte dra till sig uppmärksamhet.
- Att köra runt bon vid direktsådden var mycket effektivt, då bona var rejält skyddade tack vare stubben.

Fortsatta studier

Man behöver hitta bättre sätt att lokalisera bon. Det har inom projektet diskuterats att flyga med drönare som kan ta högupplösta flygbilder, alternativt värmekamera. Svårigheten blir upplösning, då ett vipbo bara är drygt en decimeter i omkrets när det ligger fyra ägg där. En ruvande fågel skulle kunna detekteras, men risken är att vid flygning vid för låg höjd så lyfter honan från boet, alternativt ställer sig upp och går från boet. Uppifrån ser man inte skillnad på liggande eller stående fåglar. Vi gjorde inga flygningar i år eftersom vi inte hade tillgång till utrustningen i rätt tid, men metoden är värd att undersöka. Samtidigt får det inte vara en dyr metod om lantbrukare ska börja använda metoderna i större skala eller att det kan ge merbetalning för lantbrukarna ex som åtgärd inom Lantmännens koncept Klimat och Natur.

GPS:en i traktorn behöver utvecklas så att man får en varningssignal när man närmar sig utmarkerade bon (eller buske/brunn som vi markerade dem som). Ingen av lantbrukarna fick till någon varningssignal intill bona. Brukningsteknik, som direktsådd kontra konventionell metod med harvning och sådd, bör studeras ytterligare. Även hur man kan utnyttja tekniken vid vältning av vallar bör undersökas mer. Vi har letat i litteraturen, men inte hittat andra studier om att GPS-positionera fågelbon. Det finns forskning på att med hjälp av värmekamera hitta fälthöns/harar/rådjurskid vid vallskörd. Teknikutvecklingen går fort och detektionsgraden hos kameror/värmekameror ökar snabbt. Drönare för lantbruk finns idag till relativt rimliga priser.

Vi avser också att ansöka om EIP-medel för att bilda en innovationsgrupp kring den här utmaningen. En möjlighet vi ser är att utveckla en app för smartphones där vi bättre kan följa Tofsviporna. Kontakter har tagits med en professor i sensorinformatik vid Linköpings Universitet.

Precisionsodlingsmaterial för användning i traktor- och tröksimulatorer

Ansvariga: Kjell Gustafsson, Agroväst AB och Christina Lundström, Agroväst AB

Finansiering: KSLA

Precisionsodling Sverige (POS) har samarbetat med naturbruksgymnasierna i Västra Götalands län sedan 2009 för att utveckla deras arbete kring frågor om precisionsodling. Skolorna har varit intresserade och syftet har varit att eleverna redan i sin utbildning ska lära sig att reflektera kring inomfältvariationer i olika odlingsbetingelser, vilka effekter det får på skörden samt färdigheter i hur man hanterar det med ny teknik. Naturbruksgymnasierna i Västra Götaland har varit måna om att ge sina elever tillgång till moderna maskiner och ny teknik, men det kostar stora pengar. Som ett led i detta skaffade skolorna under 2013 en traktorsimulator där eleverna skulle kunna övningsköra innan de kör riktiga maskiner. Tanken var att också ta fram en tröska för samma ändamål. I ett första steg skulle simulatorerna användas för körövningar, men därefter var det tänkt att bland annat omfatta moduler med exempelvis Yara N-sensor eller annan precisionsodlingsteknik och visualisera inomfältvariationer vid körning med traktor- eller tröksimulatorer i undervisningen.



Figur 12. Till vänster en bild av simulatören och till höger en tänkt bild över hur man skulle kunna se att traktorn rör sig över en biomassakarta, vilket skulle ge en tydlig bild av hur inomfältvariationen ser ut där man kör.

För detta steg två sökte POS pengar från KSLA. Då utveckling av moduler visade sig vara betydligt dyrare än beräknat samtidigt som medlen som beviljades var lägre än i ansökan beslutades att projektet istället skulle användas till att stödja Naturbruksgymnasierna i två ansökningar som de tänkte göra, en Vinnovaansökan samt en Interreg-ansökan.

Naturbrukskansliet har under 2015 ansökt och beviljats de sökta två projekten för utveckling av simulatorbaserad utbildning av körning med traktor med olika redskap samt körning av skördetröska. I dessa projekt ingår utveckling av visualisering av inomfältvariationer och utförande av varierade åtgärder, enligt POS ursprungliga ansökan till KSLA. Från Vinnova har projektet ”SimGården – innovativ testmiljö med inriktning på simulering av körteknik i naturbruks- och yrkesutbildningar”:

(http://www.naturbruk.nu/sv/Naturbruk/kompetenscentrum/projekt_simgarden/) beviljats med totalt 3,35 milj kr och från Interreg Öresund-Kattegatt-Skagerack respektive Västra Götalandsregionen har för delprojektet ”Tillämpning av simulatorbaserad lärmiljö” erhållits sammanlagt 110 000 Euro motsvarande ca 1 milj.kr. ”Tillämpning av simulatorbaserad

lärmiljö” ingår i ett större projekt med namnet ”Innovationer för hållbar växtodling” som POS var huvudsökande för 2015 i samarbete med partners från Sverige, Norge och Danmark. Vi har således fått en rätt bra uppväxling av de 50 kkr som KSLA har beviljat till detta pilotprojekt. Nedan följer korta sammanfattningar av de beviljade projekten:

SimGården – innovativ testmiljö med inriktning på simulering av körteknik i naturbruks- och yrkesutbildningar

Målet är att etablera den innovativa testmiljön SimGården för digitalisering i skolor med inriktning på simulering av körteknik, maskiner och tunga fordon. Utvecklingen av nya digitala produkter och arbetssätt ska resultera i en säkrare och effektivare undervisning vid naturbruks- och yrkesutbildningar, som leder till ökad anställbarhet för eleverna.

I Sverige finns drygt 100 yrkesskolor med undervisning i körteknik inom naturbruksprogrammet, bygg- och anläggningsprogrammet samt fordons- och transportprogrammet. Elevernas körförmåga är en avgörande faktor för deras anställbarhet. Det senaste decenniet har även fordonsparken i stor utsträckning gått från manuellt styrda maskiner till digitala styr- och reglersystem, vilket ställer nya krav i undervisningen. Nyvarande upplägg med riktiga maskiner är resurskrävande, samtidigt som säkerhets-aspekter förutsätter hög lärartäthet. Ytterligare behov finns i undervisningen av elever med funktionsnedsättningar och inlärningssvårigheter. Förhoppningen är att möta dessa behov och utmaningar genom testmiljön SimGården. Ambitionen är också att attrahera innovatörer och företag med vilja att utveckla nya digitala produkter till undervisning i körteknik. Förväntade effekter är ökad anställbarhet för elever, ökad kompetens, ökad säkerhet, besparingar och miljövinster i undervisningen.

Planen är att integrera testmiljön i undervisningen genom att engagera lärare i körteknik som testledare, liksom att anlita expertkonsulter som kan bistå med kompetens och nätverk inom sina områden, t ex precisionsodling, simuleringsteknik, trafiksäkerhet och funktionsnedsättningar liksom innovation och affärsplanering. Partner i detta projekt är Naturbruksförvaltningen Västra Götaland, Högskolan i Skövde och Agroväst. Ekonomisk resurs: 3,35 milj. SEK.

Tillämpning av simulatorbaserad miljö

I detta projekt är målet att uppnå en effektiv kompetensspridning av nya innovativa odlingstekniker som baseras på precisionsodling och tillämpningsbara forskningsresultat. Testmiljön SimGården, en del inom Naturbruksförvaltningen, avser erbjuda utvecklingsföretag i simulatorbranschen ett underlag för att utveckla nya produkter. Ambitionen är att de nya produkterna ska bidra till bästa möjliga kompetensspridning till naturbruks- och yrkesskolor i Sverige. Förhoppningen är att samarbetet med aktörer i Danmark och Norge ska utvecklas och öppna möjligheter för en spridning av den nya tekniken till skolor även i dessa länder. Utvecklingsarbetet av simulatorprodukter kommer att ske som en integrerad del i undervisningen vid naturbruksskolor där utvalda lärare kommer att testa och utvärdera produktkoncept från simulatorföretag. Kravspecifikationer för nya produkter kommer att tas fram i nära samarbete mellan pedagoger, forskare och ingenjörer från utvecklingsledande simulatorföretag. Sida vid sida med utvecklingsarbetet av nya produkter kommer nya arbetssätt i undervisningen att byggas upp baserat på precisionsodlingsteknik. Arbetet kommer inledningsvis ske vid en naturbruksskola, för att sedan spridas till andra skolor.

Koppling andra delprojekt: a) Förmedling av underlag för produktutveckling till utvecklingsföretag inom simulatorbranschen bidrar till ökad tillväxt, både för dessa företag och

tillämpningen av de nya produkterna. b) Effektiv kunskapsförmedling av ny innovativ teknik inom precisionsodling, både avseende digitalt baserad och för mekanisk ogräsbearbetning. Möjligheterna är goda att med hjälp av simulatorteknik även integrera perspektiv för hållbar utveckling, jämställdhet och likabehandling, både på kort sikt (i den dagliga undervisningen) och på lång sikt genom att värderingar och nya arbetssätt förmedlas till eleverna, dvs nästa generations lantbrukare. Simulatorer erbjuder även goda möjligheter att tillgodose kompetensspridning oberoende av språk (utbildning av nyanlända), kön eller funktionsnedsättningar såsom ADHD, autism eller dyslexi.

Av POS finansierade pilotprojekt

Höga DON-halter – hot mot västsvensk grynhavreodling?

Ansvarig: Björn Roland, Hushållningssällskapet, Skaraborg

Övriga finansiärer: Sparbanksstiftelsen Skaraborg, Sparbanksstiftelsen Lidköping, Vara Lantmannaskolas Främjande, Varaslättens Lagerhusförening.

Angrepp av svampen Fusarium, framförallt Fusarium graminearum, har orsakat stora ekonomiska förluster för den västsvenska växtodlingen de senaste åren. Infektion av svampen riskerar att medföra bildning av mykotoxinet deoxynivalenol (DON) vilket i höga doser är en hälsorisk för både människor och djur. Därför har EU satt upp gränsvärden för vilka värden av DON som tillåts i livsmedel. För havre är detta gränsvärde 1 750 µg/kg. Utöver detta har spannmålshandeln i Sverige även infört ett gränsvärde för foder till djur, 8 000 µg/kg.

Angreppen av Fusarium och påföljande problem med höga DON-halter varierar mycket mellan olika år och mellan olika geografiska områden. Sedan gränsvärdena infördes har problemen varit som störst under 2011-2012 då nära hälften av den tänkta grynhavrekvantiteten i västra Sverige klassades ner till foderhavre. Problemet med höga DON-halter innebär stora ekonomiska förluster för de lantbrukare som drabbas och för spannmålshandeln som får ökade kostnader i form av särhållning och provtagning med mera.

Trots att det globalt sker relativt mycket forskning kring Fusarium och DON kvarstår många frågetecken om hur man kan minska risken för infektion av Fusarium och bildning av DON. Bakgrunden till detta projekt var att försöka klargöra en del av frågetecknen för att i förlängningen kunna minska problemen och förlusterna orsakade av höga DON-halter i den västsvenska havreodlingen. Ett mål i projektet var också att öka förståelsen för hur Fusarium och DON fungerar och varför angreppen tycks variera så mycket i tid och rum.

Havreodling i Västsverige

Odling av havre är en viktig del i västsvensk växtodling. Havre är en bra avbrottsgröda i de västsvenska växtföljderna som annars domineras av höstvetete. Merpriset för grynhavre jämfört med foderhavre är såpass stort att produktion av grynhavre i dagsläget är lönsam. Klimatet och jordarna i västra Sverige medför också att vi kan odla fram en bra kvalitet på havren som gör att den passar bra i grynhavreindustrin. Utvecklingen av havrearealen i Skaraborg under åren 2005-2015 framgår av figur 1. Arealen har varit relativt stabil under dessa år. Årligen motsvarar havreodlingen i Skaraborg 15-20 % av den totala åkerarealen.

Mervärdet för lantbrukaren av att kunna sälja sin havre som grynhavre istället för foderhavre är relativt stor och har ökat de senaste åren, se tabell 1. I medel för perioden 2005 - 2015 är skillnaden 21 öre/kg. Vid en skörd på 6 000 kg/ha medför det ett genomsnittligt intäktsbortfall på cirka 1 250 kr/ha om havren klassas som foderhavre istället för grynhavre. Även djurproducenter, framförallt inom grisproduktionen, har upplevt stora problem med tillväxt och fruktsamhet orsakat av höga DON-halter i halm och foder vilket lett till stora ekonomiska avbräck.

Projektets olika delar

Fusariumproblematiken har många infallsvinklar. I detta projekt valde vi att undersöka följande:

- Beståndstäthetens inverkan på DON-halt, försök med olika utsädesmängder.
- Effekt på DON-halten av en behandling med Proline i havrens blomning.
- Hur varierar DON-halten inom ett fält?
- Hur varierar DON-halten i ett spannmålslass?
- Hur varierar DON-halten mellan olika analyslaboratorier?

Beståndstäthet – försök med olika utsädesmängder

Under 2013-2015 har totalt sex fältförsök genomförts. I försöken har olika utsädesmängder och Proline-behandling i blomning undersökts. Hypotesen innan var att ett tätare bestånd ökar risken för Fusariumangrepp och därmed högre DON-halt. Olika beståndstätheter har skapats med hjälp av att variera utsädesmängden. Genom att halva försöket behandlades med Proline i blomning undersöktes även hur en Proline-behandling i blomning påverkar skörd och DON-halt. Tre av försöken har legat på lerjord och tre av försöken har legat på lättjord. De utsädesmängder som har undersökts är 100, 250, 400, 550 och 700 grobara frön/m². I tabell 2 redovisas resultaten samlat från alla sex försök.

Enligt försöken påverkas DON-halten inte av utsädesmängden. Andra kvalitetsparametrar påverkas inte heller i någon större utsträckning. I figur 2 åskådliggörs hur skörden och ekonomin påverkas av utsädesmängden.

Skörden ökar ända upp till en utsädesmängd på 550 grobara frön/m² men ökningen i skörd är ganska liten i intervallet 250 - 550 grobara frön/m² vilket gör att utsädesnettot är som högst vid cirka 350 grobara frön/m². 350 grobara frön/m² motsvarar cirka 165 kg/ha.

Utsädesnetto är beräknat genom att dra bort den ökade utsädeskostnaden från mervärdet av ökad skörd vid en höjd utsädesmängd. I beräkningarna har följande förutsättningar gällt: havrepris 1,25 kr/kg (netto efter att hanteringskostnader på 0,15 kr/kg tagits bort), utsädespris 4,00 kr/kg, grobarhet på utsäde 95 % och tusenkornvikt på utsäde 45 g.

För Prolinebehandling är det en statistiskt signifikant skillnad mellan behandlat och obehandlat, det vill säga en Prolinebehandling (0,6 l/ha) i blomning har sänkt DON-halten i genomsnitt från 791 till 525 µg/kg. I tabell 3 redovisas Prolinebehandlingens inverkan på skörd och DON-halt med mera. Däremot är skillnaden i skörd mellan behandlat och obehandlat inte statistiskt signifikant.

Inomfältvariation av DON

En del i projektet var att undersöka hur DON-halten kan variera inom ett och samma fält. Under 2013-2015 följdes ett fält på gården Entorp i Synnerby utanför Skara. 2013 odlades havre, 2014 höstvetete och 2015 havre (del av fältet). Varje år togs DON-prover ut på en plats per hektar. Fältet är också markkarterat nyligen. I höstvetete 2014 förekom ingen DON i fältet men däremot båda åren med havre fanns det DON i fältet och variationen var ganska stor inom fältet under båda åren. Under 2013 var variationen som störst, från 0 till 3 410 µg/kg, vilket innebär att delar av fältet klarade nivån under gränsvärdet för grynhavre medan andra delar inte klarade gränsvärdet. Vad som är mest intressant är att variationen var väldigt lika under 2013 och 2015, det vill säga där DON var högt 2013 var det även högt 2015. I figur 3 visas DON-halten i den del av fältet där det var havre både 2013 och 2015.

Figur 4 visar lerhaltsvariationen i samma fält och det finns ett tydligt samband mellan DON-halt och lerhalt. DON-halten är högre på lerjorden. Observera att lerhaltskartan utgör ett större område än vad DON-kartorna gör. De båda slutsatserna om sambandet mellan åren respektive sambanden mellan DON och jordart tyder på att antingen är DON-halten platsbunden eller jordartsberoende. Eftersom Fusarium överlever på växtrester är det inte osannolikt att den är platsbunden. Huruvida det är så att lerjorden i sig ökar överlevnaden av Fusarium eller om lerjorden i sig gynnar bildningen av DON är oklart. Här behövs vidare studier.

Det finns även samband mellan DON-halt och andra markbundna parametrar, till exempel magnesium, koppar- och kaliumtal. Huruvida detta är en sekundär effekt av variationen mellan DON och lerhalt eller om någon av dessa markbundna parametrar påverkar DON-halten är också oklart och kräver fler studier för att kunna säga något klart.

Variation i en spannmålsleverans

Inomfältundersökningarna visar att det finns en stor variation av DON-förekomsten inom ett fält. Hur är då variationen inom en spannmålsleverans. För att undersöka detta togs DON-prover ut i två leveranser av havre till Varaslättns Lagerhusförening under skörden 2013. I figur 5 illustreras variationen i DON-halt inom de två leveranserna. Varje enskild leverans bestod av tre lastväxlarflak vardera innehållande cirka 12 ton havre. Varje rektangel illustrerar ett lastväxlarflak där det togs ut sex enskilda prover och ett samlingsprov från hela flaket. DON-proverna togs ut med provtagningsspjut. Leverans 1 hade högre DON-halt än leverans 2. Man kan konstatera att variationen inom respektive flak är ganska stor men också att samlingsprovet från respektive flak i de flesta fall relativt väl speglar DON-halten i de sex enskilda proverna.

DON-analys på olika laboratorier

Många lantbrukare ställer sig frågan hur väl man kan lita på DON-analysen från laboratoriet. För att undersöka tillförlitligheten i analyserna skickade vi prover från ett och samma havreparti till fem olika laboratorier och spannmålshandlare. Ursprungspartiet var väl omblandat och respektive prov togs ut med stor noggrannhet för att få representativa prover. Resultatet från respektive laboratorium redovisas i figur 6.

De olika laboratorierna resultat skiljer sig åt ganska mycket. Vad som är än mer anmärkningsvärt är att laboratorium 3 och 4 använder samma analysmetod och att laboratorium 2 och 5 till och med är samma laboratorium. Enligt laboratorium 2 och 5 är deras mätosäkerhet +/- 30 %. Skillnaden mellan de två olika resultaten är dock betydligt större än så. Nu ska det poängteras att denna undersökning är ovetenskaplig och inte upprepad men resultatet tyder på att det här är en fråga som bör undersökas grundligare.

Slutsatser och diskussion

Några viktiga slutsatser som kan dras av resultaten i projektet:

- Prolinebehandling i blomning minskar DON-halten i den skördade havren.
- Utsädesmängden påverkar inte DON-halten.
- Ekonomiskt optimal utsädesmängd är i dessa försök lägre jämfört med gängse rekommendationer.
- Variationen av DON är stor både inom fält, inom en spannmålsleverans och mellan olika analyser.

Utsädesmängden och därmed beståndstätheten tycks inte påverka DON-halten i den skördade havren. Även om beståndstätheten inverkar på DON-halten så verkar det ha underordnad betydelse, andra faktorer tycks påverka DON-halten i betydligt högre grad. Däremot har en Prolinebehandling (0,6 l/ha) i havrens blomning i genomsnitt nästan halverat DON-halten. Det är bara i ett av försöken (det med högst DON-halt) som Prolinebehandlingen inte har påverkat DON-halten alls. Att resultaten av en Prolinebehandling i blomning ger varierande resultat har observerats även i tidigare försök. Troligen beror detta på svårigheten att tajma behandlingen rätt i förhållande till när fusariuminfektionen sker. Här behövs fler försök och grundligare forskning för att hitta verktyg för att kunna pricka behandlingstidpunkten rätt.

Utsädesmängdsförsöken har utöver slutsatser angående DON-halt också gett intressanta resultat kring skördens respons på ökad utsädesmängd. Jämfört med gängse rekommendationer är optimal utsädesmängd i dessa försök lägre. Högst netto i dessa försök har en utsädesmängd på cirka 350 grobara frön/m². Dagens rekommendationer bygger på äldre försök då andra sorter användes och andra såmetoder tillämpades. Förmodligen får vi i regel en jämnare och bättre uppkomst med dagens brukningssystem vilket bör resultera i att den optimala utsädesmängden kan sänkas. Största orsaken till det bättre såresultatet idag beror på tidigare sådd och bättre återpackning.

Projektets övriga delar visar tydligt att DON-halten har en stor variation; inom ett fält, i ett havreparti samt vid analys. De stora variationerna inom ett och samma fält ger en förståelse för varför DON-halten ibland kan variera mycket vid olika havreleveranser.

Många lantbrukare har upplevt att leveranser från ett och samma fält uppvisar olika DON-halter, trots att man har brukat hela fältet på samma sätt.

Undersökningarna i detta projekt visar att det finns logiska förklaringar till att det kan bli olika DON-halter inom ett fält. Att det som i detta fall blev högre DON-halt på lerjorden vet vi inte med säkerhet men en teori är att uppkomsten och därmed beståndets utveckling är ojämnare på lerjorden jämfört med på lättjorden. Ett ojämnare bestånd är sannolikt exponerat för infektion av Fusarium under en längre period och därmed ökar risken för en fusariuminfektion och påföljande höga DON-halter.

Att DON-halten varierar inom en och samma leverans visar hur viktigt det är att ta ut representativa prover för att få en rättvisande DON-halt vid analys. Detta är speciellt viktig när det handlar om avräknings-grundande analyser så här är det viktigt att spannmålshandeln tillämpar de metoder som finns för att ta ut så representativa prover som möjligt.

Om variationen i DON-halt mellan olika laboratorier verkligen är så stor som denna enkla undersökning indikerar måste analysmetodikerna på laboratorierna ses över. Speciellt eftersom DON-analysen ofta är avräkningsgrundande. Här behövs fler undersökningar och validering av analysmetodikerna.

Ytterligare försök och forskning krävs

Detta projekt har gett en del svar men också efterlämnat sig en del nya frågor. Följande bör undersökas mer och/eller grundligare:

- Hur kan vi tajma Prolinebehandlingen bättre?
- Framtagande av prognosverktyg för fusariuminfektion.
- Vad är orsaken till att DON-halten varierar så mycket inom ett och samma fält?
- Kan man lita på DON-analysen från laboratoriet?

Delaktiga i projektet

Björn Roland, Hushållningssällskapet Skaraborg: Projektledare och författare av rapporten

Anna-Karin Krijger, Hushållningssällskapet Skaraborg: Försöksupplägg

Charlotta Norén, Hushållningssällskapet Skaraborg: Provtagning i fält

Försöksavdelningen, Hushållningssällskapet Skaraborg: Försöksutförare

Henrik Stadig, Hushållningssällskapet Skaraborg: Databearbetning och tillhandahållande av fält för undersökningen

Mats Söderström, SLU: Databearbetning

Sofia Delin, SLU: Statistikbearbetning

Stefan Aldén, lantbrukare: Kom med projektidén

Thomas Börjesson, Agroväst: Sakkunnig om Fusarium och DON

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. 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°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. Årsviss 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.

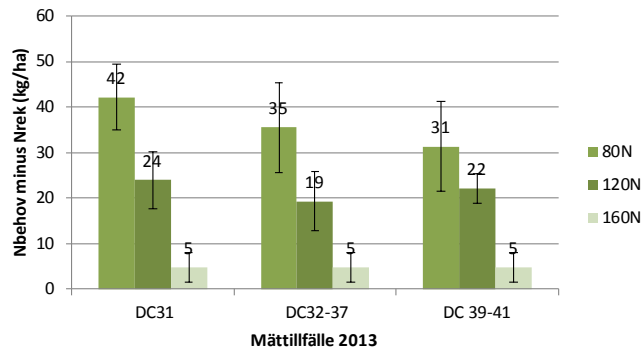
Gödslingsrekommendationer för försöken 2014 togs även fram enligt GreenSeekers ”online calculator”, där man förutom mätvärden och maxskörd även lägger in antal dagar från såtid till mättillfälle med daggrader $>0^{\circ}\text{C}$, men skillnaden till Nbehov blev inte mindre än i det resultat som redovisats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

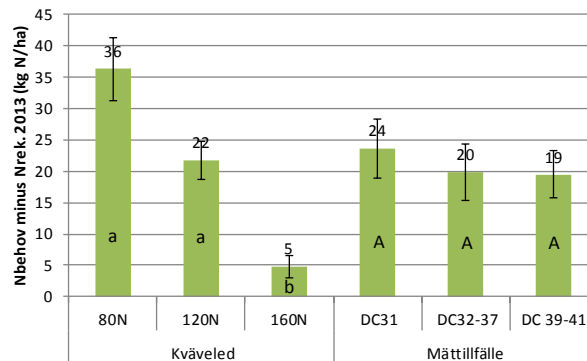
Enligt Bill Raun som arbetat med att utveckla algoritmer och gödslingsrekommendationer för GreenSeekern vid Oklahoma State University (personligt meddelande) ska gödslings-

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.

a

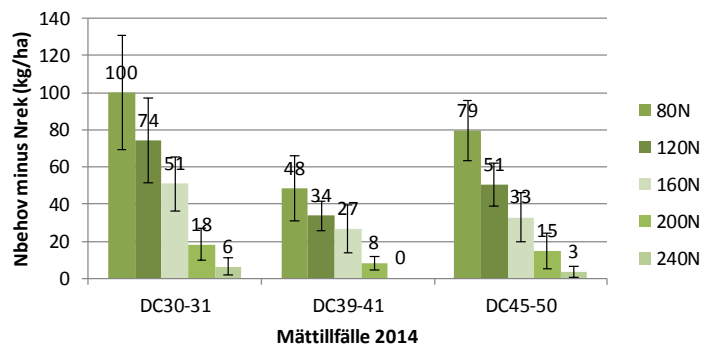


b

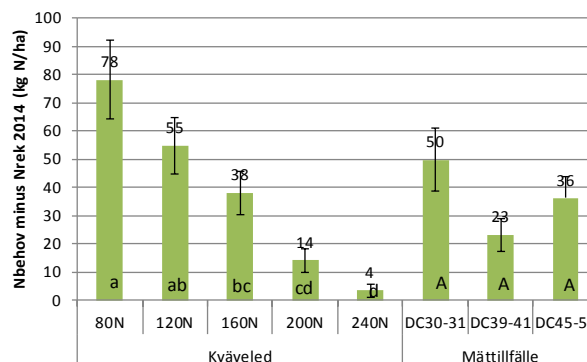


Figur 13. Skillnaden (absolutvärden) mellan kvävebehov (beräknat som OptN minus Ngiva) och rekommenderad kvävegiva (Nrek) utifrån GreenSeekers mätvärde, i medeltal för sex höstveteförsök 2013 a) vid tre mättilfällen (kg N/ha) tre kvävegödslingsled och b) i medeltal för kvävegödslingsled och mättilfallen.

a



b



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

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

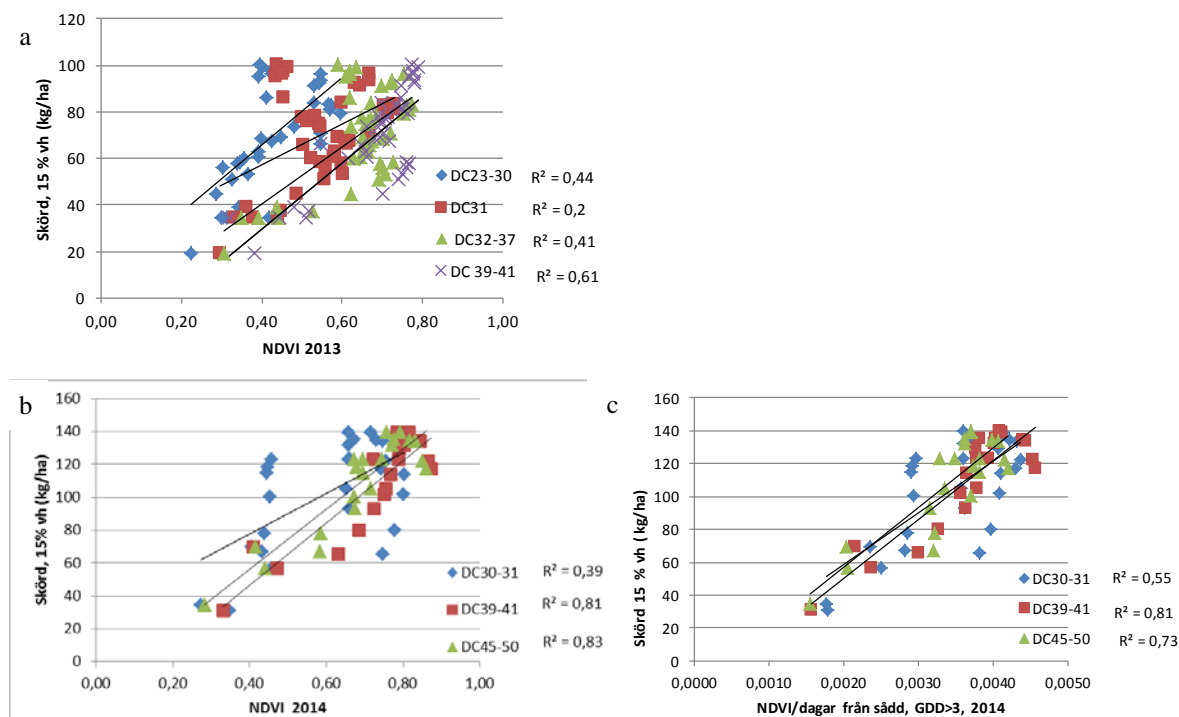
Tabell 2. Greenseekerns kvävegödslingsrekommendation (Nrek) och skillnaden mellan Nbehov och Nrek vid tre tidpunkter och fem N-led i fyra försök 2014 (kg N/ha). Kvävebehov är beräknat som skillnaden mellan optimal N-giva (OptN) och kvävegiva i resp. N-led.

Försöks- plats och N-led	OptN och maxskörd (dt/ha)	Nrek	Nrek	Nrek	Nbehov	Nbehov minus Nrek	Nbehov minus Nrek	Nbehov minus Nrek
		DC30-31	DC39-41	DC45-50		DC30-31	DC39-41	DC45-50
Skofteby	136/139							
80		65	92	135	56	-9	-36	-79
120		22	32	54	16	-6	-16	-38
160		11	5	11	0	-11	-5	-11
200		0	0	5	0	0	0	-5
240		5	0	0	0	-5	0	0
Forshall	241/135							
80		22	140		161	139	21	
120		17	73		121	104	48	
160		0	62		81	81	19	
200		0?	50		41	41	-9	
240			0		0	0	0	
Karlsfelt	215/140							
80		0	47	88	135	135	88	47
120		0	59	59	95	95	37	37
160		0	0	29	55	55	55	26
200		0	0	18	15	15	15	-3
240					0	0	0	0
Mellerud	237/123							
80		40		45	157	117		112
120		25		40	117	92		77
160		20		15	77	57		62
200		20		0	37	17		37
240		20		10	0	-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 mättillfällena (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 (skörd)	RPD	Medelfel	STDAV (medelfel)	R ²
2013						
NDVI:						
DC23-30	35 (17) ^a	21	0,59	26	24	0,18
DC31	23 (17) ^a	21	0,89	19	14	0,00
DC37	19 (14) ^a	21	1,12	15	11	0,22
DC39-41	15 (11) ^a	21	1,35	12	10	0,46(0,78) ^a
2014						
NDVI:						
DC30-31	30	32	1,05	25	18	0,23
DC39-41 ^b	16	31	1,92	14	9	0,72
DC45-50 ^b	19	30	1,60	16	11	0,63
NDVI/dagar efter sådd, GDD>3						
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; b) 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 mättidpunkt. 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 mättidpunkter 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.

Utåtriktad verksamhet 2015

CropSAT – i samarbete med Greppa näringen och Dataväxt

Under säsongen april till juni tillhandahöll CropSAT bilder på vegetationsindex över en stor del av svensk åkermark och indexet beräknades av Mats Söderström. Under perioden 22 april till 18 juni 2015 skapades drygt 4000 CropSAT-kartor runt om i landet och lite drygt 1500 tilldelningskartor laddades ned (enl. DataVäxt AB).

Lantbruksmessa i Lidköping 20-21 mars

Kjell Gustavsson och Sofia Kämpe visade bland annat CropSAT under de två dagarna.

Slätte ekodag den 17 juni

Sofia Kämpe och Kjell Gustavsson representerade POS genom att prata om stallgödsel o surgörning av stallgödsel bland annat.

Spannmålsodlarföreningen i västra Sveriges möte på Hedåker den 27 maj

Kristin Piikki och Christina Lundström deltog och visade Ny åkermarkskartan respektive CropSAT.

Borgeby fältdagar

POS deltog på Borgeby den 24-25 juni som hade ”entreprenörskap” tema. Henrik Stadig, Kjell Gustavsson och Anders Jonsson genomförde två seminarier med program enligt följande:

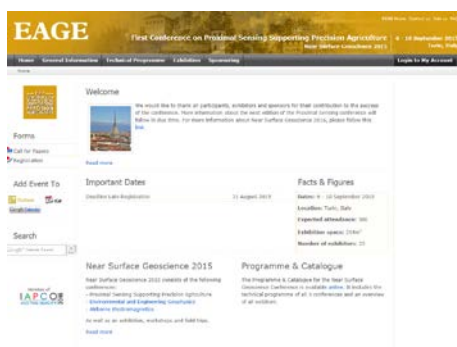
Nya verktyg för precisionsodling:

1. CropSAT
2. Nya åkermarkskartan
3. Biologisk markkartering

Agroväst hade en monter och det lockade många till intressanta diskussioner. Henrik Stadig stod i Greppa Näringsens monter och visade CropSAT. Greppa var mycket nöjda med intresset från besökarna.

ECPA-konferens: European Conference on Precision Agriculture

Den 12-16 juli deltog Christina Lundström på ECPA i Israel.



Konferens: Proximal Sensing Supporting Precision Agriculture

Mats Söderström var keynote speaker på denna konferens i Turin den 7-9 september.

Seminarier om UAV och markkartering

Under Smedjeveckan den 21-25 september på SLU i Skara anordnade POS två seminarier, ett med titeln ”Erfarenheter och möjligheter med UAV i svensk växtodling” samt ett med titeln ”Nyheter inom precisionsodling och markkartering”. Under samma vecka stod POS värd för ett möte i Markkarteringsrådet.



Figur 16. Två seminarier hölls i september 2015 i Skara i POS regi.

Rådgivardagarna i Östergötland den 26 nov

Henrik Stadig presenterade CropSAT på ett möte för växtodlingsrådgivare.

Fjärranalysdagarna i Stockholm den 21 – 22 oktober

Mats Söderström presenterade CropSAT på ett möte som anordnades av ett flertal myndigheter tillsammans, såsom Skogsstyrelsen, Rymdstyrelsen, Vattenmyndigheten, Lantmäteriet, Försvarmakten, Naturvårdsverket mfl.

Kurser för studenter vid SLU och BYS

POS har genom Johanna Wetterlind och Lena Engström deltagit i kursavsnittet om precisionsodling i kursen ”Marken i odlingen” (15 hp) som är en jordbruksinriktad markkurs på C-nivå för växtodlingsagronomer 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. Dessutom har Knud Nissen deltagit i undervisning av lantmästarstudenter på Alnarp samt studenter på BYS (Biologiska Yrkeshögskolan) Agroteknikerutbildning.

Samarbete med naturbruksgymnasierna i Västra Götaland

Mats Söderström medverkar i ett projekt som leds av Naturbruksskolan Sötåsen i Töreboda som heter ”Kunskapsspridning och tillämpning av ny digital teknik med obemannade flygfarkoster (UAV) och sensorteknik inom växtodlingsbranschen (precisionsodling)”. Projektet är treårigt och pågår t o m 2018. Finansiering erhålls från Västragötalandsregionen. I projektplanen anges att målet är att medverka i utvecklingsprojekt och försöksverksamhet samt erbjuda skolans anläggning som testbädd för att skapa samarbeten med näringen, universitet, högskolor och andra forskningsinstitutioner. Ambitionen är att utveckla nya kurser (vuxenutbildningar/uppdragsutbildningar) baserat på analys och kartläggning av utbildnings- och kompetensbehov inom det aktuella området. Projektet ska stimulera till ökad kunskap och användning av ny digital teknik, obemannade flygfarkoster, sensorer och precisionsodlingsteknik bland företagare och anställda inom växtodlingsbranschen i syfte att rationalisera och optimera produktionen. Resultat och erfarenheter kring ”exempelprojektet” ska spridas både regionalt och nationellt. Projektet förväntas leda till stärkt konkurrenskraft, ökad lönsamhet, minskat fossilberoende och ökad miljöhänsyn inom växtodlingsbranschen. Inom ramen för projektet har inletts samarbete med ett nystartat företag som utvecklar en mjukvara för enkel bildhantering från drönare, med fokus på jordbruket, som kommer projektdeltagarna tillgodo. Dessutom sker samverkan med Hushållningssällskapet i Skåne i projektet.

Publikationer 2015

- 37 Söderström, M. & Piikki, K. 2016. Digitala åkermarkskartan detaljerad kartering av textur i åkermarkens matjord.
- 36 Söderström, M., Stadig, H., Nissen, K. & Piikki, K. 2015. CropSAT: kväve-rekommendationer och grödstatuskartering inom fält genom en kombination av satellitdata och N-sensorer
- 35 Piikki, K., Söderström, M., Wetterlind, J. Stenberg, B. & Jarvis, N. 2015. Digital soil mapping for modelling of transport pathways for pesticides to surface water.
- 34 Gustavsson, K., Berge, T. W. & Hauge Madsen, K. 2015. Hållbart jordbruk genom precisionsodling - En förstudie från Öresund-Kattegat-Skagerrak-området.
- 33 Söderström, M & Stadig, H. 2015. Test av portable röntgenfluorescens (PXRF) för bestämning av jordart, näringsämnen och tungmetaller direkt i fält – en pilotstudie
- 32 Lundström, C (red). 2015. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2014.

För mer information: följ oss gärna på: www.precisionskolan.se eller <https://www.facebook.com/precisionskolan/>

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 projekt genom GIS- och teknikutveckling, finansiering av pilotstudier inför större ansökningar, genom att tillhandahålla data och genom att bidra med ett viktigt nätverk där många idéer kan dryftas och växa fram. I tabell 4 listas projekt 2015 som kan räknas som uppväxling från POS verksamhet och som 2015 uppgick till en total summa på 7,9 milj kronor.

Tabell 4. Relaterade projekt med annan finansiering 2015.

Titel och beskrivning	Projektansvarig	Finansiär	Löptid	Budget 2015/tot
N-Sensor i växtodlingen Tillgång till traktorburen N-sensor på Bjertorp för forsknings – och utvecklingsändamål samt nätverk med andra lantbrukare.	Knud Nissen	Yara	Tills vidare	75' kr/år
N-Sensor i växtodlingen - utvärdering Mätningar i Mellan- och Sydsverige med handsensor i parcellförsök och utvärdering av rådata.	Gunilla Frostgård, Carl-Magnus Olsson	Yara	Tills vidare	140' kr/år
Forskartjänst inom området precisionsodling SLU's motfinansiering till POS.	Bo Stenberg	SLU		900' per år
Doktorandtjänst: Cognition and decision making in the adoption of new agricultural technologies: The case of precision agriculture	Anders Jonsson	SLU	2014-2016	788'/1576'
Biologisk markkartering (BioSoM) Ett TEMA-forskningsprogram inom NL-fakulteten på SLU med målet att utveckla nya markkarteringstjänster för kartering av jordburna patogener. Fältprovtagningar	Anders Jonsson	NL-fakulteten SLF SSO VL- SL-Stift. Eurofins NBR, SW-Seed mfl	2009-2015	500' /7000'
Bättre utnyttjande av skördepotentialen i vårraps Hur påverkas N-optimum i höstraps av avkastningspotential s kväveupptag vid olika tidpunkter	Lena Engström Knud Nissen	SSO och SLF	2014-2016	300'/1000'
Markkartering direkt i fält med nära infraröd spektroskopi – identifiering av viktiga interaktioner mellan spektralt aktiva markparametrar 1) Studera samspelet mellan vattenhalt, OM och mineralogi, 2) modellera påverkan av vatten på spektrum från olika jordtyper, och 3) utarbeta en metodik för bestämning av OM på olika djup för tredimensionell markkartering.	Johanna Wetterlin	Formas	2011-2016	936'/3839'
Beslutsunderlag för hållbar markanvändning i småskaligt jordbruk i Östafrika i ett förändrat klimat	Kristin Piikki	Formas	2014-2017'	1138/5039'
Fasta körspår – skördepotential och effekter på markstruktur Försökens syfte är att studera effekten av	Lena Holm	SLF	2010-2017	1100'/1900'

att koncentrera körspåren jämfört med slumpmässig körning i annars likvärdiga bearbetningssystem .				
Effektivt utnyttjande av flytgödsel och rötrest – on-lineanalys av gödselkvalitén som möjliggör anpassad gödsling Målsättningen med projektet är ge lantbruket möjlighet att med sensorteknik kontinuerligt mäta näringsinnehåll och torrsustans 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.	Bo Stenberg Kjell Gustavsson	SLF	2014-2015	470'/1100'
Exploiting yield gaps for sustainable intensification of winter wheat production 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.	Bo Stenberg Johan Arvidsson Anders Larsolle Henrik Eckersten Karin Blombäck Lena Engström	Formas	2014-2018	500'/8428'
Billiga jordanalyser oavsett gårdsstorlek med en nationell NIR-databas 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 mullhalt, något som avsevärt minskar kostnaderna för en gårdsartering.	Johanna Wetterlind	SLF	2016	572'/572'
Billigare och bättre underlag för varierad kalkning med en nationell NIR-databas Syftet med projektet är att ta fram information om marken som kompletterar eller till viss del ersätter informationen i lantbrukarens egen markartering och	Johanna Wetterlind	jordbruksverket	2016	501'

därmed direkt kan fungera som underlag i den praktiska odlingen. I projektet kommer vi att titta på kalkbehovet men nyttan av informationen som tas fram i projektet har bäring på fler tillämpningar.				
--	--	--	--	--

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

- 38 Lundström, C (red). 2016. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2015.
- 37 Söderström, M. & Piikki, K. 2016. Digitala åkermarkskartan detaljerad kartering av textur i åkermarkens matjord.
- 36 Söderström, M., Stadig, H., Nissen, K. & Piikki, K. 2015. CropSAT: kväve-rekommendationer och grödstatuskartering inom fält genom en kombination av satellitdata och N-sensorer
- 35 Piikki, K., Söderström, M., Wetterlind, J. Stenberg, B. & Jarvis, N. 2015. Digital soil mapping for modelling of transport pathways for pesticides to surface water.
- 34 Gustavsson, K., Berge, T. W. & Hauge Madsen, K. 2015. Hållbart jordbruk genom precisionsodling - En förstudie från Öresund-Kattegat-Skagerrak-området.
- 33 Söderström, M & Stadig, H. 2015. Test av portable röntgenfluorescens (PXRF) för bestämning av jordart, näringsämnen och tungmetaller direkt i fält – en pilotstudie
- 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 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 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 platspecifik 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 Näringsen och Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Distribution:

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

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